

DIE ENERGIEWENDE – EIN BAUSTEIN DER TRANSFORMATION

Ein Wegweiser für Journalisten

Susanne Ehlerding/Heike Janßen

7

Gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier, ausgezeichnet mit dem „Blauen Engel“

doi:10.24359/dbu.33187_H07

Impressum

Netzwerk Weitblick – Verband Journalismus & Nachhaltigkeit e. V., Blumenthalstraße 21, 12103 Berlin

Autorinnen: Susanne Ehlerding und Heike Janßen
Redaktion: Torsten Sewing / Heike Janßen
Lektorat: Angelika Pohl
Korrektorat: Sabine Lohaus, DBU Zentrum für Umweltkommunikation
Covergestaltung: Daniel S. Bergius
Satz & Layout: Birgit Stefan, DBU Zentrum für Umweltkommunikation
Druck: KROOG Printservice GmbH

Netzwerk Weitblick e. V. (Hrsg.)



Journalismus & Nachhaltigkeit

Band 7

Die Energiewende – Ein Baustein der Transformation

Ein Wegweiser für Journalisten

Susanne Ehlerding/Heike Janßen

© 2018

Für die Richtigkeit der Inhalte sind die Autorinnen verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Der Erde ist es egal, was wir Menschen tun!	8
Vorwort	12
1 Energiegesetze	13
1.1 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz	13
1.2 Energiewirtschaftsgesetz und Gebäudeenergiegesetz	15
1.3 Das Clean-Energy-Package der Europäischen Union	15
2 Photovoltaik	17
2.1 Wundermaterial Perowskit	18
2.2 Dünnschicht-Detektive im EMIL	18
2.3 Kombination mit Solarthermie	19
2.4 Ausbauziel verfehlt	19
2.5 Balkonmodule siegen mit Guerillataktik	20
3 Windenergie	21
3.1 Ökologischer Fußabdruck	21
3.2 Windkraft und Naturschutz	22
3.3 Dem Bürgerprotest begegnen	22
3.4 Die fingierte Bürgerenergie	22
3.5 Akzeptanz für die Windenergieanlagen	23
3.6 Windenergie effizienter machen	23
3.7 Rohstoffe für die Energiewende	23
4 Bioenergie	25
4.1 Wege zu einer nachhaltigen Bioenergieversorgung	26
4.2 Nachfrage nach Holzpellets steigt	26
4.3 Von der Bioenergie zur Bioökonomie	26
4.4 Auch Erdöl durch biogene Reststoffe ersetzen	27
4.5 Klimaschutz mit dem künstlichen Blatt	27
4.6 Wasserstoff vom Hausdach	28

5	Netze und Netzausbau	29
5.1	Stromnetze flexibler machen	29
5.2	Es fehlt am politischen Willen	29
5.3	Proteste gegen den Netzausbau	29
5.4	Plan N	31
5.5	Welche Energiewende will die Gesellschaft?	31
5.6	Smart Markets in deutschen Verteilnetzen	32
5.7	Doppelt belastet	32
6	Sektorkopplung	34
6.1	Ab 2040 keine fossilen Energien mehr	34
6.2	Wie die Industrie die Energiewende flexibel macht	35
6.3	Benzin aus Stroh	35
6.4	Ein Navi für die Energiewende	36
6.5	Klimaziele nur mit Sektorkopplung erreichbar	36
7	Power-to-X	38
7.1	Power-to-Heat: Tauchsieder feiert Revival	38
7.2	Power-to-Gas	39
7.3	Power-to-X und eine neue Wertschöpfung mit Kohlendioxid	39
8	Digitalisierung	41
8.1	Blockchain: Dezentral wie die Energiewende	41
8.2	Vorreiter im Stromhandel	42
8.3	Das lange Warten auf die Smart Meter Gateways	42
9	Speicher	43
9.1	Speicher leiden unter Doppelbelastung	43
9.2	Viel Energie für die Speicherforschung	44
9.3	Energiespeicher im Bodensee und am Fuß eines Windrades	44
9.4	Die beinahe größte Batterie der Welt	44
9.5	Große Speicherkraft mit Redox-Flow	45
9.6	Neuestes Speichermedium: Schwefel	45

10	Bürgerenergie	46
10.1	Bürgerenergie als demokratische Bewegung	46
10.2	Mieterstrom mit bürokratischen Stolpersteinen	47
10.3	Wie Bürgerstromhandel funktionieren könnte	47
11	Verkehrswende	49
11.1	CO ₂ -frei ab 2035	49
11.2	DHL testet Lastenfahrräder zur Paketzustellung	50
11.3	Wie Wasserstoff sicher in den Tank kommt	50
11.4	Batterien für Autos und Busse	50
11.5	Dritte deutsche Teststrecke für Elektro-Lkw	50
11.6	Synthetische Kraftstoffe als Lösung?	51
11.7	Persönliche Konsequenzen	51
12	Wärmewende	52
12.1	Konzepte liegen in der Schublade	52
12.2	Grüne wollen Recht auf Zugang zu Wärmenetzen	52
12.3	Ein Preis auf CO ₂	53
12.4	Der Erdwärmespeicher der Märkischen Scholle	53
12.5	Wenn Gebäude einen „Energiesprung“ machen	54
12.6	Wärmewende mit Wärmepumpen	54
12.7	Synthetische Brennstoffe für die Wärmewende	55
12.8	Forschung für Kommunikation und Qualifikation	56
12.9	Bürger erarbeiten Lösungen für Energieeffizienz	56
12.10	Deneff fordert Stärkung der Qualifizierung	56
12.11	Erstes energieautarkes Mehrfamilienhaus der Welt steht in der Schweiz	56
12.12	Die tiefe Geothermie ist zurück	57
12.13	Und was ist mit der Industrie?	58
13	Die Energiewende weltweit	59
13.1	Wie steht es um die Energieversorgung weltweit?	59
13.2	Die Zukunft der Energieversorgung	60
13.3	Initiativen zur nachhaltigen Energieversorgung	61
13.3	Finanzierung der Energieversorgung	62
13.4	Was macht Deutschland in der Welt?	62
13.5	Elektrifizierung macht die Energieversorgung noch nicht nachhaltig	63
13.6	Energiewende in Europa	63
13.7	Und wo steht Deutschland?	64
13.8	Die Welt schaut auf Deutschland	64

14	Das Seminar	65
14.1	Erfahrung im Lokaljournalismus	65
14.1.1	Kontroverse Themen im Lokaljournalismus	65
14.2	Beispieltexte	66
14.2.1	Texte von Studierenden des Seminars „Energiewende und Storytelling“	66
14.2.1.1	Gravity Storage	66
14.2.1.2	Energiewende beim Bierbrauen	70
14.2.1.3	Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr	74
14.3	Ablaufpläne	77
14.4	Reflexionsaufgaben aus dem Seminar	82
15	Institutionen, Recherchequellen	83
16	Literatur	85
16.1	Bücher, Aufsätze	85
16.2	Studien	85
17	Abbildungsverzeichnis	88
18	Die Qualifizierungsinitiative und ihre Förderer	89

Der Erde ist es egal, was wir Menschen tun!

Einleitende Gedanken zur Reihe „Journalismus & Nachhaltigkeit“

Warum sollen sich Journalisten und Journalistinnen mit Nachhaltigkeit befassen? Mit einem Begriff also, auf den Redaktionsleiter abwehrend reagieren. Berichte über Nachhaltigkeit scheinen Gift für die Auflage. Reportagen machen den Lesern, Zuhörern und Zuschauern ein schlechtes Gewissen, entsprechende Überschriften führen dazu, dass sie lieber zu leichterem Lektüre greifen oder eine tolle Serie sehen.

Klimawandel, Naturkatastrophen, Umweltverschmutzung, verhungern Menschen und Tiere, abgeholzte Regenwälder oder verdorrte Äcker – wer will schon etwas hören zu den Grenzen des Wachstums, vor denen der Club of Rome bereits 1972 warnte. Wer setzt sich schon gern mit der Frage auseinander, wie wir unsere Bedürfnisse so befriedigen können, dass Menschen auf anderen Kontinenten und auch nachfolgende Generationen gut leben können?

Die Frage nach guter journalistischer Aufarbeitung dieser Themen war für das Netzwerk Weitblick¹ die Motivation, ein Bildungsprojekt für Journalisten aufzusetzen – um gemeinsam zu lernen, wie wir Menschen besser mit diesen Inhalten erreichen und kompetent informieren können. Unter Journalisten erhält das Querschnittsthema Nachhaltigkeit zwar zunehmend Aufmerksamkeit, dennoch sind Schwerpunkte der Berichterstattung meist von der Tagesaktualität bestimmt. Mittel- bis langfristig hochrelevante Themen finden gemessen an ihrer Bedeutung zu wenig statt. Diese müssen anders angegangen und aufbereitet werden: Herausforderungen wie Bevölkerungswachstum, Migration, Klimawandel oder Ressourcenknappheit, die die Ursache vieler Konflikte der Gegenwart sind, erfordern es meistens, sich über Ressortgrenzen hinweg damit zu befassen, um Hintergründe, Zusammenhänge und Lösungsansätze aufzuzeigen.

Netzwerk-Mitglied Torsten Schäfer, Professor für Journalismus an der Hochschule Darmstadt, weist darauf hin „welch große und immer noch vernachlässigte Rolle die natürlichen Ressourcen in den aktuellen Konflikten spielen (...) es zeigt sich einmal mehr, dass Nachhaltigkeit kein geschlossenes Thema ist, kein begrenztes Feld. Sie dient vielmehr als Leitbild und Matrix, die im Idealfall alle Systeme erfasst und im Journalismus eine ganzheitliche Recherchehaltung einfordert (...) eine Forderung an

Qualitätsjournalismus, wie er sein sollte, wenn er etwas Zeit und Raum zur Verfügung hat, wenn er sich also längere Strecken, Tiefenrecherchen, Interviewreisen, Denktage und Schreibruhe leisten darf“.²

Dafür ist eine stete Auseinandersetzung mit dem Begriff „nachhaltige Entwicklung“ gefragt. „Dass es keine einheitliche Definition einer nachhaltigen Entwicklung gibt, bedeutet nicht, dass niemand weiß, wovon er spricht. Spätestens seit der Rio-Konferenz 1992 wird weltweit über [deren] Umsetzung diskutiert. Häufig wird die Brundtland-Definition zugrunde gelegt: Nachhaltige Entwicklung ist demnach eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der heutigen Generationen befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“³

Beim Querschnittsthema Nachhaltigkeit geht es um menschliches Wohlergehen. Uns sollte bewusst sein: Der Erde ist es egal, was wir Menschen tun. Der Klimawandel berührt nicht die Existenz der Erde, er ist eine Bedrohung für die Menschheit.

Die Aufgabe von Journalisten ist es, so zu informieren, dass Bürger als auch Entscheider in Unternehmen, Organisationen, Finanzwirtschaft und Politik eine Grundlage für eine informierte Diskussion und Meinungsbildung haben. Nur dann können diese Personen eine begründete Entscheidung bei Konsumgütern und Lebensstilen, bei der Art und Weise des Wirtschaftens und der Wahl ihrer Vertreter treffen – und nur dann kann man auf mehr aktive Menschen hoffen, die sich für Nachhaltigkeit im Lokalen, Regionalen und Globalen einsetzen. Der Weg zu mehr Nachhaltigkeit ist dabei nicht klar vorgegeben, sondern ein Such-, Lern-, Diskussions- und Veränderungsprozess (*siehe hierzu das Nachhaltigkeitsverständnis des Netzwerk Weitblick in den nachfolgenden Übersichten*). Über den Umgang mit der Umwelt und über soziale Bedingungen nachzudenken, zu recherchieren und zu publizieren, erfordert folglich gründlicheren Journalismus als den, der im oft hektischen Alltagsgeschäft praktiziert wird.

¹ mehr zum Verein unter <http://www.netzwerk-weitblick.org>

² Achenbach, Anja; Humburg, Anja et al. (Hrsg.): Good Practice Reader – Schäfer, Torsten: Von Berichten zu Geschichten (S. 17)

³ ebd., Achenbach, Anja; Humburg, Anja: Was guten Nachhaltigkeitsjournalismus charakterisiert (S. 9)

Das Netzwerk Weitblick will mit seiner Qualifizierungsinitiative für Nachwuchsjournalisten dazu beitragen, dass Journalistinnen und Journalisten ihre Aufgabe besser erfüllen können. Dafür wurden 12 Unterrichtsmodule zu unterschiedlichen Themen entwickelt, in Seminaren erprobt und als Handbücher bzw. Skripte in dieser Publikationsreihe „Journalismus & Nachhaltigkeit“ veröffentlicht.

Die Module sollen zugleich Anstoß für Bildungseinrichtungen sein, in diesen Prozess einzusteigen. Über einen Zeitraum von zwei Jahren haben Journalistenschulen, Hochschulen, Volontärsausbilder und Weiterbildungsinstitutionen mit den Dozenten – Journalistinnen und Journalisten aus dem Netzwerk – sowie der Projektleitung des Qualifizierungsprogramms zusammengearbeitet, um ein besseres Verständnis von Nachhaltigkeit zu vermitteln. Dies geschah jeweils eng an Themen und Fragestellungen orientiert, die die Teilnehmenden in ihren Arbeitsalltag mitnehmen konnten.

Die Publikationsreihe „Journalismus & Nachhaltigkeit“ unterstützt Bildungseinrichtungen auch auf längere Sicht darin, ...

- ... Nachwuchsjournalisten ein „Gespür“ und Verständnis für Nachhaltigkeit zu vermitteln.
- ... Journalistinnen aller Ressorts zu sensibilisieren, in ihrem Tagesgeschäft das Querschnittsthema mitzudenken.
- ... die Urteilskraft von Journalisten zu stärken, damit sie Ereignisse und Entwicklungen besser einordnen können.
- ... alle Beteiligten zu motivieren, sich gehaltvoll, kritisch und anregend mit den Herausforderungen unserer Zeit zu befassen.

Dies zu tun, ist Aufgabe von journalistischen Bildungseinrichtungen. Darum, so meinen wir, sollten diese stets auch Seminare zu Nachhaltigkeitsthemen in ihrem Programm haben.

Gleichzeitig heißt das: Journalisten müssen über ihr Selbstverständnis nachdenken – und vielleicht auch

darüber streiten. Bei Themen wie Rassismus, Homophobie, Antisemitismus oder Korruption haben die meisten Journalisten eine auf ethischen oder moralischen Normen gründende Haltung. Das Netzwerk Weitblick fordert, dass Journalisten auch bei Nachhaltigkeit Haltung zeigen.

Dabei basiert die Haltung auf wissenschaftlichen Fakten etwa zum Klimawandel oder Artensterben, die zwingend gesellschaftliches Handeln erfordern. Eine Orientierung vermitteln die globalen nachhaltigen Entwicklungsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) der Vereinten Nationen für das Jahr 2030, von der Weltstaatsengemeinschaft einstimmig beschlossen im September 2015.

Diese Agenda 2030 zeigt, dass auf politischer Ebene Einigkeit darüber besteht, wie notwendig eine nachhaltige zivilisatorische Transformation ist. Daran orientieren sich zunehmend auch Unternehmen und Investoren.

Das Netzwerk Weitblick will Journalisten sensibilisieren – nicht damit sie ständig explizit über Nachhaltigkeit berichten oder mit dem Begriff hantieren, sondern damit sie stets Nachhaltigkeitsaspekte mitdenken: in jedem Ressort und bei jedem Thema, sei es Mode, Wirtschaft, Reisen, Sport oder Politik. Und wir wollen daran mitwirken, dass diese Aspekte genauso selbstverständlich thematisiert werden können wie z. B. die Wertvorstellungen von Gerechtigkeit oder Freiheit.

Darüber hinaus soll es auch darum gehen, Perspektiven und Lösungen aufzuzeigen. Forschungen weisen nach, dass Journalismus zur Apathie bei Mediennutzern beitragen kann, sofern er nur Probleme darstellt, nicht aber mögliche Lösungen. Menschen scheinen Informationen besser an- und aufzunehmen, wenn diese sie nicht mit schlechten Nachrichten hilflos zurücklassen, sondern auf Handlungsoptionen und Lösungswege hinweisen. Hier ist ein Aktionsfeld für einen Journalismus, der neuer und auch experimenteller Erzählweisen bedarf.

Mit Informationsveranstaltungen, der Vernetzung von Medienschaffenden und der Qualifizierungsinitiative will das Netzwerk Weitblick seinen Teil dazu beitragen, neue Lösungen für die drängenden Probleme unserer Zeit zu entwickeln.

Susanne Bergius
Vorstandsvorsitzende
Netzwerk Weitblick

Heike Janßen
Vorstand Bildung
Netzwerk Weitblick

Torsten Sewing
Projektleiter
Qualifizierungsprogramm

Nachhaltigkeitsverständnis des Netzwerks Weitblick

- Nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweisen sind angesichts naturgegebener Begrenzungen auf diesem Planeten unverzichtbar, ihre Relevanz ist unbestritten. Es geht um soziale, globale und Generationengerechtigkeit, um eine Zukunft ohne (weitere) Verteilungskriege. Im Extremfall geht es um das Überleben der Menschheit.
- Nachhaltigkeit ist eine global existierende Wertvorstellung. Die 17 UN-Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs), zu denen sich alle 193 UN-Mitgliedsstaaten verpflichtet haben, zeigen, was zu tun ist, um die Menschenrechte zu achten, eine lebenswerte Welt zu schaffen und nächsten Generationen die Chance auf ein gewisses Maß an Selbstbestimmtheit zu erhalten.
- Die Menschen in den globalisierten Wertschöpfungsketten müssen unter sicheren Bedingungen arbeiten und von ihrer Arbeit menschenwürdig leben können. Menschen und Ökonomien müssen ökologisch nachhaltig haushalten: Sie tragen Verantwortung für die Lebensgrundlagen heutiger und nachfolgender Generationen überall auf der Welt.
- Nachhaltigkeit kann und muss national begonnen und gelebt werden, jedoch ist sie nur international realisierbar. Wir stehen vor einer der wichtigsten Transformationen der Menschheitsgeschichte.
- Aber: So wenig wie „die eine“ Wahrheit existiert, so wenig existiert in der konkreten Praxis „die eine“ Nachhaltigkeit.
- Für eine allgemeingültige, detaillierte Definition von Nachhaltigkeit sind die geographischen Gegebenheiten in den Regionen der Welt und die daraus erwachsenden Bedürfnisse der Menschen viel zu unterschiedlich.
- Der Weg zur Nachhaltigkeit bzw. eine nachhaltige Entwicklung ist folglich ein facettenreicher Such-, Lern- und Veränderungsprozess. In jedem Land gibt es andere Herangehensweisen und andere Prioritäten. Die konkreten Maßnahmen sind weltweit unterschiedlich. Es gibt keinen Königsweg, jede Gesellschaft muss ihren eigenen Weg finden und gehen. – Die Richtung aber ist für alle gleich.
- Infolgedessen gibt es auf die Frage, was Nachhaltigkeit ist und wie man sie misst, immer mehrere richtige Antworten. Da die Situationen in den Ländern nicht vergleichbar sind, können wir nicht überall dieselbe Messlatte anlegen. Zudem erfordern die stetig wachsenden wissenschaftlichen Erkenntnisse über die komplexen Zusammenhänge ständig Neujustierungen im praktischen Handeln.
- Nachhaltigkeit ist wie Weisheit, sie ist nie abschließend erreichbar und trotzdem aktiv anzustreben. Für die aktive Teilhabe müssen Menschen informiert werden – durch einen Journalismus, der gründlich recherchiert, spannend erzählt und zum Handeln anregt.

Nachhaltigkeit und Journalismus

- Nachhaltigkeit ist ein Querschnittsthema. In allen Medien ist darum ressortübergreifendes, interdisziplinäres Denken und Arbeiten nötig, für mehr Qualitätsjournalismus.
- Journalistische Aufgabe ist es, Zusammenhänge und Wechselwirkungen zu erklären, das gilt auch für Nachhaltigkeit und ihre Aspekte: Medienschaffende sollten anhand offengelegter Kriterien nicht-nachhaltiges Handeln ans Tageslicht bringen und einen Diskurs über Lösungen für zukunftsfähige Gesellschaften und Ökonomien anstoßen.
Orientierung bieten etwa die 2015 von den Vereinten Nationen verabschiedeten 17 globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs).
- In allen Ressorts – von Wirtschaft und Politik über Lifestyle und Sport bis hin zu Kultur und Reise – können und sollten Journalisten Nachhaltigkeitsaspekte mitdenken, bei der Recherche berücksichtigen, Argumente abwägen und in die aktuelle Berichterstattung einfließen lassen. Nachhaltigkeit muss nicht stets das Hauptthema sein, aber ihre Facetten sind zu beachten: Es gibt praktisch kein Thema, bei dem sie keine Rolle spielen.
- Nachhaltigkeit ist mit Leben zu füllen – genauso wie die Begriffe Freiheit, Gerechtigkeit und Frieden. Dazu braucht es Information, Diskussion und Meinungsbildung, angeregt durch gut informierte und gut informierende Journalistinnen und Journalisten als Er- und Vermittler von Wirklichkeiten. Ideologiefrei, unabhängig, nicht manipulierend, aber mit Haltung.
- Wer tiefer einsteigt in Themen wie Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Investments oder Lieferketten, wird spannende und aufregende Aspekte finden. Sie warten darauf, enthüllt zu werden, und haben einen hohen Nachrichtenwert.
Viele der konkreten Herausforderungen und sogar Fakten sind in der Öffentlichkeit und selbst in Fachkreisen gar nicht bekannt. Lösungsansätze haben immer auch Widersacher. Darum besitzen Nachhaltigkeitsaspekte oft erheblichen Debattenwert. Mehr können sich Journalisten nicht wünschen.

Voneinander lernen – miteinander wirken

Das gemeinnützige Netzwerk Weitblick e.V. ist ein Angebot von Journalisten für Journalisten im gesamten deutschsprachigen Raum.

Wir wollen Medienschaffende aller Ressorts zum Querschnittsthema Nachhaltigkeit informieren und bei ihrer Arbeit unterstützen.

Netzwerk Weitblick

bietet Service und vielfältige Vernetzungsmöglichkeiten.

qualifiziert ressortübergreifend und stärkt das Gespür für neue Fragen.

setzt Signale für die hohe Relevanz der Nachhaltigkeit auch für die journalistische Arbeit.

Wir freuen uns
über neue Mitglieder.
über Förderer.
über Kooperationspartner.

Kontaktieren Sie uns!

post@netzwerk-weitblick.org
www.netzwerk-weitblick.org



Vorwort

Die Welt steht auf Messers Schneide. Das klingt pathetisch, beschreibt die Realität aber korrekt: Die planetaren Belastungsgrenzen¹ sind überschritten oder werden es bald sein, wenn wir weiter so wirtschaften wie bisher.

Die Energiewende kann helfen, eine der Überlastungen zu heilen, die wir unserem Planeten zumuten: Die Atmosphäre hat schon so viel Kohlendioxid aufgenommen, dass die Auswirkungen bereits heute spürbar sind. Hitzewellen und Starkregen sind sogar im reichen Deutschland eine Gefahr für Leib und Leben geworden. Wie viel mehr treffen Dürren und Überflutungen die Armen der Welt. Vom Anstieg des Meeresspiegels ganz zu schweigen.

Die Energiewende ist also kein Selbstzweck, sondern notwendiges Umsteuern innerhalb der großen Transformation, die nötig ist, damit Menschen auch in Zukunft gut auf diesem Planeten leben können. Doch was dem einen als Verheißung und Rettung erscheint, macht dem anderen Angst. Die Welt ist ohnehin komplex genug, jetzt kommt auch noch die Energiewende hinzu. Die Menschen ahnen, dass der notwendige Umbau auch liebgeordnete Gewohnheiten treffen könnte. Und es gibt starke Beharrungskräfte von Interessengruppen, die mit fossilen Energien immer noch gutes Geld verdienen.

Beim täglichen Gerangel um die konkrete Gestaltung der Energiewende müssen Journalistinnen und Journalisten die verschiedenen Interessenlagen erkennen, Vorschläge einordnen und die Lösungen bewerten. Bei der Komplexität des Energiesystems ist das sehr schwierig. Wird Erdgas mit seinen geringeren Emissionen im Vergleich zur Kohle nur schönegeredet oder ist es wirklich eine hilfreiche Brückentechnologie? Schadet der Infraschall von Windrädern oder ist das Argument vorgeschoben? Ist es angemessen, dass Wohnungsunternehmen ihre Gewerbesteuerbefreiung verlieren, wenn sie ihren Mietern Solarstrom vom eigenen Dach anbieten? Beim journalistischen Recherchieren und Schreiben geht es immer wieder um solche Details.

Dieses Buch möchte einen Eindruck vermitteln, wie weit die Debatten fortgeschritten sind und wie viele Lösungen es bereits gibt. Es stellt Informationsquellen für den schwierigen Weg zur Verfügung, der noch vor uns liegt. Und es möchte eine Stütze im Ringen um die beste Lösung für die Energiewende sein.

Ihre Akzeptanz in der Bevölkerung ist nach wie vor groß. Doch wenn es um den Netzausbau oder die Windkraft geht, wird es schnell emotional. Dann ist es auch für Journalisten nicht immer leicht, den Überblick zu behalten. Für den komplizierten Übergang in eine neue, nachhaltigere Art des Wirtschaftens werden aber fähige Lotsen gebraucht. Journalistinnen und Journalisten haben dabei die Verantwortung, sich selbst und die Gesellschaft gut zu informieren.

Alle im Buch genannten Links sind im Februar 2018 abgerufen worden.

1 <http://www.duh.de/themen/natur/planetare-grenzen>

1 Energiegesetze

Das deutsche Erneuerbare-Energien-Gesetz hat die Stromerzeugung weltweit revolutioniert, weil es Elektrizität aus Sonne und Wind preiswert gemacht hat. Aktuell verhandeln die Mitglieder der Europäischen Union über ein großes Gesetzespaket, das die Energiewende in ganz Europa voranbringen soll.

Die Energiebranche ist ein stark regulierter Bereich. Das heißt, es gibt wenig Markt und viele Vorschriften.¹ 12 000 Gesetze und Verordnungen sollen es in Deutschland sein. Dieser Rucksack stammt noch aus der Zeit, als die Stromerzeugung Sache von Monopolisten war, die auch die Netze besaßen. Der Markt allein konnte und sollte nicht alles regeln. Aber auch heute kommen immer noch neue Gesetze hinzu. Das lässt sich damit erklären, dass die Verfügbarkeit von Strom, Treibstoff, Gas und Öl Grundbedingung für das Funktionieren der Industriegesellschaft ist.

1.1 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz

Eins der wichtigsten Gesetze der Branche ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Es wurde nach der Bundestagswahl 1998 von drei Abgeordneten der Grünen und der SPD verfasst. Die Umstände schildert der Journalist Benjamin von Brakel in seinem preisgekrönten Beitrag „Auf in die letzte Schlacht“.²

Das EEG trat im Jahr 2000 in Kraft und löste das Strom-einspeisegesetz von 1990 ab. Auch dieses Gesetz, das schon von der Regierung Kohl verabschiedet wurde, sah bereits eine Einspeisevergütung für erneuerbar erzeugten Strom vor. Doch erst das EEG brachte die Idee zum Fliegen.

Die festen, über 20 Jahre garantierten Einspeisevergütungen, reizten Investitionen in die damals noch sehr teuren erneuerbaren Energien an. Die daraufhin einsetzende Massenproduktion machte die erneuerbaren Energien rentabler. So erhielten die ersten Photovoltaikanlagen eine Vergütung von 50,6 Cent pro Kilowattstunde. 2017 lag die Vergütung in Deutschland nur noch bei 4,9 Cent pro Kilowattstunde. In sonnenreichen Staaten der Erde wie Chile oder den Vereinigten Arabischen Emiraten wird sogar nur halb so viel bezahlt. Die International Renewable Energy Agency prognostiziert, dass

erneuerbare Technologien im Jahr 2020 konkurrenzfähig mit anderen Arten der Energieerzeugung sein werden.³

Kritisiert wurde am EEG, dass die Einspeisevergütung den Strompreis hochtreibt. Um sie zu bezahlen, müssen Stromverbraucher die EEG-Umlage abführen. Allerdings gibt es Ausnahmen, etwa eine Bagatellgrenze für Klein-erzeuger mit Anlagen, deren Leistung weniger als zehn Kilowatt beträgt. Und für die energieintensive Industrie, damit sie international konkurrenzfähig bleibt. 2013 rechnete der damalige Umweltminister Peter Altmaier (CDU) vor, dass die Energiewende insgesamt eine Billion Euro kosten würde. Bernhard Pötter hat das in der „taz“ als „Geschichte eines Rufmords“ erzählt.⁴

Tatsächlich sind die Stromkosten in Deutschland mit die höchsten in Europa. Die EEG-Umlage macht aber nur rund ein Viertel des Strompreises aus. Sie wird voraussichtlich nicht mehr stark steigen, weil die erneuerbaren Energien so viel billiger geworden sind. Der Energiewendepionier Paul Gipe nannte die Energiewende und das EEG deshalb „Deutschlands Geschenk an die Welt“.⁵

Mit den EEG-Reformen 2014 und 2017 wurde das System von einer Festvergütung auf Ausschreibungen umgestellt. Wer heute eine Anlage zur erneuerbaren Stromerzeugung bauen will, muss sich in einem Bieterverfahren um die Vergütung bewerben. Verbunden damit sind Mengenvorgaben, die von der Politik kommen. Sie deckeln den Ausbau, könnten aber in der jetzigen Legislaturperiode wieder wegfallen, weil die Ausbauziele im Rahmen der Ausschreibungen oft nicht erreicht wurden.⁶

Während die erste Fassung des EEG aus dem Jahr 2000 nur fünf Seiten umfasst, ist der Text mit den Reformen 2004, 2009, 2012, 2014 und 2017 stark angeschwollen. Einen guten Überblick über den Stand des Gesetzes bietet die fortlaufend aktualisierte Arbeitsausgabe der Clearingstelle EEG.⁷

1 <http://www.bmwi.de/Navigation/DE/Service/Gesetzeskarte/gesetzeskarte.html>

2 <https://www.freitag.de/autoren/bvb/auf-in-die-letzte-schlacht>

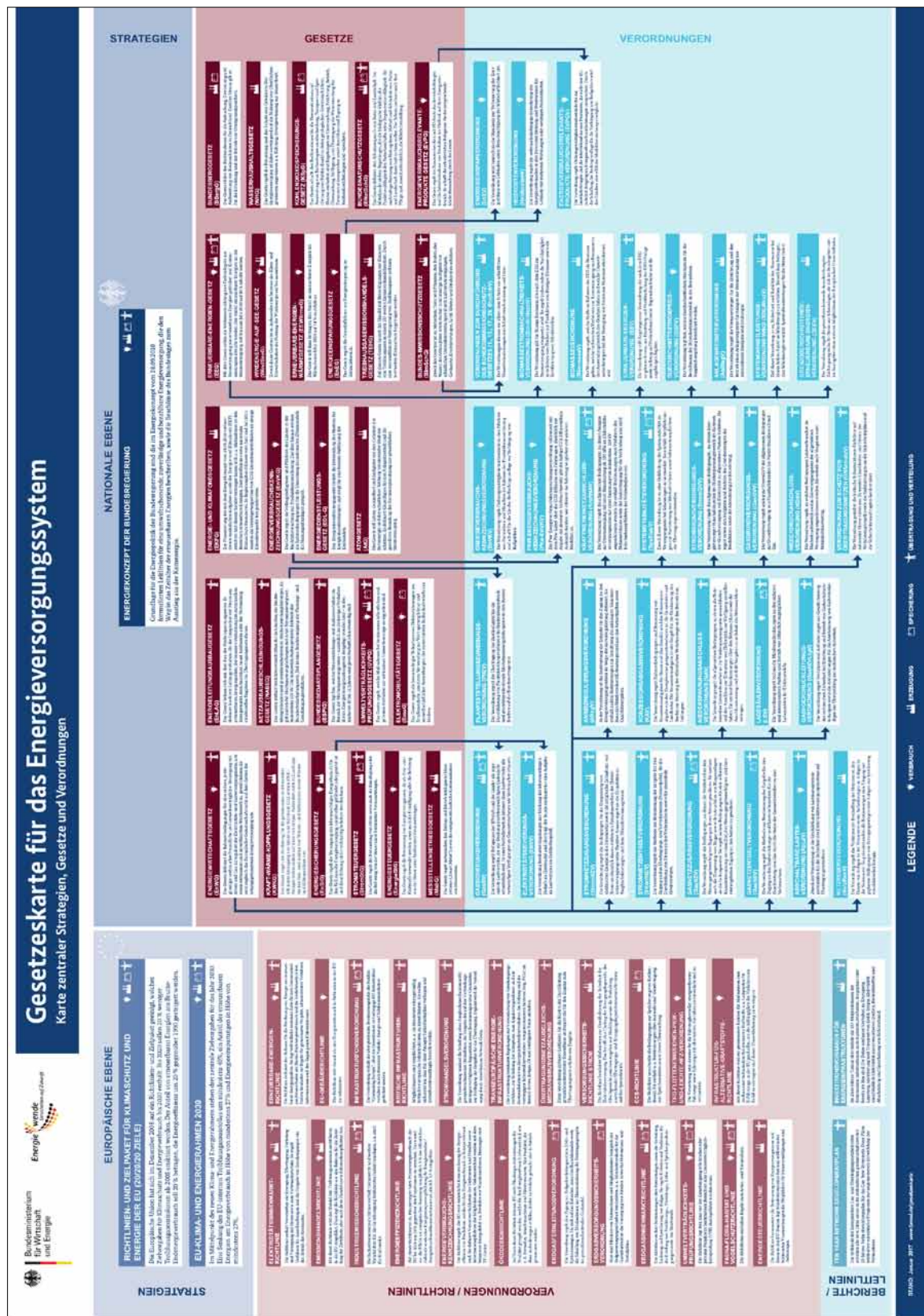
3 <http://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2018/Jan/Onshore-Wind-Power-Now-as-Affordable-as-Any-Other-Source>

4 <http://www.taz.de/!5031300>

5 <http://www.sonnenfluesterer.de/2014/08/klare-verstaendliche-worte-zum-eeeg>

6 <https://www.erneuerbareenergien.de/anteil-der-erneuerbaren-waechst-zu-langsam/150/437/103188>

7 <https://www.clearingstelle-eeeg-kwkg.de/eeeg2017/arbeitsausgabe>

Abb. 1 Energiegesetze⁸

Ein Grund für den immer komplexeren Text sind die zahlreichen Ausnahmeregelungen, die viele unterschiedliche Interessengruppen bedienen. Das liegt nicht nur an deren erfolgreicher Lobbyarbeit, sondern auch an einer schwierigen Rahmenbedingung: Die Förderkosten für fossile Energien sind so niedrig, dass die erneuerbaren bisher nicht damit konkurrieren konnten. Das Preissignal aus dem europäischen Emissionshandel ist zu niedrig, um eine Trendwende zu bewirken. Und auf einen zusätzlichen CO₂-Preis konnte sich die Bundesregierung bisher nicht verständigen.

Der Thinktank Agora Energiewende erklärt den Emissionshandel so:

„Der Emissionshandel ist ein System marktwirtschaftlicher Regulierung von Emissionen durch handelbare Emissionsrechte-Zertifikate. In Europa werden so die CO₂-Emissionen von Kraftwerken und großen Industrieunternehmen reguliert. Dabei wird eine insgesamt tolerierbare Menge an Emissionen festgelegt und in Form von Zertifikaten ausgegeben. Die Unternehmen erhalten durch Zertifikate die Berechtigung, CO₂ auszustoßen. Hat ein Unternehmen einen höheren CO₂-Ausstoß als es Zertifikate besitzt, kann es seine Emissionen beispielsweise durch neue Technologien reduzieren oder zusätzliche Verschmutzungsrechte an der Börse von anderen Unternehmen erwerben. So entsteht ein Marktpreis für CO₂.“⁹

1.2 Energiewirtschaftsgesetz und Gebäudeenergiegesetz

Ein weiteres wichtiges Gesetz für den Energiesektor ist das Energiewirtschaftsgesetz, das in seiner ursprünglichen Fassung aus dem Jahr 1935 stammt und zuletzt 2005 novelliert wurde.

2017 scheiterte der Versuch, das Energieeinsparungsgesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Wärme-Gesetz zum Gebäudeenergiegesetz zusammenzufassen. Damit sollten Regeln, die eigentlich zusammengehören, vereinfacht und verschlankt werden. Mit dem Scheitern des Gesetzes wurde auch die von der EU verlangte Festlegung auf einen

Niedrigstenergiestandard für öffentliche Gebäude nicht getroffen. Er soll laut der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie ab 2019 für öffentliche Gebäude und ab 2021 für private Bauten gelten.

1.3 Das Clean-Energy-Package der Europäischen Union

Auf dem Weg ist ein umfangreiches Gesetzespaket der EU, das den gesamten Stromsektor, den Gebäudebereich, die Energieeffizienz und die erneuerbaren Energien betrifft. Das Vorhaben „Saubere Energien für alle Europäer“ umfasst vier Verordnungen, die unmittelbar gelten werden, und vier Richtlinien, die noch in nationales Recht umgesetzt werden müssen.

Alle acht Gesetze sollen im Lauf des Jahres 2018 verabschiedet werden, bevor im Mai 2019 das Europäische Parlament neu gewählt wird und alte legislative Vorhaben verfallen.

Folgende Gesetze enthält das Paket:¹⁰

- Governance-Verordnung
- Erneuerbare-Energien-Richtlinie
- Energieeffizienz-Richtlinie
- Gebäudeeffizienz-Richtlinie
- Strommarkt-Richtlinie
- Strommarkt-Verordnung
- Verordnung über die Strommarktregulierer
- Verordnung über Risiken im Strommarkt

Begleitet wird das Winterpaket von weiteren Plänen für sparsame elektrische Geräte (Eco-Design)¹¹ und zum Anreizen von Innovation für saubere Energien.¹²

Die Verabschiedung der Gesetze wird Auswirkungen auch auf die Gesetzgebung in Deutschland haben. So sieht die Governance-Verordnung¹³ vor, dass alle EU-Mitgliedsstaaten Pläne für die Erfüllung ihrer Klimaziele bis 2030 vorlegen. Die Schritte zum Erreichen dieser Ziele sind parallel zum Überprüfungsmechanismus des Klimaabkommens von Paris getaktet.¹⁴

9 <https://www.agora-energiewende.de/de/service/glossar/>

10 <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>

11 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0773&from=EN>

12 https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_act_part1_v6_0.pdf

13 <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/DE/COM-2016-759-F1-DE-MAIN-PART-1.pdf>

14 http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf

Fabian Joas vom Thinktank Agora Energiewende sieht die Klima- und Energiepläne als gutes Instrument, um die Verantwortlichen in den Ländern, die bisher noch wenig Wind- oder Solarkraft ausgebaut haben, zum Nachdenken anzuregen. „Durch die Pläne sind sie gezwungen nachzurechnen. Und wenn man mit den neuesten Zahlen arbeitet, sieht man, dass die erneuerbaren Energien die günstigste Option sind“, sagt er.

Für 2030 sieht die Governance-Verordnung bisher ein Ausbauziel für erneuerbare Energie von 27 Prozent am Stromverbrauch vor. Das Europäische Parlament hat kürzlich beschlossen, dass es 35 Prozent sein sollen. Der Kampf um diese Ziele wird die Debatten des Jahres 2018 in Brüssel bestimmen.

Am weitesten sind bisher die Verhandlungen zur Neuaufgabe der Gebäudeeffizienzrichtlinie¹⁵ gediehen. Sie sieht vor, dass die Mitgliedsstaaten langfristige Renovierungsstrategien entwickeln, um bis 2050 einen hoch-effizienten und dekarbonisierten Gebäudebestand zu schaffen. Die Gebäude mit der schlechtesten Energieeffizienz sollen als erste adressiert und die finanziellen Risiken für Investitionen in Energieeffizienz gemindert werden. In neuen und umfassend renovierten Nicht-Wohngebäuden mit mehr als zehn Parkplätzen soll mindestens eine Lademöglichkeit für Elektroautos geschaffen werden. Die EU-Kommission soll einen sogenannten Intelligenzindikator entwickeln, der anzeigt, wie stark ein Gebäude seinen Betrieb an die Erfordernisse der Bewohner und des Netzes anpassen kann.

Wichtig für EU-Länder, in denen bisher noch Monopolisten den Strommarkt beherrschen, sind die Regeln der Erneuerbare-Energien-Richtlinie.¹⁶ Sie wollen Bürgern das Recht geben, Strom selbst zu erzeugen, zu speichern und zu handeln. Dies wird in vielen EU-Mitgliedsstaaten noch durch bürokratische Hürden verhindert. Bürgerenergieprojekte mit Anlagen, die zusammen nicht mehr als 18 Megawatt Leistung haben, sollen ohne Ausschreibung gefördert werden dürfen.

Diese Grenze ist eine von fünf Bedingungen, von denen vier erfüllt werden müssen, damit ein Projekt als Erneuerbare-Energien-Gemeinschaft anerkannt werden kann. „Die EU ist interessiert daran, diese Gemeinschaften zu fördern, weil sie bei der sozialen Akzeptanz der Energiewende helfen und den Anteil der erneuerbaren Energien steigern“, sagte Paula Abreu Marques,

Leiterin der Abteilung „Erneuerbare und CCS“ bei der EU-Generaldirektion Energie, während eines Bürgerenergiekongresses 2017 in Berlin.¹⁷

15 <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/DE/COM-2016-765-F1-DE-MAIN.pdf>

16 <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/DE/COM-2016-767-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF>

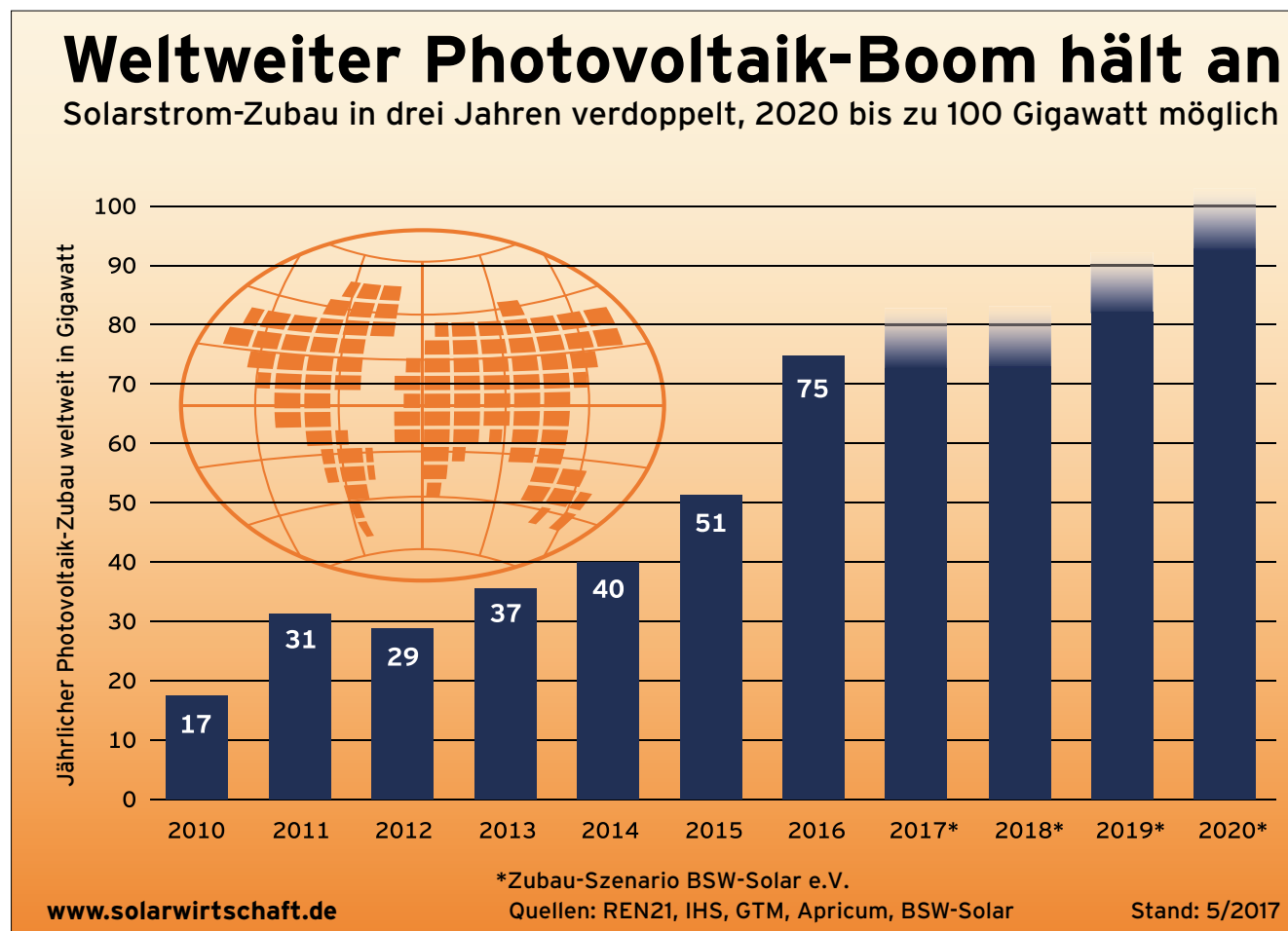
17 <http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/genossenschaften-buergerenergie-bekommt-schuetzenhilfe-aus-bruessel/19393904.html>

2 Photovoltaik

Die Photovoltaikmodule auf deutschen Dächern sind das Symbol der Energiewende schlechthin. Sie liefern Grünstrom für jedermann. Und obwohl es die Photovoltaik (PV) schon so lange gibt, wird sie immer noch effizienter werden, sagen Fachleute.

Solarenergieforschung in Hameln. „Wir sind am Anfang einer ganz rasanten Entwicklung.“ Ein Beispiel: Tandemsolarzellen, die unterschiedliche Wellenlängen des Sonnenlichts absorbieren, können den Wirkungsgrad der Photovoltaik weiter steigern. Noch seien diese Zellen „abstrus teuer“. Aber es gebe schon Ideen, wie man sie billiger machen könne, sagte Brendel.

Abb. 2 Photovoltaik ¹



Die Jahrestagung des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien (FVEE) ist eine Art Familientreffen der Erneuerbare-Energien-Forschung. 2017 stand die Konferenz unter dem Motto „Innovationen für die Energiewende“. Das dürfe aber nicht missverstanden werden, sagte Frank Bauer vom Institut für Zukunftsenergiesysteme: „Die Energiewende muss umgesetzt werden, die Technologien dafür sind da.“

Trotzdem gebe es gerade bei der Photovoltaik noch viel Luft nach oben, sagte Rolf Brendel vom Institut für

Der Wirkungsgrad einer Solarzelle gibt an, wie viel Sonnenlicht in Strom umgewandelt wird. Die Wirkungsgrade sind sehr unterschiedlich und hängen davon ab, aus welchem Material sie aufgebaut sind. Herkömmliche Module haben einen Wirkungsgrad von 25 Prozent.

Brendel sieht für die deutschen Maschinenbauer – sie sind in der Photovoltaik Weltmarktführer – sehr günstige Bedingungen. „Der Zubau hat sich in den vergangenen fünf Jahren weltweit vervierfacht und wird 2018 rund

¹ Quelle: BSW, <https://solarwirtschaft.de>

100 Gigawatt betragen.“ 2012 wurde die Einspeisevergütung für Solarstrom in Deutschland massiv gesenkt. In der Folge brach der Absatz ein und tausende Arbeitsplätze in der Modulherstellung gingen verloren. Im Anlagenbau sind deutsche Unternehmen aber weiterhin sehr stark. Zuletzt machten die Photovoltaik-Zulieferer ein starkes Umsatzplus, weil sie von Investitionen der Photovoltaikhersteller in Asien profitierten. Gefragt waren sowohl Komponenten, Maschinen und Anlagen für die Herstellung von kristallinen Zellen als auch für die neuere Dünnschichttechnologie.

Damit Deutschland trotz großer Konkurrenz weiter auf diesem Feld mitspielen kann und nicht von Know-how von außen abhängig wird, stellte der FVEE Empfehlungen für die Forschungsförderung im Bereich Photovoltaik auf. ² Andeutungsweise wird darin auch eine politische Forderung formuliert: „Ein starker Heimatmarkt stützt die Innovationskraft heimischer Unternehmen.“ Dazu Brendel: „Es ist wichtig, dass der Druck von der Marktseite kommt, die Photovoltaiktechnologie zügig auszubauen.“ Um die Klimaziele bis 2050 zu erreichen, müsse der jetzige Ausbaukorridor von 52 Gigawatt auf 200 Gigawatt angehoben werden.

2.1 Wundermaterial Perowskit

Ein ganz neues Material für die Herstellung von Solarmodulen sind Perowskite. Sie könnten in den neuen Tandemzellen eingesetzt werden. Noch aber gibt es Probleme, was die Haltbarkeit der Perowskitschicht angeht.

Perowskit ist Calciumtitanat (CaTiO_3). Der deutsche Mineraloge Gustav Rose entdeckte es 1835 im Ural und benannte es nach dem russischen Mineralogen Lev Perowski. Heute bezeichnet man alle Stoffe mit einer gleichmäßigen, würfelförmigen Kristallstruktur als Perowskite. Allerdings sind sie längst nicht so haltbar wie Silizium. Hitze und Feuchtigkeit machen ihnen zu schaffen. Forscher der Universität von Lausanne haben dagegen eine Beschichtung entwickelt, die als Durchbruch bezeichnet wird. ³ Doch noch ein weiteres Problem gibt es: Viele Solarzellen aus Perowskit enthalten Blei. Doch auch hier gibt es Lösungen für andere Materialien wie Zinn als Ersatz.

Bisher gibt es serienmäßig noch keine Solarmodule mit Perowskitbeschichtung zu kaufen. Bis sie nennenswerte

Marktanteile erreichen, dürften noch einige Jahre vergehen. Die regelmäßig aktualisierte International Technology Roadmap for Photovoltaics sieht Tandemzellen im Jahr 2027 bei 5 Prozent Marktanteil. ⁴ Bis dahin werde zunächst der Anteil der sogenannten PERC-Zellen (Passivated Emitter and Rear Cell) steigen. Durch ihren Aufbau haben sie eine größere Stromausbeute als die Standard-solarzelle. Künftig wären dann auch Zellen aus reinem Perowskit denkbar. Auch daran wird geforscht. ⁵

2.2 Dünnschicht-Detektive im EMIL

Dünnschichtsolarzellen können Unternehmen und Wissenschaftler jetzt in einem neuen Labor des Helmholtz-Zentrums Berlin in einem Arbeitsgang herstellen und testen. Die Kombination von Materialsynthese und Analytik macht das Energy Materials In-Situ Laboratory (EMIL) ⁶ in Adlershof weltweit einzigartig.

Dottergelb wie der Umschlag von Erich Kästners Buch „Emil und die Detektive“ ist der Fußboden im EMIL. Denn es gibt eine Gemeinsamkeit: Auch im EMIL geht es um detektivische Feinarbeit. Dafür werden Elektronen im Ring des benachbarten Synchrotron BESSY II so lange in die Runde gejagt, bis energiereiche Röntgenstrahlung entsteht. Zwei Strahlrohre leiten sie hinüber ins EMIL. „Mit diesem Röntgenlicht kann man in die Tiefe der Materialschichten der Dünnschichtphotovoltaik schauen“, sagt Projektleiter Klaus Lips.

Die Übergänge zwischen den Materialschichten, die für eine optimale Elektronenausbeute kombiniert werden, müssen möglichst defektfrei sein. Mit welchen Materialien und mit welchen Beschichtungsverfahren das am besten klappt, misst die Analytikeinheit von EMIL. Zurzeit halten Dünnschichtsolarzellen auf Basis von Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) mit 22,6 Prozent Wirkungsgrad den Weltrekord. Im Schnitt nur zehn Atome dick sind die Schichten. Dutzende solcher Materialien können im EMIL kombiniert werden.

EMIL ist ein Gemeinschaftsprojekt des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) und der Max-Planck-Gesellschaft (MPG). Neben der Photovoltaik- und Katalyseforschung kann man dort auch neuartige chemische Speicher auf Basis von Solarzellen analysieren, die Strom zur Spaltung von Wasser verwenden und so Wasserstoff erzeugen. Auch Thermoelektrika, die an einer Seite warm und an

2 http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische_Papiere_FVEE/17_PV_Foerderung/17_11_FVEE-Empfehlungen_PV-Forschungsforderung.pdf
3 <https://futurezone.at/science/forschern-gelingt-durchbruch-bei-perowskit-solarzellen/288.868.727>

4 <http://itrpv.net/Reports/Downloads>
5 https://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Perowskitstatt_Silizium_Neuer_Solarzellen_Typ_reift_rasant_heran1771015589605.html
6 <https://hzbzlog.com/hzbemil>

der anderen kalt sind und durch diesen Temperaturunterschied Strom erzeugen, kann man im EMIL testen.

2.3 Kombination mit Solarthermie

Forschungen zu kombinierten Photovoltaik- und Solarthermiemodulen (PVT) will die Internationale Energieagentur (IEA) in ihrem Programm zum solaren Heizen und Kühlen bündeln.⁷ Bei PVT-Modulen befinden sich Photovoltaikzellen an der Oberseite und eine Solarthermiejereinheit zum Sammeln von Wärmestrahlung an der Unterseite. Meist zirkuliert darin Glykol oder Sole. Die Solarthermiejereinheit ist über einen Wärmetauscher mit einem Heizsystem verbunden.

Bisher sind die Hybridmodule noch ein Nischenmarkt, was auch an ihrer spezifischen Leistung liegt: Sie erzeugen Wärme besonders im Sommer, wenn dafür wenig Bedarf in Privathaushalten besteht. Bisher galten PVT-Module deshalb als besonders geeignet für Schwimmbäder oder Sporteinrichtungen mit kontinuierlichem Warmwasserbedarf. Kombiniert werden sie auch gern mit Erdwärmepumpen, die die Wärme im Sommer in der Erde speichern, um sie im Winter zu nutzen.

Insgesamt sei PVT eine junge Technologie und im Gegensatz zur Photovoltaik noch kein Massenmarkt, sagt Manuel Lämmle vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Entsprechend hoch sind die Marktpreise. „Sie haben aber nichts mit dem wirtschaftlichen Potenzial von PVT zu tun“, sagt Lämmle. Anwendungsgebiete für PVT-Kollektoren sieht er vor allem im urbanen Raum, wo die Dachflächen im Vergleich zur Bewohnerzahl eines Hauses gering sind.

Für die Weiterentwicklung eines PVT-Kollektors bekam das Unternehmen Consolar 2017 den Umwelttechnikpreis von Baden-Württemberg. Consolar hat den Wärmetauscher verändert. Er besitzt durch senkrecht gestellte Rippen eine extrem große Oberfläche von rund 20 Quadratmetern. Das ist ungefähr zehnmal mehr als die Grundfläche des Moduls. Die meiste Energie sammelt der Kollektor damit aus der Umgebungsluft, nicht aus der Wärmestrahlung der Sonne. Die angeschlossene Wärmepumpe arbeitet in zwei Richtungen: Im Sommer kann sie Wärme aus dem Haus leiten und über den Wärmetauscher an der Rückseite des Moduls abführen. Damit ist das Problem der zu großen Wärmeerzeugung im Sommer gelöst.

Während der Heizperiode sind die erzielbaren Temperaturen durch die gleichzeitige Nutzung von Luft- und Strahlungsenergie höher. Damit braucht die angeschlossene Wärmepumpe auch kein Gebläse, das üblicherweise große Mengen Luft in die Anlage schleust, damit sie daraus die Energie zieht. Deshalb ist die Wärmepumpe leiser. „Durch die höhere Vorlauftemperatur braucht sie außerdem deutlich weniger Strom als Luftwärmepumpen. Und der kommt zu einem guten Teil vom selben Kollektor“, sagt Andreas Siegemund, Geschäftsführer Marketing und Vertrieb bei Consolar. Er sieht mit dem PVT-Kollektor eine neue Generation von solaren Wärmepumpen neben den herkömmlichen Luft- und Erdwärmepumpen aufkommen.

2.4 Ausbauziel verfehlt

Doch auch bei der Photovoltaik (PV) ist nicht die Technologie das Problem, sondern die Politik. 2017 wurden in Deutschland nur noch rund 2,1 Gigawatt an neuen PV-Kraftwerken errichtet. Das sind rund 2 Prozent des weltweiten Zubaus, schreibt das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in seiner jährlich aktualisierten Übersicht zum Stand der Photovoltaik in Deutschland.⁸

Die Bundesregierung hat im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2014 und 2017 einen jährlichen PV-Zubau von 2,5 Gigawatt als Ziel festgelegt. „Um unseren Energiebedarf überwiegend oder vollständig aus Erneuerbaren zu decken, werden dafür 150 bis 200 Gigawatt installierte PV-Leistung benötigt. Nehmen wir uns für den Ausbau Zeit bis 2050, so müssen jährlich im Mittel 4 bis 5 Gigawatt PV zugebaut werden“, schreibt das ISE weiter.

Seit der Umstellung der Förderung von Einspeisevergütung auf Ausschreibungen sind die Preise für Photovoltaikstrom aber noch einmal stark gefallen. Laut Bundesnetzagentur sank der Preis pro Kilowattstunde von 9,17 auf unter 5 Cent. Gleichzeitig wurden fast 90 Prozent der Anlagen aus den ersten Ausschreibungsrunden auch gebaut. Fachleute sagen der Photovoltaik weltweit einen Boom voraus.

7 <http://task60.iea-shc.org>

8 <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>

2.5 Balkonmodule siegen mit Guerillataktik

Auch auf dem Balkon könnten die Module demnächst viel einfacher installiert werden. Denn kleine Solarmodule für die private Stromerzeugung zu Hause dürfen jetzt direkt an eine normale Steckdose im Haushalt angeschlossen werden. Das ergibt sich aus einem gerade abgeschlossenen Normierungsverfahren. Um die sogenannte Guerilla-Photovoltaik gab es seit Längerem eine Sicherheitsdebatte. Bisher waren die Minianlagen einer Dachanlage mit viel höherer Leistung gleichgestellt. Sie durften offiziell nur an einem gesonderten Stromkreis und mit besonders gesicherten Industriesteckern betrieben werden.

Der Verband der Elektrotechnik (VDE) und die Deutsche Kommission Elektrotechnik (DKE) haben die Norm zusammen mit den verschiedenen Interessengruppen in einem demokratischen Verfahren überarbeitet. Sie gilt für die Installation von kleinen Photovoltaikmodulen. Damit ist das Verfahren aber noch nicht am Ende: Bald wird eine weitere Norm die sicheren Steckvorrichtungen der Module beschreiben, informiert Alexander Nollau vom VDE. Ende 2018 wird es eine dritte Norm für die Anforderungen an die Module selbst geben und wie sie geprüft werden.

Wer also ganz sichergehen will, kann noch bis dahin warten. Erlaubt ist der Betrieb der Balkonmodule aber jetzt schon. Sie sind normalerweise 1 Meter mal 1,60 Meter groß und haben eine Leistung bis 300 Kilowatt. Damit können sie potenziell 10 Prozent des Durchschnittsverbrauchs einer Familie erzeugen.

„Mit der neuen Norm ist eine entscheidende Hürde bei der Energiewende genommen“, sagt Marcus Vietzke von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie. Die Module könnten nicht nur auf dem Balkon, sondern überall, wo Platz ist, installiert werden. „Damit bekommen Millionen von Mietern die Chance, sauberen Strom zu erzeugen und selbst zu verbrauchen“, sagt er. Vietzke schätzt, dass Balkonmodule in Deutschland ein Potenzial von ein bis 2 Gigawatt haben. „Das entspricht der Leistung mehrerer Braunkohlekraftwerke mit hohem CO₂-Ausstoß“, sagt er. Zugleich könnten die Kosten für den Ausbau der Energienetze sinken.

3 Windenergie

Die Windkraft ist ein wichtiger Pfeiler der Energiewende. Wenn die Sonne nicht scheint, weht meist der Wind. So können sich die fluktuierenden erneuerbaren Energien ergänzen. Die Kosten von Windenergie an Land sind seit dem Wechsel von einer Festvergütung auf Ausschreibungen mit Bieterverfahren stark gesunken. Auch bei der Offshore-Windenergie gab es große Preissenkungen.

Windkraftanlagen gleichen den bei ihrer Herstellung entstandenen ökologischen Fußabdruck schnell aus. Ein Problem aber sind die Rohstoffe, die bei der Herstellung benötigt werden. Die Rotorblätter aus glasfaserverstärkten Kunststoffen können bisher nicht recycelt werden. Der Stahl für die Türme dagegen schon. Problematisch ist die Gewinnung der Rohstoffe für die Magnete.

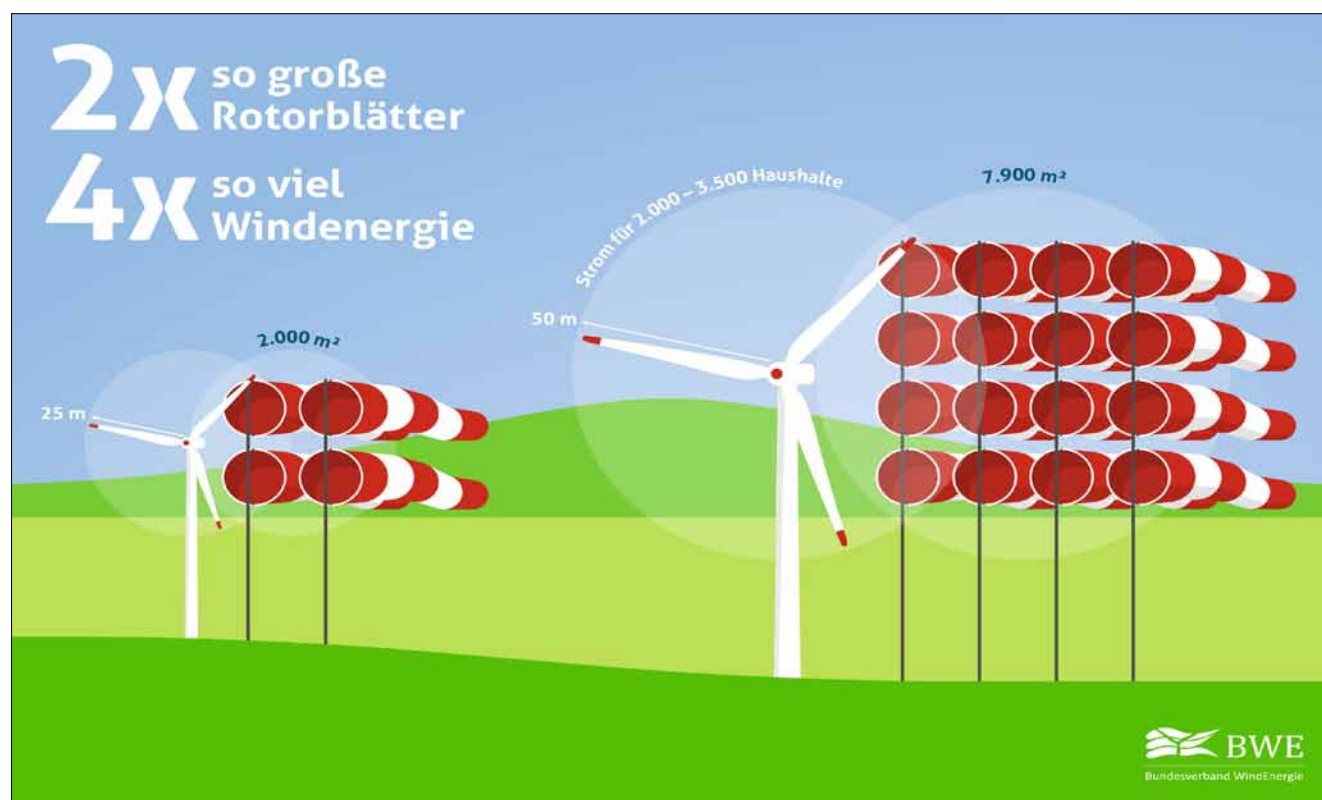
Ingenieure forschen an einer noch besseren Gestaltung der Rotorblätter und der Optimierung der Steuerung von ganzen Windparks. Der Ausbau der Windkraft geht in Deutschland regional sehr unterschiedlich voran. Zum Teil wird er von Protesten begleitet, zum Teil von Bürgerenergiegenossenschaften vorangetrieben.

3.1 Ökologischer Fußabdruck

Anders als Kritiker argumentieren, gehören Wind- und Solarenergie zu den Technologien mit der günstigsten indirekten Emissionsbilanz. Das ist das Ergebnis einer umfassenden neuen Studie eines internationalen Wissenschaftlerteams, die in der Fachzeitschrift „Nature Energy“ veröffentlicht wurde. Die Forscher zeigten, dass eine vollständige Dekarbonisierung des globalen Energiesektors durch den Ausbau dieser Technologien nur zu geringen indirekten Treibhausgasemissionen führen würde – und somit die Transformation hin zu einer klimafreundlichen Stromversorgung nicht maßgeblich behindern würde.

Die Studie kombiniert erstmals die Simulationen von Klimamodellen mit Methoden der Lebenszyklusanalyse. Das Ergebnis: Selbst wenn die Stromerzeugung fast vollständig dekarbonisiert wäre, würden fossile Kraftwerke immer noch zehnmal mehr CO₂-Äquivalente pro Kilowattstunde erzeugter Elektrizität ausstoßen als Wind- und Solarenergie.²

Abb. 3 Windkraft¹



1 Quelle: BWE

2 <https://www.nature.com/articles/s41560-017-0032-9>

3.2 Windkraft und Naturschutz

Der Naturschutz wird oft gegen Windkraftprojekte ins Feld geführt. Manchmal ziehen sich die Konflikte auch quer durch die Naturschutzverbände, zum Beispiel den Naturschutzbund Deutschland (NABU). Er hat ein Positionspapier „Naturverträgliche Nutzung der Windenergie an Land und auf See“ vorgelegt. Darin stellt der NABU dar, wie der Ausbau der Windenergie in Deutschland möglichst im Einklang mit der Natur geschehen kann.

„Dass wir in Deutschland die Windenergie brauchen, um unsere Klimaschutzziele zu erreichen, steht außer Frage. Wir dürfen dabei aber den Klimaschutz nicht gegen den Naturschutz ausspielen. Deshalb sind klarere Regeln zum naturverträglichen Ausbau der Windenergie notwendig. Ziel muss es sein, bei der Planung neuer Anlagen Konflikte von vornherein zu vermeiden und für Vorhabenträger mehr Rechtssicherheit zu schaffen“, sagt NABU-Präsident Olaf Tschimpke.

In dem Papier fordert der NABU, die Naturverträglichkeit stärker als politisches und planerisches Leitbild in den Ausbau der erneuerbaren Energien aufzunehmen.

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) versucht in mehreren Forschungsvorhaben, herauszufinden, wie sich Windkraft und Naturschutz verbinden lassen. Eins der Ergebnisse: Windparks sollten die Rastgebiete der Fledermaus aussparen. Fledermäuse wandern auf breiter Front und haben keine eindeutigen Zugkorridore. Aber es scheint besondere Rastgebiete zu geben, die für den Artenschutz sehr wichtig sind. Beim Bau und der Genehmigung von Windkraftanlagen müsse dies berücksichtigt werden, urteilt das BfN.³

3.3 Dem Bürgerprotest begegnen

Mecklenburg-Vorpommern hat als bisher einziges Bundesland ein Beteiligungsgesetz verabschiedet, das Projektträger nach dänischem Vorbild verpflichtet, für neue Windparks eine GmbH zu gründen und den Nachbarn Anteile von mindestens 20 Prozent zur Beteiligung anzubieten. Ein Anteil darf maximal 500 Euro kosten. Kaufen dürfen Anwohner und Gemeinden im Umkreis von fünf Kilometern um eine Anlage. Als zweite Möglichkeit können Projektträger den Gemeinden eine jährliche Ausgleichsabgabe anbieten. Drittens ist es möglich, den Bürgern ein Sparprodukt anzubieten.

Das Beteiligungsgesetz trat 2016 in Kraft. Ziel war, die Akzeptanz für die Windkraft im Land aufrechtzuerhalten. Mecklenburg-Vorpommern produziert bereits heute 140 Prozent seines Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien. Die Erzeugung soll noch erheblich ausgebaut werden.⁴

Zurzeit wird das Gesetz vor dem Landesverfassungsgericht vom Windparkentwickler UKA beklagt. Bisher (Stand Februar 2018) ist noch nicht über die Zulassung der Klage entschieden.

3.4 Die fingierte Bürgerenergie

Sonderregeln für Bürgerenergieprojekte führen zu der paradoxen Situation, dass reguläre Windparkentwickler nur noch geringe Chancen auf einen Zuschlag bei Ausschreibungen haben. Das wird aus der dritten Ausschreibungsrunde für Windenergie an Land deutlich. Den Zuschlag erhielten zu über 90 Prozent Bürgerenergiegesellschaften.

Schon bei der ersten Ausschreibungsrunde hatte es Kritik daran gegeben, dass große Entwickler über Mitarbeiter maßgeblich in Bürgerenergiegesellschaften vertreten sind.⁵ In der zweiten Runde stand der zweitgrößte deutsche Windparkentwickler UKA hinter 37 erfolgreichen Bürgerenergiegeboten mit einem Umfang von insgesamt 660 Megawatt – zwei Drittel der ausgeschriebenen Leistung. „Die Bürgerenergiegesellschaften, deren Partner wir sind, profitieren von unserer Erfahrung, Projekte kosteneffizient umzusetzen“, teilt UKA dazu mit.

Informationen, wonach UKA Verträge schließt, in denen die beteiligten Bürger auf ihr Stimmrecht verzichten, widerspricht das Unternehmen. „UKA hat keinem Gesellschafter einer Bürgerenergiegesellschaft eine Abtretungserklärung vorgelegt oder eine Abtretung nahegelegt. Der Gesellschaftsvertrag von Bürgerenergiegesellschaften verbietet dies auch.“

Anscheinend gibt es bei den Verträgen aber eine Grauzone. „Die gesetzlichen Bestimmungen sind so gefasst, dass es sehr schwer ist abzuschätzen, was noch erlaubt ist und was nicht“, sagt der Anwalt Klaus-Peter Sikora von der Freiburger Kanzlei Sterr-Kölln. „Wir haben

3 <https://idw-online.de/de/news677248>

4 <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod?feed=bsmv-lr&st=lr&showdoccase=1¶mfromHL=true&doc.id=jlr-WindPB%C3%BCGemBGMVrahmen>

5 <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/windparks-firmen-tarnen-sich-als-buergergesellschaften-a-1152947.html>

unseren Mandanten deshalb empfohlen, davon besser die Finger zu lassen.“

Auf jeden Fall hat es sehr schnell Nachbesserungen bei den Ausnahmen für Bürgerenergie gegeben: Eingereichte Projekte müssen seit 2018 wieder eine Genehmigung vorweisen.

3.5 Akzeptanz für die Windenergieanlagen

Wie die Umweltauswirkungen der Energiewende gemildert werden könnten, untersucht die Universität Leipzig zusammen mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. „Heute treten zunehmend Probleme in den Vordergrund, die man zu Beginn der Energiewende nicht auf dem Schirm hatte“, sagt Paul Lehmann, Leiter der Forschungsgruppe an der Universität Leipzig.⁶

Zu den Konfliktursachen zählt er den hohen Flächenverbrauch von Wind- oder Bioenergie: „Grundproblem ist, dass das starke nationale Förderinstrument EEG blind für die Auswirkungen vor Ort ist.“ Diese Konflikte versuche man dann, auf regionaler oder lokaler Ebene einzudämmen, etwa durch Abstandsregelung für Windräder. Zwischen der nationalen und der lokalen Ebene fehlt nach Einschätzung von Lehmann die Vermittlung. Vorschläge für ein besseres Zusammenwirken der Ebenen will seine Forschungsgruppe in zwei Jahren vorlegen. Grundsätzlich könnte es räumlich differenzierte Anreize für ein „ökologisiertes“ EEG geben.

Zur umwelt- und gesellschaftsverträglichen Transformation des Energiesystems fördert das Bundesforschungsministerium mehr als 30 Projekte.⁷ Eines davon beschäftigte sich ausdrücklich mit Energiekonflikten.⁸ Als neutraler Ansprechpartner bei Problemen tritt das von der Umweltstiftung Michael Otto geförderte Kompetenznetzwerk Naturschutz und Energiewende auf.

3.6 Windenergie effizienter machen

Nichts weniger als eine Revolution der Steuerungstechnik von Windkraftanlagen verspricht das

Forschungsprojekt Eco4Wind. Ab 2020 könnten die Stromgestehungskosten⁹ um 2 Prozent sinken.

Bisher werden Generator und Flügel aufgrund von Vorgaben gesteuert, die bei der Entwicklung der Windkraftanlagen festgelegt werden. Bisher war es deshalb nicht möglich, die Anlagen im Gleichklang mit den ständig schwankenden Windgeschwindigkeiten zu regeln. Nun wollen die Forscher von den Universitäten in Magdeburg, Freiburg und Bochum auf der Basis von Algorithmen die sofortige, optimale Einstellung von Flügeln und Generator je nach Windverhältnissen möglich machen.

Ein Rotorblatt, das auf schwankende Windlasten flexibel reagiert, haben Forscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt im Projekt SmartBlades2¹⁰ entwickelt. Das Rotorblatt mit einer Länge von 20 Metern wird durch eine sogenannte Biege-Torsionskopplung an die Windbewegungen angepasst. Bei höheren Windgeschwindigkeiten verwindet es sich und bietet dem Wind weniger Angriffsfläche, wodurch die Belastungen der Anlage reduziert werden können.

3.7 Rohstoffe für die Energiewende

Eine Konfliktmineralien-Verordnung der EU soll gewährleisten, dass der Import von Gold, Tantal, Wolfram und Zinn in die EU keine Konflikte oder Menschenrechtsverletzungen finanziert.¹¹ Diese Rohstoffe werden auch bei der Herstellung von Solar- und Windkraftanlagen genutzt. Ab 2021 müssen Unternehmen über die Einhaltung ihrer Sorgfaltspflichten beim Import dieser Rohstoffe berichten. Menschenrechtsorganisationen kritisieren, dass die Verordnung zu viele Schlupflöcher hat und dass Rohstoffe wie Lithium und Kobalt, die unter anderem für die Elektromobilität wichtig sind, unberücksichtigt blieben.

Seltene Erden werden für die Magnete der Windkraftanlagen gebraucht. Weitere wichtige Elemente sind Platin für Brennstoffzellen, Kobalt für Batterien, Gallium und Indium für Halbleiter sowie Kupfer für die Elektrifizierung des Lkw-Verkehrs mit Oberleitungen, für Elektromotoren und Wärmepumpen. Kobalt stammt zurzeit zur Hälfte aus der Demokratischen Republik Kongo, wo es

⁶ <https://idw-online.de/de/news680220>

⁷ <http://www.transformation-des-energiesystems.de>

⁸ <http://www.energiekonflikte.de/index.php?id=3>

⁹ Die Stromgestehungskosten geben an, wie viel es kostet, eine bestimmte Menge Strom zu erzeugen. Dazu gehören vereinfacht gesagt die Kapitalkosten, die Betriebskosten und die Brennstoffkosten. Bei den erneuerbaren Energien sind die Brennstoffkosten gleich Null. Dafür sind die Kapitalkosten hoch, weil die Anfangsinvestitionen hoch sind.

¹⁰ <http://www.smartblades.info>

¹¹ <http://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20170308IPR65672/konfliktmineralien-verbindliche-sorgfaltspflicht-fur-importeure-beschlossen>

im Kleinbergbau unter problematischen Bedingungen gewonnen wird.

Mit Rohstoffen für die Energiewende hat sich auch die Akademie der Deutschen Technikwissenschaften Acatech beschäftigt.¹² „Weltweit gibt es genügend natürliche Metallvorkommen für die Energiewende“, lautet das Fazit. Allerdings nehmen die Risiken bei der Beschaffung zu, haben die Deutsche Rohstoffagentur und die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ermittelt. Die Probleme sind in einer Rohstoffliste beschrieben.¹³

„Durch die Energiewende werden auf der anderen Seite fossile Rohstoffe im Umfang von mehreren Milliarden Tonnen eingespart und viele Umweltprobleme in den Ölförderregionen vermieden“, sagt Matthias Buchert, der am Freiburger Öko-Institut am Forschungsprojekt „Rohstoffwende 2049“ arbeitet. Die Transformation biete außerdem die Chance, in Zukunft bessere soziale Standards und eine faire Teilhabe an den Gewinnen aus den Ressourcen zu erreichen. Ein Recycling auf hohem Niveau müsse auf alle Fälle durch gesetzliche Vorschriften gesichert werden.

12 <http://www.acatech.de/de/aktuelles-presse/presseinformationen-news/news-detail/artikel/akademien-veroeffentlichen-stellungnahme-rohstoffe-fuer-die-energiewende.html>

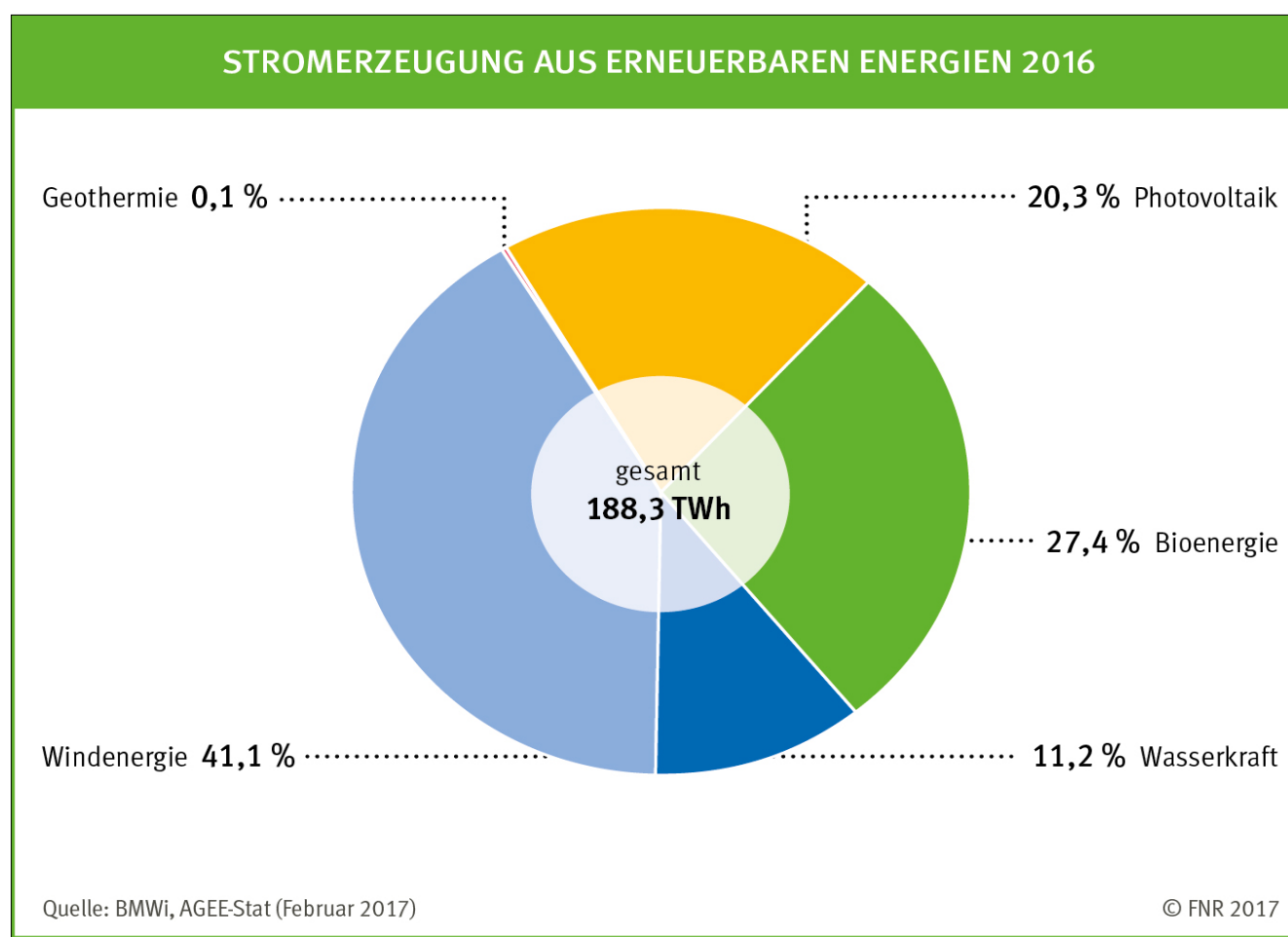
13 https://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/rohstoffliste-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=4

4 Bioenergie

Biomasse, meist Holz, ist weltweit immer noch der am meisten genutzte Brennstoff. Historisch erzwang in Europa erst die Industrialisierung den Übergang zur Kohle und später zu Öl und Gas. Kritisiert wird, dass die verstärkte Nutzung von Bioenergie aus Gründen des Klimaschutzes den Artenreichtum vermindert („Vermaisung“) und in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion steht („Tank statt Teller“).^{1 2 3} Forscher der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina sehen tatsächlich nur ein begrenztes Potenzial für Bioenergie in Deutschland.⁴

Inzwischen wurde die Förderung der Bioenergie im Erneuerbare-Energien-Gesetz gesenkt. Trotzdem gibt es Anwendungsfälle, in denen sie ihre Berechtigung hat, etwa bei der Herstellung von Pellets aus Sägemehl. Biogasanlagen können flexibel hoch- und heruntergefahren werden und damit zum Ausgleich volatiler erneuerbarer Energien beitragen. Bioenergie steht außerdem in einem größeren Zusammenhang mit der Bioökonomie. Sie beschäftigt sich damit, wie fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden können.

Abb. 4 Biomasseanteil am Primärenergieverbrauch⁵



1 <http://www.wri.org/publication/avoiding-bioenergy-competition-food-crops-and-land>
 2 <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/06870.pdf>
 3 https://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Fragen-Antworten/3_ErneuerbareEnergien/_bioenergie-biokraftstoffe/_node.html
 4 <https://www.leopoldina.org/publikationen/detailansicht/publication/bioenergie-moeglichkeiten-und-grenzen-20122013>
 5 Quelle: BMWi, AGEE-Stat (Februar 2017), © FNR 2017,

4.1 Wege zu einer nachhaltigen Bioenergieversorgung

Chancen und Risiken der Bioenergie hat ein Forscherteam an der Universität Göttingen fünf Jahre lang untersucht.⁶ Ihr Buch zeigt, wie die Produktion und die energetische Nutzung der Biomasse mit den Anforderungen des Klimaschutzes, der Biodiversität, des Landschaftsschutzes und der Nahrungsmittelversorgung, aber auch mit ökonomischen Aspekten in Einklang gebracht werden können. „Es ist möglich, auf belasteten Flächen oder entlang der großen Flüsse Energiepflanzen anzubauen, die nur wenig Schadstoffe aufnehmen. So können diese Flächen wieder genutzt und die Flächenkonkurrenz kann entlastet werden“, schreibt der Umweltgeowissenschaftler Hans Ruppert in der Veröffentlichung.

Für eine erfolgreiche Umsetzung von Bioenergie-Projekten sei entscheidend, dass alle Akteure und Perspektiven in die Planungs- und Entscheidungsprozesse einbezogen werden. Deshalb haben die Forscher Methoden zur Unterstützung solcher Entscheidungsprozesse erarbeitet. Sie zeigen Wege auf, wie Energiepflanzen zum Artenreichtum beitragen und wie kostenintensive Nahwärmenetze wirtschaftlich betrieben werden können.

4.2 Nachfrage nach Holzpellets steigt

Pellets werden aus Holzresten, meist aus Sägemehl, hergestellt. Es wird erhitzt und verklebt dabei durch die natürlichen Inhaltsstoffe. So kann man aus einem Abfallprodukt wertvolles Heizmaterial machen, das auch noch CO₂-neutral ist. Denn den im Holz gebundenen Kohlenstoff hat der Baum ja einmal der Luft entzogen.

Allerdings gibt es auch Gegenstimmen. Bis das bei der Verbrennung von Holz entstandene CO₂ von anderen Bäumen wieder aufgenommen wird, können Jahrzehnte vergehen. Erst einmal addiert es sich in der Atmosphäre.⁷

In einer Studie für die Internationale Energieagentur hat das Deutsche Biomasseforschungszentrum eine Bestandsaufnahme der Holzpellet-Branche und ihrer Märkte für mehr als 30 Länder vorgelegt. Angetrieben durch eine steigende Nachfrage habe die globale Produktion von Holzpellets rasant zugenommen. Lag die Produktionsmenge 2006 noch bei geschätzten

6 bis 7 Megatonnen, übertraf sie im Jahr 2015/2016 bereits 26 Megatonnen.⁸

Eine weiter steigende Nachfrage wird in den kommenden Jahren beim Einsatz von Holzpellets in großen Kraftwerken für die Stromerzeugung prognostiziert. In Europa geschieht das vor allem in Großbritannien und zum Teil in Belgien, Dänemark und Schweden. In Privathaushalten werden Holzpellets überwiegend in automatisierten Öfen und Kesseln eingesetzt.

Raubbau an Wäldern in den USA für die Pelletherstellung thematisiert der Film „Burned – Are Trees the New Coal?“⁹, der 2018 auf zahlreichen Filmfestivals lief. „Pellets werden in Deutschland zu über 90 Prozent aus Sägespänen hergestellt, die beim Einschnitt im Sägewerk anfallen“, beruhigt der Geschäftsführer des Deutschen Energieholz- und Pellet-Verbandes, Martin Bentele. Der Kahlschlag von Wäldern ohne Wiederaufforstung sei in Deutschland verboten, teilt sein Verband mit. Vor allem in den ursprünglichen Wäldern Rumäniens aber soll seit Jahren illegal Holz eingeschlagen worden sein.¹⁰

Als alleiniger Rohstoff für den gesamten Wärmebedarf in Deutschland taugen Pellets sicherlich nicht. Es kommt darauf an, in welchem Mix man sie einsetzt, heißt es in einem Überblick der Agentur für Erneuerbare Energien.¹¹

4.3 Von der Bioenergie zur Bioökonomie

Die Bioökonomie gilt als zukunftsweisend, weil sie potenziell nachhaltig und ressourcenschonend ist. Traditionelle Wirtschaftszweige sind Landwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie. Biobasierte Innovationen gibt es heute aber auch im Energiesektor. Abfall- und Reststoffe etwa können Treibstoff, Strom und Wärme liefern.

Biogasanlagen flexibler zu machen ist für Daniela Thrän vom Deutschen Biomasseforschungszentrum eine besonders wichtige Forschungsaufgabe. Dann können die Anlagen die anderen, schwankenden erneuerbaren Energien besser ausgleichen.

Kleinvergaser für Holz sieht sie als vielversprechende Technologie für Haushalte. Künftig könnten solche

6 <https://www.univerlag.uni-goettingen.de/handle/3/isbn-978-3-86395-164-1?locale-attribute=de>

7 <https://www.theguardian.com/environment/2017/dec/14/eu-must-not-burn-the-worlds-forests-for-renewable-energy>

8 <http://www.ieabioenergy.com>

9 <https://burnedthemovie.com>

10 <http://www.wwf.de/2017/februar/rauswurf-des-holzgiganten>

11 https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/2.AEE_Den_Boden_bereiten_Feb12.pdf

Anlagen auch mit Rest- und Abfallstoffen betrieben werden. Damit das in Ein- und Zweifamilienhäusern klappt, seien immer kleinere Anlagen mit immer flexibleren Betriebsoptionen nötig.

Insgesamt müssten Reststoffe viel öfter genutzt werden – auch zur Herstellung von Biotreibstoffen, sagt Thrän. Die Frage sei, ob man es schaffe, Reststoffe wie Stroh aufzuschließen und daraus Kraftstoffe zu machen. Das geschehe zwar bereits in der bisher größten Anlage dieser Art in Crecentino in Italien. In Deutschland stehe die Markteinführung noch an. Biomethan aus Abfällen als Kraftstoff für Erdgasfahrzeuge sei aber bereits marktfähig. Dass sich damit umfangreich Klimagase einsparen lassen, zeige Schweden.

4.4 Auch Erdöl durch biogene Reststoffe ersetzen

Das Forschungsministerium hat dazu gerade die Technologie-Initiative Bioraffinerien mit einem Fördervolumen von 15 Millionen Euro gestartet.¹² „Bioraffinerien sind Innovationstreiber einer zukünftig biobasierten Wirtschaft und versprechen hohe Chancen für Wachstum und Beschäftigung“, sagt Bundesforschungsministerin Johanna Wanka. Ziel der Initiative sind neue prozesstechnische Lösungen für die Umwandlung von großen Molekülen – etwa Cellulose – in kleinere Bestandteile. Diese lassen sich dann als Basischemikalien vielfältig nutzen. Die Technologie-Initiative ist eingebettet in die Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030.¹³

Mit einem neuen Bioeconomy Knowledge Center will die EU das Wissen um die Bioökonomie verbreiten.¹⁴ Herzstück des Zentrums ist eine Datenbank, die beispielsweise unter dem Stichwort „Bioenergie“ Links zu Statistiken und weiteren Datenbanken enthält. Zweiter Service des Zentrums ist eine Bibliothek mit Dokumenten, die Dutzende Berichte allein zum Thema Bioenergie enthält.

4.5 Klimaschutz mit dem künstlichen Blatt

Wenn sich Kohlendioxid schnell und einfach aus der Luft holen ließe, wäre das eine wirksame Waffe gegen den Klimawandel. Auf dem Weg dahin sind Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts in Marburg einen Schritt

weitergekommen. Mit künstlicher Photosynthese gelang es ihnen, Kohlendioxid zu binden und in ein einfaches Kohlenstoffmolekül zu verwandeln, berichten sie im Fachmagazin „Science“.¹⁵ Innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahre könnte der Prozess aus dem Reagenzglas in Bakterien oder Algen übertragen werden, schätzt Tobias Erb, der die Forschungsgruppe leitet.

In vielen kleinen Schritten machen Pflanzen aus Licht und Kohlendioxid Zucker oder Stärke. Der Vorgang ist nach seinem Entdecker Melvin Calvin benannt. Dabei sind die Pflanzen nicht besonders effektiv. Das Enzym, das sich das Kohlendioxid aus der Luft schnappt, ist relativ langsam und manchmal unzuverlässig: Bei jedem fünften Versuch greift es daneben und bindet versehentlich ein Sauerstoffmolekül.

Hier sah das Team um Tobias Erb den Ansatzpunkt für einen maßgeschneiderten Zyklus mit anderen Enzymen. Als geeigneten Kandidaten für das Binden des Kohlendioxids fanden die Forscher in einer Datenbank mit 40 000 bekannten Enzymen ein ausgesprochen flinkes mit Namen Crotonyl-CoA carboxylase/reductase. Es bewältigt die Aufgabe bis zu zwanzigmal schneller als sein Gegenstück in den Pflanzen. Um dieses Enzym herum entwarfen die Forscher einen komplett neuen Prozess der Kohlenstoffsynthese, an dessen Ende Glyoxalsäure steht. In der Natur kommt sie in jungen Blättern oder unreifen Stachelbeeren vor.

Beteiligt an dem künstlichen Zyklus sind 17 verschiedene Enzyme. Drei davon haben die Wissenschaftler mithilfe von Gentechnik neu erschaffen. Die Bausteine dafür stammen aus neun verschiedenen Organismen, unter anderem aus der Leber des Menschen.

Der künstliche Zyklus verbraucht 20 Prozent weniger Energie als der Calvin-Zyklus der Pflanzen. Er kann theoretisch so verändert werden, dass nebenbei Nützliches entsteht wie Rohstoffe für Biodiesel, ein Antibiotikum oder ganz andere Substanzen.

Damit das in großem Maßstab klappt, müssen die Biologen um Tobias Erb jetzt noch einmal ganz von vorn anfangen und ihren Zyklus in den Stoffwechsel eines bestehenden Organismus implantieren. Ihr Ziel ist es, dass die Kettenreaktion nicht durch natürliche Vorgänge in den Wirtsbakterien oder -algen gestört wird. Als geeignet hat Erb die Alge *Chlamydomonas reinhardtii* und manche Cyano- oder Purpurbakterien identifiziert. „Das sind klassische Labortiere, bei denen man schon

¹² <https://www.bmbf.de/de/biomasse-statt-erdoel-4565.html>

¹³ <https://www.ptj.de/biooekonomie>

¹⁴ <https://biobs.jrc.ec.europa.eu>

¹⁵ <http://science.sciencemag.org/content/354/6314/900>

Netzwerkkarten hat, wie der Kohlenstofffluss verläuft“, sagt Erb.

Vom gelungenen Einbau in die Mikroorganismen bis zur synthetischen Produktion von Diesel oder Antibiotika werde es dann wiederum einige Zeit dauern, schätzt Tobias Erb. „Wir machen Grundlagenforschung und gehen einen langen Weg.“

4.6 Wasserstoff vom Hausdach

Andreas Schmid vom Department „Solare Materialien“ am Umweltforschungszentrum in Leipzig arbeitet an einem Thema, das noch genauso weit weg von der Anwendung, aber ebenso faszinierend ist: Sein Team arbeitet mit Cyanobakterien, die Wasserstoff produzieren. Cyanobakterien gibt es schon seit mehr als zwei Milliarden Jahren auf der Erde. Sie betreiben Photosynthese und erzeugen Wasserstoff mithilfe des Sonnenlichts. In der Natur benutzen sie den Energieträger, um sich selbst zu vermehren. Die Forscher wollen sie so züchten, dass sie stattdessen mehr Wasserstoff produzieren.

Außerdem arbeitet die Gruppe um Andreas Schmid an speziellen Bioreaktoren, in denen die Bakterien dauerhaft überleben können. Am Ende sollen Anlagen stehen, die man wie Photovoltaikmodule auf dem Dach installieren kann. Sie könnten dann Wasserstoff für den täglichen Strom- und Wärmebedarf liefern und damit einen Teil der dezentralen Energieversorgung bilden.

5 Netze und Netzausbau

Wenn die Stromerzeugung auf viele Tausend kleine Produzenten verteilt wird und diese gleichzeitig sehr viel unregelmäßiger einspeisen, als große Kraftwerke, können und müssen die Stromnetze diese Unterschiede ausgleichen. Ein Ausbau der Netze ist deshalb Bedingung der Energiewende – auch wenn es über das notwendige Maß eine große Debatte gibt.

5.1 Stromnetze flexibler machen

Wenn das Stromnetz flexibler wird, kann ein Teil des Netzausbaus gespart werden. Anhand von sechs Fallbeispielen zeigt eine Studie der Deutschen Energie-Agentur Dena, wie das funktionieren würde.¹ Damit man damit auch Geld verdienen kann, müssten sich aber die politischen Rahmenbedingungen ändern.

Flexibilitäten wie Lastmanagement (also das Verschieben des Stromverbrauchs) und Speicher können die Kosten für den Ausbau des Verteilnetzes um knapp 60 Prozent senken. Denn nur in wenigen Stunden pro Jahr gibt es Spitzen in Erzeugung oder Verbrauch, die das Netz überlasten.

Damit diese Flexibilität im Fall des Falles auch möglich ist, müssten die Regeln für ihren Einsatz vereinfacht werden. „Der regulatorische Rahmen besteht aus 1 000 Einzelregelungen. Das erschwert neuen Akteuren den Markteintritt“, sagte Dominic Nailis von der Beratungsgesellschaft BET.

Die Autoren der Studie schlagen außerdem vor, Flexibilitäten mit verhaltensabhängigen Netzentgelten anzu-reizen. Ist das Netz gut ausgelastet, würde Strom teurer werden, um ein zeitliches Verschieben des Verbrauchs anzureizen. Oder man könnte Verbraucher dafür belohnen, wenn sie auf das Recht verzichten, rund um die Uhr mit Strom beliefert zu werden.

5.2 Es fehlt am politischen Willen

Eine ganze Reihe von Studien belegt, dass der Umbau der Stromnetze möglich ist, ohne dass die Energieversorgung zusammenbricht.

Mit der Versorgungssicherheit in einem erneuerbare-Energien-System beschäftigt sich zum Beispiel die Studie „Energy (r)evolution“ des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums im Auftrag von Greenpeace. Die einzige Knappheit, die die Autoren sehen, ist der politische Wille zum Ausbau der erneuerbaren Energien.²

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE hat sich in der Studie „Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050“ unter anderem mit der Versorgungssicherheit beschäftigt.³ In einer zeitlich aufgelösten Simulation konnten zu jeder Stunde des Jahres alle Energiebedarfe sicher befriedigt werden.

„Die neue Stromwelt“ ist ein Szenario der Agentur für Erneuerbare Energien im Auftrag der Grünen.⁴ Es nennt als wichtige Bestandteile den Netzausbau, Lastmanagement, Speicher und schnell regelbare Gaskraftwerke.

5.3 Proteste gegen den Netzausbau

Vor einem überzogenen Netzausbau in Deutschland warnt unentwegt der Wirtschaftswissenschaftler Lorenz Jarass. Mehr Höchstspannungsleitungen seien nur deshalb nötig, damit parallel zum Ausbau der Erneuerbaren die Kohlekraftwerke weiterlaufen könnten, ist Jarass überzeugt.

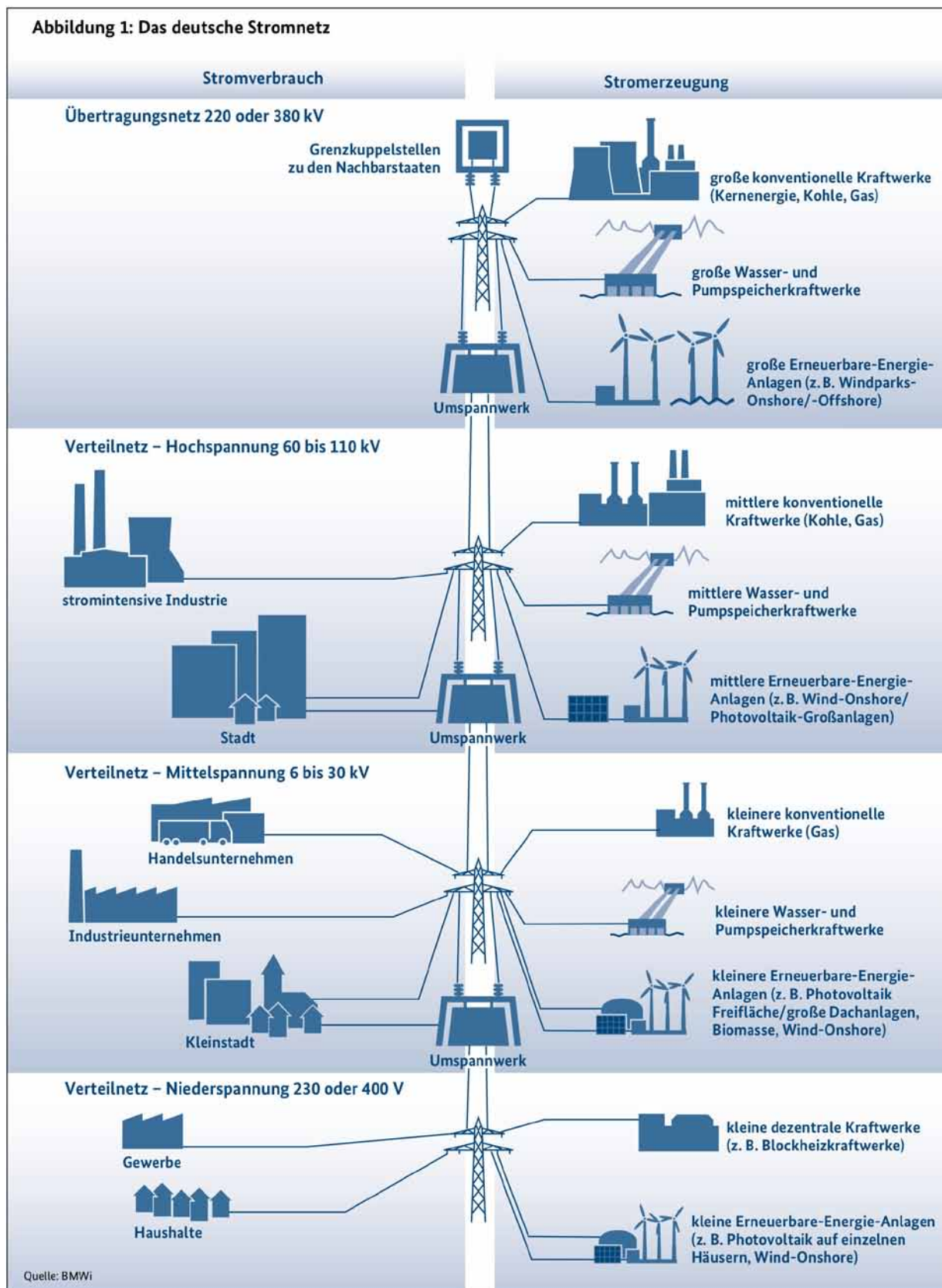
Doch trotz all der Fehlplanungen ist der Professor „gut gelaunt“, weil sich nämlich seine Vorschläge für einen intelligenteren Netzausbau langsam durchsetzen, wie er meint. So schlug er schon vor Jahren die Umrüstung von Masten mit Hochtemperaturseilen statt eines Neubaus vor. Damals stellten sich die Übertragungsnetzbetreiber noch hin und sagten: „Das geht technisch nicht und das haben wir sowieso noch nie gemacht“ – so erinnert sich Jarass an Diskussionen im Thüringer Landtag und in seiner Heimat Niederbayern.

1 <https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/energiesysteme/netzflexstudie>

2 <https://www.greenpeace.de/presse/publikationen/energy-revolution>

3 [https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/Forschungsfelder/Energie-Rohstoffe/Fraunhofer-ISE_Transformation-Energiesystem-Deutschland_final_19_11\(1\).pdf](https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/Forschungsfelder/Energie-Rohstoffe/Fraunhofer-ISE_Transformation-Energiesystem-Deutschland_final_19_11(1).pdf)

4 https://www.gruene-bundestag.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/18-28-Die_neue_Stromwelt-ONLINE.pdf

Abb. 5 Netze und Netzausbau ⁵

Zusammen mit dem Bundesverband Windenergie forderte Jarass, Lastspitzen bei der Windenergie abzuschneiden. Das bedeutet: Eine Stromleitung muss nicht mehr für die an wenigen windreichen Tagen anfallende maximale Leistung eines Windrades ausgelegt sein. Eine Autobahn wird ja auch nicht so ausgebaut, dass es nicht mal dann Stau gibt, wenn alle in die Sommerferien fahren.

Unsinnig ist laut Jarass auch das Prinzip des „marktgetriebenen Kraftwerkseinsatzes“. Das bedeutet, dass die Kraftwerke in der Reihenfolge ihrer variablen Kosten eingesetzt werden – bekannt unter dem Begriff „Merit Order“. Dabei kommen nach den erneuerbaren Energien mit ihren sehr geringen variablen Kosten gleich die Kohlekraftwerke an die Reihe, weil die Energieerzeugung aus Kohle angesichts des darniederliegenden Emissionshandels billig ist. Jarass nannte ein Beispiel dafür: An Tagen, an denen die Erneuerbaren den Strombedarf nicht decken könnten, würde deshalb zuerst vermeintlich billiger Kohlestrom von weit her transportiert, statt ein umweltfreundliches Gaskraftwerk von nebenan zu nutzen.

Außerdem berücksichtige die Netzausbauplanung nicht die Möglichkeit, konventionelle Kraftwerke herunterzulegen, wenn genug Strom aus erneuerbaren Quellen im Netz sei. Dieser sogenannte Redispatch verursache nämlich Kosten, die die Übertragungsnetzbetreiber im Gegensatz zum Netzausbau nicht auf die Kunden umlegen könnten, erklärte Jarass. „Den Netzausbau zahlt der Stromverbraucher, da fällt das Geld vom Himmel“, fügte er ironisch hinzu.

Die Weigerung, Redispatch in die Netzausbauplanung einzubeziehen, widerspreche grundlegend der Energiewende, deren Ziel ja mehr erneuerbare Energien und weniger Kohlestrom sei, kritisierte Jarass. „Bei ausreichendem Erneuerbare-Energien-Angebot müsste die Kohlestromproduktion heruntergefahren werden. Der nun vorgesehene Netzausbau für den Weiterbetrieb von Kohlekraftwerken auch bei Starkwindeinspeisung ist deshalb extrem kontraproduktiv für die Energiewende und bedroht ihre gesellschaftliche Akzeptanz.“

5.4 Plan N

In Bayern waren die Proteste so groß, dass sich Ministerpräsident Horst Seehofer (CSU) in Berlin für eine Erdverkabelung einsetzte. Mit Erfolg: Die drei großen Hochspannungsgleichstromübertragungsleitungen (HGÜ)

von der Nordsee in den Süden Deutschlands werden als Erdkabel ausgeführt.

Rainer Baake (Grüne), Staatssekretär im Wirtschaftsministerium, tritt Zweiflern wie Lorenz Jarass entgegen. Es werde „kein überkandideltes Netz“ geplant, sagte er 2013 bei einer Podiumsdiskussion in Berlin zum Plan N 2.0.⁶ Begonnen wurde mit dem Beteiligungsprozess zu dem Plan für einen umwelt- und sozialverträglichen Umbau des Stromsystems, als Baake noch Chef der Deutschen Umwelthilfe war.

Seitdem trat das Bundesbedarfsplangesetz in Kraft, das den Netzausbaubedarf alle zwei Jahre überprüft und zwar auf Grundlage von Netzentwicklungsplänen, die die Bundesnetzagentur alle zwei Jahre neu auflegt. Dazu gibt es regelmäßige öffentliche Konsultationen. Das befriedet die Kritiker des Stromnetzausbaus zwar nicht, aber es gibt zumindest eine gewisse Möglichkeit der Kontrolle.

5.5 Welche Energiewende will die Gesellschaft?

Die Antworten fallen höchst unterschiedlich aus, je nachdem, wen man fragt. Von der Antwort hängt auch ab, welche Stromnetze man braucht. Eines der vier Projekte im großen deutschen Energieforschungsprogramm Kopernikus, ENSURE (Neue EnergieNetzStrukturen für die Energiewende), das einen Plan für die Netze von morgen entwickeln soll, fängt deshalb ganz von unten an: Es entwirft zusammen mit den verschiedensten gesellschaftlichen Vertretern Szenarien für die Energiewende im Jahr 2030.

Von der sozialwissenschaftlichen Seite geht das beteiligte Öko-Institut an das Thema heran. Unterstützt von der Deutschen Umwelthilfe, ebenfalls Partner im Projekt, organisieren Mitarbeiter Workshops mit Vertretern von elf gesellschaftlichen Organisationen, die Szenarien für die Energiewende im Jahr 2030 entwerfen.

„Wie die Energiewende dann aussehen soll, dazu gibt es derzeit keinen gesellschaftlichen Konsens“, sagt Christof Timpe vom Öko-Institut. „Die einen wollen eine dezentrale Energiewende. Die anderen wollen eine stärkere europaweite Zusammenarbeit. Und manche wollen synthetische Energieträger in der Sahara herstellen und meinen, damit einen zentralen Teil der Energiewende für Deutschland umsetzen zu können.“

⁶ <http://www.forum-netzintegration.de/123/>

Wenn die Teilnehmer der Workshops ihre Vorstellungen sortiert haben, werden das Öko-Institut und weitere Partner die Annahmen in ihre Modelle einspeisen und an die Teilnehmer zurückspielen. „Dann sieht man, ob es in den Szenarien Effekte gibt, die man gar nicht wollte“, erklärt Timpe. Im Sommer 2018 sollen dann „gesellschaftlich akzeptierte Storylines“ für die Weiterentwicklung der Energiewende vorliegen, heißt es auf der Website ⁷ des Projekts.

Damit können dann weitere Fragen im ENSURE-Cluster „Welches Stromnetz will die Gesellschaft?“ beantwortet werden. Die anderen vier Cluster sind eher technisch orientiert, widmen sich den Netzstrukturen, neuen Regelungsmöglichkeiten sowie neuen Technologien und Materialien. Im fünften Cluster wird ein sogenannter Netzdemonstrator entwickelt, der die Ergebnisse in die Praxis umsetzt.

„Die größte Herausforderung ist, wie zentrale und dezentrale Elemente der Energieversorgung im Gesamtsystem ausgestaltet sein müssen und wie eine sichere Kommunikation funktioniert“, sagt Holger Hanselka, Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie und Sprecher von ENSURE. Welche Informationen brauchen die einzelnen Zellen, um das Netz auszugleichen? Welche Daten würden die Nutzer dafür preisgeben? Wie weit lassen sie es zu, dass auf ihren Energieverbrauch Einfluss genommen wird?

Christof Timpe hofft, dass die Teilnehmer seiner Workshops mit ihren Erkenntnissen in ihre Organisationen gehen und damit auch die öffentliche Diskussion zur Energiewende fördern. Bereits vorgesehen ist, dass sich alle vier Kopernikus-Projekte über gemeinsam verwendete Szenarien abstimmen.

5.6 Smart Markets in deutschen Verteilnetzen

Aus den oben genannten Gründen sind Netzenspässe die neue Normalität im deutschen Stromnetz. Die Kosten für den Ausgleich der Spannung nähern sich der Marke von 1 Milliarde Euro pro Jahr. Sie bestehen im Wesentlichen in Ausgleichszahlungen für abgeregelten Windstrom und dem Redispatch von Kraftwerken.

Lösungsvorschläge für kosteneffizientere Mechanismen macht Agora Energiewende in einer neuen Studie. Anhand der Studie „Smart-Market-Design in deutschen

Verteilnetzen“ ⁸ sollen Netzbetreiber besser entscheiden können, wie sie die Netzsteuerung optimieren und wo sie in Flexibilitätsoptionen wie Speicher investieren.

Diese Entscheidungen werden künftig immer häufiger zu treffen sein. „Schon 3 Prozent der Stromerzeugung in Deutschland sind inzwischen von Redispatch und Einspeisemanagement betroffen und das Problem wird durch die neuen Hochspannungsgleichstromübertragungsleitungen (HGÜ) vom Norden nach Süden nicht gelöst werden“, sagt Christian Döring vom Beratungsunternehmen Ecofys. Denn der Ausbau der fluktuierenden erneuerbaren Energien geht weiter und es werden mit der Elektromobilität neue, starke Lasten und Schwankungen hinzukommen.

Vier Netzgebiete mit typischen Engpasssituationen haben die Forscher identifiziert:

- Windenergiedominiert (Schleswig-Holstein, Hoch- und Mittelspannung)
- Lastschwach (Ostdeutschland, Hoch- und Mittelspannung)
- Photovoltaikdominiert (Süddeutschland, Niederspannung)
- Laststark/vorstädtisch (künftig um Städte herum aufgrund von Elektromobilität, Niederspannung)

Sechs verschiedene Modelle für Smart Markets hat Ecofys entwickelt. Sie sollen zwischen Stromnetzen und Stromhandel vermitteln, wobei die Information über Netzenspässe „smart“ in den Prozess einfließen. Zum Teil folgen die Modelle erprobten Prinzipien: Im Modell Nummer 1 schreibt der Netzbetreiber einem Einspeiser oder Verbraucher die maximale Einspeisung oder Last vor. Im Gegenzug erhält dieser eine Vergütung. So wird es seit langem laut Energiewirtschaftsgesetz gehandhabt.

5.7 Doppelt belastet

Richtig ist aber auch, dass durch die Energiewende Doppelkapazitäten geschaffen wurden. Trotz des Ausbaus der Erneuerbaren wurde die Erzeugung aus Kohlekraft nicht zurückgefahren, was zur Belastung der Netze führte. Dadurch steigt der Stromexport Deutschlands

⁷ <https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/neue-netzstrukturen>

⁸ <https://www.agora-energie-wende.de/en/topics/-agothem-/Produkt/produkt/357/Smart+Market+Design+in+deutschen+Verteilnetzen/>

immer weiter. In fünf Jahren haben sich die deutschen Überschüsse fast verzehnfacht. 2016 lagen sie bei 54 Milliarden Kilowattstunden. Das entspricht der Stromerzeugung der fünf größten deutschen Atomkraftwerke, stellt eine Studie im Auftrag der Grünen Bundestagsfraktion fest.⁹

Für die Grünen zeigt die Studie, dass „die starre Fahrweise konventioneller Kraftwerke zu den Überschüssen führt“. Vor allem Braunkohle- und Atomkraftwerke würden ihre Stromerzeugung viel zu wenig auf die erneuerbaren Energien und den tatsächlichen Verbrauch anpassen. „Am Kohleausstieg führt kein Weg vorbei. Nicht nur aufgrund unserer klimapolitischen Verpflichtungen, sondern auch wegen des bevorstehenden Desasters am Strommarkt“, bilanzieren die Grünen.

Hier fühlte sich der Chef des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Stefan Kapferer, offenbar herausgefordert und teilte mit, dass konventionelle Kraftwerke für die jederzeit sichere Energieversorgung heute noch dringend gebraucht würden. Die Stromnachfrage müsse bei jeder Wetterlage gedeckt und das Stromnetz stabil gehalten werden. Sein Fazit: „Konventionelle Kraftwerke sind nicht Gegner, sondern unverzichtbare Partner der erneuerbaren Energien.“

Experten von Agora Energiewende sehen sowohl die Sichtweise von Kapferer als auch die der Grünen differenzierter. „Aus rein nationaler Perspektive haben wir sowohl für die Stromerzeugung als auch für die Versorgungssicherheit aktuell Überkapazitäten“, sagte Frank Peter, stellvertretender Direktor von Agora Energiewende. Wichtig sei die Unterscheidung von Strommengen, die den Export bestimmen, und der Leistung, die notwendig ist, um die Versorgungssicherheit in kritischen Situationen im europäischen Kontext zu gewährleisten.

Hier kommt wieder einmal das Problem der billigen fossilen Energien ins Spiel: Weil der CO₂-Preis im europäischen Emissionshandel so niedrig ist und die deutschen Kohlekraftwerke so günstig Strom anbieten können, laufen diese Kraftwerke in Deutschland derzeit selbst dann, wenn erneuerbarer Strom in hinreichendem Umfang für die deutsche Nachfrage erzeugt wird, sagt Peter. „Zum Ausgleich der schwankenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wäre dies aus deutscher Sicht allein nicht nötig. Die Kraftwerke laufen jedoch, weil sie

im europäischen Kontext günstigere Grenzkosten haben als ihre Konkurrenten.“

9 <https://www.gruene-bundestag.de/energie/dreckiger-kohlestrom-im-ueberfluss-24-08-2017.html>

6 Sektorkopplung

Sektorkopplung wird oft als Elektrifizierung von Mobilität und Wärme definiert. Mit erneuerbarem Strom soll also Auto gefahren und geheizt werden. Allein mit Grünstrom wird der Energiebedarf im Verkehrs- und Gebäudesektor aber wohl nicht abgedeckt werden können. Außerdem besteht ein sehr viel komplexeres Geflecht zwischen den drei Sektoren Energieerzeugung, Verkehr und Wärme.

Der ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE) hat sich bei seiner Jahrestagung 2016 mit dem Gesamtsystem der Energiewende befasst und der Sektorkopplung im Tagungsband ein eigenes Kapitel gewidmet.¹ Darin wird auch das Lastmanagement oder die Methanisierung als Beitrag zur Sektorkopplung beschrieben, synthetische Kraftstoffe könnten demnach aus Biomasse erzeugt werden.

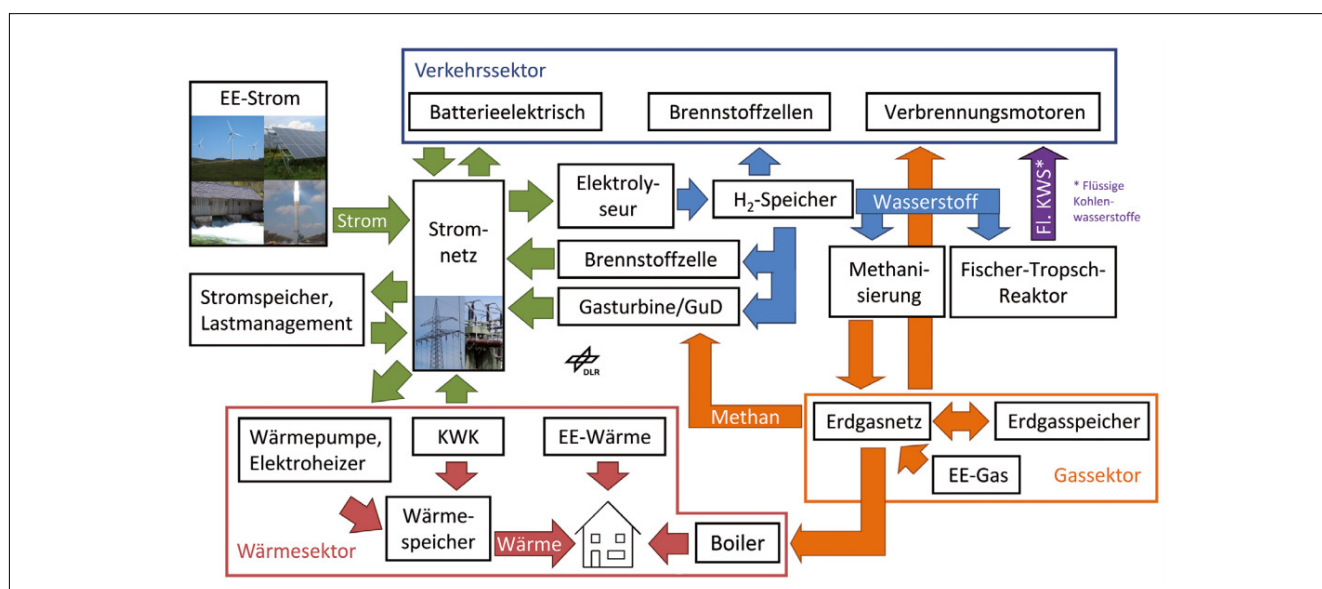
Im Koalitionsvertrag von Union und SPD bekam die Sektorkopplung Anfang 2018 zumindest eine Erwähnung. „Bestehende Gas- und Wärmeinfrastruktur soll für die Sektorkopplung so reformiert werden, dass die verschiedenen Infrastrukturen koordiniert energiewendetauglich und kosteneffizient weiterentwickelt werden“, heißt es dort.

6.1 Ab 2040 keine fossilen Energien mehr

Ein radikales Szenario hat Volker Quaschnig, Professor für Regenerative Energiesysteme an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin durchgerechnet.³ Um die Ziele des Klimaabkommens von Paris zu erfüllen, müsse der energiebedingte Ausstoß von CO₂ bis 2040 auf null sinken, schreibt Quaschnig in der Studie „Sektorkopplung durch die Energiewende“. Danach dürfe kein fossiles Erdgas, Erdöl und keine Kohle mehr genutzt werden oder das zu viel emittierte Kohlendioxid müsse der Atmosphäre mit aufwändigem und kostenintensivem „Carbon Capture and Storage“ (CCS) entzogen und endgelagert werden. Bei CCS wird das CO₂ aus den Abgasen abgeschieden und dann in der Erde verpresst. Die Energieversorgung in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr sollte daher bis 2040 vollständig mit erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Der motorisierte Straßenverkehr müsste fast vollständig elektrifiziert werden. Schon um das Jahr 2025 herum müsste die Produktion von Fahrzeugen mit Benzin- und Dieselmotoren eingestellt und für den Güterverkehr

Abb. 6 Infrastrukturelle Verknüpfungen zwischen Strom-, Wärme-, Mobilitäts- und Gassektor²



1 http://www.fvee.de/index.php?id=195&sb_damorder%5Buid%5D=5638&cHash=17c12f456e368cdcba96f53b5c08da1c

2 Quelle: DLR

3 <https://pvspeicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/2016/05/HTW-2016-Sektorkopplungsstudie.pdf>

müssten wichtige Fernstraßen mit Oberleitungen versehen werden. Im Wärmebereich dürften ab dem Jahr 2020 keine neuen Gas- oder Ölheizungen oder Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen installiert werden.

Quaschnig sieht den Stromverbrauch durch die Sektorkopplung von jährlich rund 600 Terawattstunden auf gut 1 300 Terawattstunden steigen. Wenn es keine ambitionierten Effizienzmaßnahmen gibt, würde es auch mehr sein.

Selbst wenn man diese Vorgaben für unrealistisch hält, ist die Studie eine sehr klare Blaupause dessen, was Sektorkopplung ist und was sie leisten müsste.

6.2 Wie die Industrie die Energiewende flexibel macht

Wie Industriebetriebe mit ihrem großen Energieverbrauch zur Sektorkopplung beitragen können, erforscht das Projekt SynErgie, eins der vier großen Kopernikus-Programme der Bundesregierung.⁴ Ihren Stromverbrauch sollen Unternehmen mehr und mehr flexibilisieren können, um sich an die schwankende Erzeugung der erneuerbaren Energien anzupassen. Das Konzept ist als Demand Side Management bekannt, wurde aber noch nie so eingehend beforscht wie in SynErgie: „Ein vergleichbares Projekt gibt es in den Industrienationen nicht“, sagt einer der beiden Koordinatoren des Vorhabens, Eberhard Abele von der Technischen Universität Darmstadt.

Wie bei allen Kopernikus-Projekten sind Partner aus der Wirtschaft mit im Boot. Zum Beispiel Trimet, der große Aluminiumproduzent, der allein 1,5 Prozent des deutschen Stroms verbraucht. Wie das Unternehmen seine Öfen als Speicher für die Energiewende einsetzen könnte, untersuchen die Universität Wuppertal, das Wuppertal Institut und Trimet in einem Pilotprojekt. Die Gießerei in Essen hätte ein Speicherpotenzial von rund 1 Gigawatt, was in etwa der Leistung eines Atomkraftwerks entspricht.

Um das Potenzial zu nutzen, müssen die bisher mit konstanter Stromstärke versorgten Aluminiumelektrolyse-öfen aber mit veränderlichen Stromstärken zurechtkommen. Das ist umso schwieriger, als die Öfen in Reihe geschaltet sind, also komplex geregelt werden müssen.

Als typischer Vertreter von kleinen und mittleren Unternehmen ist C+C Bark von der Schwäbischen Alb bei SynErgie dabei. Das Familienunternehmen mit 80 Mitarbeitern stellt Druckgussteile aus Magnesium her. Bei der Verleihung des Preises „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“ entstand der Kontakt zum anderen Koordinator von SynErgie, Alexander Sauer von der Universität Stuttgart.

Bei C+C Bark haben die Forscher erst einmal eine Bestandsaufnahme aller Energieverbräuche und Ressourcenströme gemacht. Jetzt geht es um die Flexibilitätspotenziale. So wird ein Schmelzofen heute entweder nur mit Gas oder nur mit Strom beheizt. Wenn C+C Bark bei niedrigen Strompreisen mit Strom und bei hohen Strompreisen mit Gas schmelzen will, bräuchte er sogenannte bivalente Öfen mit zwei Heizsystemen, um schnell umschalten zu können. Entsprechende Öfen sollen nun entwickelt werden.

Magnesium bei viel Strom im Netz vorab zu schmelzen und dann warm zu halten, wäre eine andere Möglichkeit der Flexibilisierung. Dafür bräuchte es aber größere Schmelzspeicher und die brauchen Platz. Wenn C+C Bark in drei Jahren eine neue Gießerei gebaut hat, sollen die Konzepte so weit ausgereift sein, dass die Firma sie umsetzen und als Beispiel für andere dienen kann.

Zu SynErgie gehört auch eine Untersuchung der betriebswirtschaftlichen Anreize. „Die Mehrheit reagiert nur, wenn es handfeste Kostenvorteile gibt“, ist Abeles Erfahrung. SynErgie soll Marktmodelle erarbeiten, die einen flexiblen Verbrauch belohnen. Erste Ansätze dazu gibt es mit der Verordnung zu abschaltbaren Lasten.⁵ Maßnahmen zur Marktentwicklung des Lastmanagements empfiehlt die Deutsche Energie-Agentur Dena in einem Positionspapier.⁶

6.3 Benzin aus Stroh

Lösungen für die Sektorkopplung wollen Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft bis 2019 im Forschungsprojekt „Energiesystem 2050“ entwickeln.⁷ Es vernetzt die acht am Forschungsbereich Energie beteiligten Helmholtz-Zentren und nimmt das Gesamtsystem der Energiewende in den Blick. So arbeiten die Forscher an Feld-Schwungradspeichern, mit denen Energie mechanisch gespeichert wird. Sie könnten die heute noch für

⁵ https://www.gesetze-im-internet.de/ablav_2016/BJNR198400016.html

⁶ <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/lastmanagement-dena-empfehl-massnahmen-zur-marktentwicklung>

⁷ <https://www.helmholtz.de/energie/wir-wollen-antworten-liefern>

⁴ <https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/industrieprozesse>

den Ausgleich der Stromspannung genutzten Schwungmassen fossiler Kraftwerke ersetzen. Und in einer Pilotanlage stellten Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie erstmals Benzin aus Stroh und anderen Reststoffen her.

6.4 Ein Navi für die Energiewende

Wie die gesamte gesellschaftliche Transformation des Energiesystems ablaufen könnte, will das Kopernikus-Programm ENavi untersuchen. Der Grundgedanke: Wie schön wäre es doch, wenn man durch die Energiewende geleitet würde wie von einem Navigationsgerät fürs Auto. ENavi nannte ein Konsortium von Forschungsinstituten deshalb sein Konzept.

Vier Handlungsfelder beleuchten die Wissenschaftler: Auf technischer Ebene geht es zum Beispiel um die Digitalisierung. Im Bereich Regulierung erforschen sie, welche Gesetze und staatlichen Anreize gebraucht werden. Organisatorisch will ENavi zum Beispiel klären, wie Genossenschaften zur Energiewende beitragen könnten. Zuletzt geht es um Verhalten, etwa warum Effizienzgewinne häufig vom sogenannten Reboundeffekt aufgeessen werden und wie man das verhindern könnte. Denn wenn Menschen zum Beispiel Energie sparen, etwa durch LED, lassen sie das Licht länger brennen. Und schon ist die Einsparung wieder dahin.

Die Antworten wollen die Forscher in eine Roadmap überführen. Das Wort ist bewusst mit einem Plural-s geschrieben. Mehrere mögliche Pfade zu einem nachhaltigen, innovativen Energiesystem möchten die Forscher aufzeichnen. „Wir wollen gemeinsam Wissen und Handlungsoptionen ausloten, denn den einen Königsweg gibt es nicht“, sagt Ortwin Renn, wissenschaftlicher Direktor am Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (Institut for Advanced Sustainability Studies – IASS) in Potsdam. Das Institut koordiniert das Konsortium von über 80 Forschungsinstituten, die bei ENavi mitarbeiten.

Das Navigationstool wird zurzeit entwickelt und soll 2018 an drei Themen getestet werden:

- Die Transformation des Stromsystems: Welche Technologien können an einer Verminderung des CO₂-Ausstoßes mitwirken? Welche juristischen Fragen sind dabei zu untersuchen?

- Nutzerintegration durch intelligente Steuerung: Wie können Nutzer zu einem strom- und wärmeenergiesparenden Verhalten motiviert werden? Welche technischen, ökonomischen oder regulativen Instrumente können sie dabei unterstützen?
- Neue Mobilität: Welche Verkehrskonzepte kommen bei den Nutzern an und können CO₂-Emission vermindern? Welche Bedeutung haben alternative Antriebsformen und sektorenübergreifende Ansatzpunkte?

Am Ende wird ENavi natürlich kein Apparat sein, der kluge Antworten auf alle Fragen zur Energiewende ausspuckt. „Hier endet die Analogie“, sagt Renn. ENavi soll vielmehr eine Mischung aus Datenbank, Szenarien, Simulationen und Expertenabschätzungen zu den Folgen bestimmter Entscheidungen sein.

6.5 Klimaziele nur mit Sektorkopplung erreichbar

Die deutschen Klimaziele lassen sich nur durch einen klaren Kurswechsel zu mehr Sektorkopplung erreichen. So lautet das Ergebnis des Projekts „Energiesysteme der Zukunft“ (ESYS).⁸ „Obwohl Windkraft und Photovoltaik in den vergangenen Jahren stark ausgebaut wurden, basiert die Energieversorgung in Deutschland noch zu etwa 80 Prozent auf fossilen Energieträgern“, teilen die beteiligten Forscher von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften Acatech, der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina und der Akademienunion mit. Vor allem im Gebäude- und Verkehrssektor dominierten fossile Brennstoffe.

Basierend auf Expertendiskussionen, einem Vergleich von Energieszenarien und eigenen Modellrechnungen haben die Wissenschaftler Trends der künftigen Energieversorgung ermittelt und daraus Optionen für Deutschland abgeleitet. Die Stellungnahme zeigt: Strom aus regenerativen Quellen wird zum dominierenden Energieträger – auch im Verkehr und in der Wärmeversorgung.

„Technologien wie Elektroautos und Wärmepumpen, die Strom direkt und effizient nutzen, werden in Zukunft immer wichtiger. Wir müssen jetzt damit beginnen, sie stärker in den Markt zu bringen. Damit das System langfristig versorgungssicher bleibt, sollten sie durch Wasserstoff und synthetische Brenn- und Kraftstoffe ergänzt werden“, sagt Hans-Martin Henning. Der Chef

des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE hat die ESYS-Arbeitsgruppe gemeinsam mit Acatech-Präsidiumsmitglied Eberhard Umbach geleitet.

Durch neue Anwendungen im Wärme- und Verkehrssektor könnte sich der Stromverbrauch bis 2050 fast verdoppeln. Dadurch steigen die Anforderungen an das Energiesystem: Die Kapazitäten der Windkraft- und Photovoltaikanlagen müssten gegenüber heute auf ein 5- bis 7-Faches anwachsen. Maßnahmen zur effizienten Nutzung von Energie können helfen, diesen Ausbau zu begrenzen und die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende zu sichern.

Thermische Speicher für Wärmenetze und Einzelgebäude seien wichtig, um die schwankende Strom einspeisung aus Wind und Sonne im Stunden- oder Tagebereich abzufedern.

Im Gebäudesektor gebe es neben dem baulichen Wärmeschutz zur Reduzierung des Raumwärmebedarfs ein erhebliches Potenzial durch den Austausch alter Heizkessel, die eine wesentlich geringere Energieeffizienz aufwiesen als moderne Heizgeräte. „Da der Wärmebedarf im Gebäudebestand stark vom Baualter abhängt, kommt der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden und der Aufrüstung auf aktuelle Energiestandards eine große Bedeutung zu“, heißt es in der Analyse. Eine Auswertung verschiedener Szenarien kommt zu dem Ergebnis, dass bis 2050 eine Reduktion des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs um 40 bis 60 Prozent (gegenüber 2008) technisch machbar sei und volkswirtschaftlich sinnvoll sein könne.

Die ESYS-Fachleute schätzen, dass die Mehrkosten für die Energiewende im Mittel der kommenden drei Jahrzehnte zwischen 30 und 60 Milliarden Euro pro Jahr liegen werden – bei ungünstigen Bedingungen auch darüber. Das entspricht 1 bis 2 Prozent des heutigen deutschen Bruttoinlandsprodukts.

Durch klug gesetzte Rahmenbedingungen könnten unnötige Mehrkosten jedoch vermieden werden. „Wir brauchen einen einheitlichen, wirksamen CO₂-Preis für alle Emissionen“, sagt Karen Pittel, Leiterin des Ifo Zentrums für Energie, Klima und Ressourcen in München und Mitglied der ESYS-Arbeitsgruppe. „Nur dann kann sich regenerativ erzeugter Strom auch am Markt gegen fossile Energieträger durchsetzen, und klimaschonende Technologien können sich etablieren.“

7 Power-to-X

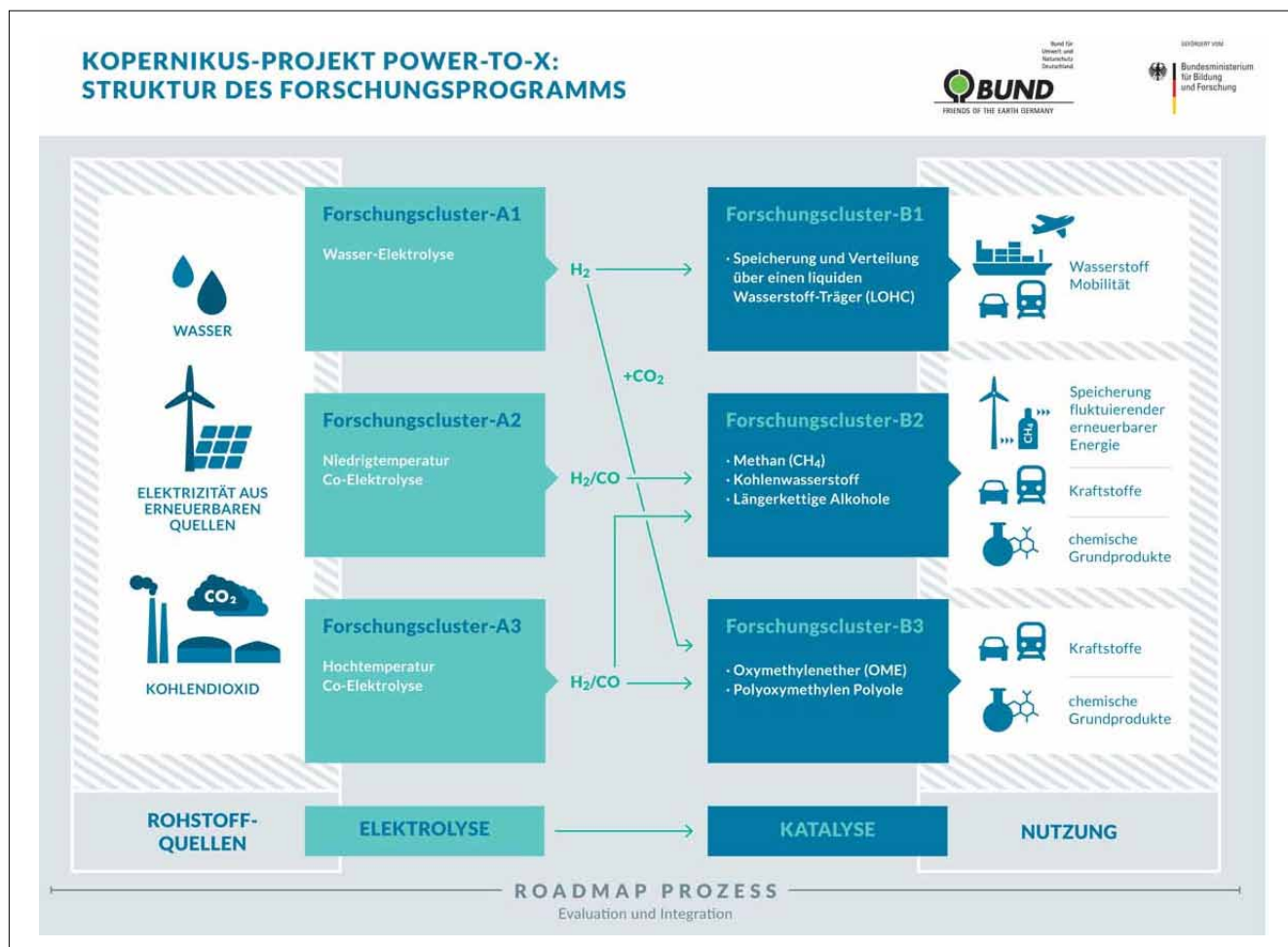
Wenn man Strom verwendet, um mit dieser Energie chemische Reaktionen anzustoßen, die zu einem neuen Produkt führen, nennt man das Power-to-X. Davon gibt es viele Arten. In Pilotprojekten erprobt ist Power-to-Gas: Per Elektrolyse lassen sich Ökostrom-Überschüsse in synthetischen Wasserstoff beziehungsweise Methan verwandeln. Dieses sogenannte Windgas kann im herkömmlichen Erdgasnetz gespeichert und bei Bedarf durch Gaskraftwerke rückverstromt werden. Power-to-Heat ist nichts anderes als das Tauchsiederprinzip. Und Power-to-Fuel soll sogar noch den guten alten Verbrennungsmotor retten können.

7.1 Power-to-Heat: Tauchsieder feiert Revival

Mit Strom zu heizen galt lange als ökologische Sünde, weil es eigentlich nicht effizient ist. Doch die Zeiten ändern sich. Potenziell ist Grünstrom im Überfluss vorhanden, man muss ihn nur speichern können. Deshalb erlebt der Tauchsieder gerade eine Renaissance – beziehungsweise sein Pendant im Fernwärmenetz. Dort heißt er Elektrodenheizkessel.

Strom in Wärme umzuwandeln wird immer sinnvoller, je mehr die Erneuerbaren wachsen. Sonne und Wind schicken keine Rechnung und je mehr Grünstrom erzeugt wird, desto wichtiger werden Speichermöglichkeiten. Mit Strom Wasser zu erhitzen ist eine davon.

Abb. 7 Power-to-X ¹



1 Quelle: BUND

Deshalb ist der Tauchsieder wieder cool. Und weil das so ist, hat er auch einen neuen Namen: Power-to-Heat. Dahinter steht natürlich mehr. Beispielsweise ein Konzept für stabile Frequenzen im Stromnetz. Wenn die Netzfrequenz, also die Schwingung des Stroms im Netz, an einem sonnigen, windreichen Tag zu stark steigt, braucht es mehr Abnehmer. Stromunternehmen können dann ihre Elektrodenheizkessel anwerfen, Strom verbrauchen und Wärme erzeugen. Damit erbringen sie eine sogenannte negative Regelleistung und können sich dafür bezahlen lassen. Allein für das Vorhalten der Leistung werden 2 000 Euro pro Woche und Megawatt Erlöst. Power-to-Heat ist bereits in der Praxis angekommen. Vorreiter sind Stadtwerke aus Flensburg, Lemgo und Schwerin.

Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) in München hat untersucht, wie groß das Potenzial für Power-to-Heat in deutschen Fernwärmenetzen ist.² Diese Netze transportieren heißes Wasser von den Erzeugern zu den Verbrauchern. Die Speicherkapazität hängt davon ab, wie viel Wasser in den Netzen unterwegs ist. Im Winter, wenn viel geheizt wird, ist es mehr als im Sommer. Knapp 15 Prozent des deutschen Gesamtstromverbrauchs könnten theoretisch in den Fernwärmenetzen zwischengespeichert werden. Allerdings nur theoretisch, denn Stromüberschuss und Heißwassermenge in den Netzen passen nicht immer zueinander. Jederzeit aber könnte man 5 Prozent des Jahresverbrauchs speichern.

7.2 Power-to-Gas

Beim Power-to-Gas-Verfahren wird Wasser zunächst mit Strom gespalten. Dabei entstehen Wasserstoff und Sauerstoff. Der Wasserstoff kann dann in einem zweiten Reaktionsschritt mit Kohlenstoff zu Methan umgebaut werden. Methan ist Erdgas und kann im deutschen Netz in großen Mengen gespeichert und über große Distanzen transportiert werden. Das Beimischen von Wasserstoff dagegen ist nur in kleinen Mengen von bis zu 2 Prozent erlaubt, unter anderem, weil das Gas die Ventile und Leitungen angreifen kann. Unter dem Namen Projekt „Windgas“ erprobt der Stromversorger von Greenpeace, Greenpeace Energy, das Verfahren.³

Synthetisches Gas aus erneuerbarem Strom wäre ein guter Langzeitspeicher und in einer komplett

dekarbonisierten Energiewelt die Lösung für eine kalte Dunkelflaute, hat das Berliner Institut Energy Brainpool im Auftrag von Greenpeace Energy berechnet.⁴ Als kalte Dunkelflaute bezeichnet man den Zeitraum, wenn der Energiebedarf durch winterliche Temperaturen besonders hoch ist, während mit Sonne und Wind kaum Energie produziert werden kann.

Auch die Deutsche Energie-Agentur Dena ist überzeugt, dass Power-to-Gas eine Möglichkeit ist, nicht integrierbaren Strom aus erneuerbaren Energien durch die Umwandlung in Gas in die Gasinfrastruktur einzuspeisen.⁵

7.3 Power-to-X und eine neue Wertschöpfung mit Kohlendioxid

Weit über Power-to-Gas und Power-to-Heat will das Forschungsprojekt „Power2X“ hinausgehen.⁶ Es ist Teil der vier großen Kopernikus-Programme, mit denen die Bundesregierung zehn Jahre lang die Zukunft der Energiewende erforschen lässt. Power2X soll ganz neue Wertschöpfungsketten für die kohlenstoffneutrale Wirtschaft von morgen entwickeln.

Über 50 Partner haben sich in dem Projekt zusammengeschlossen. Drei Cluster erforschen die Elektrolyse, drei die Umsetzung ihrer Produkte in weitere Verfahren. So arbeitet das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) daran, den Wirkungsgrad von Power-to-Gas-Technologien zu verbessern. Am Ende sollen synthetische Kraftstoffe stehen, die mithilfe von regenerativem Strom erzeugt wurden.

Ausgangsprodukt der Prozesskette ist Wasserdampf, den ein Elektrolyseur in Wasserstoff und Sauerstoff spaltet. Die Wärme für die Erzeugung des Wasserdampfes stammt aus einer sogenannten Oxyfuelverbrennung. Dabei wird Holz in dem bei der Elektrolyse entstandenen Sauerstoff verbrannt. Durch die Kombination der beiden Verfahren sinkt der Strombedarf um die Hälfte. Gleichzeitig entsteht Kohlendioxid, das für die spätere Methanisierung des Wasserstoffs und damit den nächsten Schritt der Prozesskette bis zum synthetischen Treibstoff gebraucht wird.

Die Herstellungskosten der synthetischen Treibstoffe seien zwar höher als die von fossilen, sagt Walter

² <https://www.ffe.de/publikationen/pressemitteilungen/490-energiepolitik-im-neuen-koalitionsvertrag-power2heat-als-ein-zentrales-element-im-waermemarkt>

³ <https://www.greenpeace-energy.de/privatkunden/windgas/unser-windgas-im-detail.html>

⁴ <https://blog.greenpeace-energy.de/wissen/energiepolitik/dunkelflaute>

⁵ http://www.powertogas.info/fileadmin/content/Downloads_PtG_neu/Fachbroschuere_Power_to_Gas_Integration.pdf

⁶ <https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/power-to-x>

Leitner, einer der drei Koordinatoren von Power2X. Für Langstrecken, im Schwerlastverkehr, in Schiffen oder Flugzeugen würden flüssige Energieträger aber auch auf längere Sicht noch gebraucht. Und auf Basis von erneuerbaren Rohstoffen und Energiequellen könne man Designerkraftstoffe gewinnen, die im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen bessere Emissionswerte hätten.

8 Digitalisierung

Die Digitalisierung hat Dienstleistungen geschaffen, die bis vor wenigen Jahren noch undenkbar waren: Wir shoppen online, surfen mobil im Internet und vernetzen uns virtuell mit unseren Freunden. Auf dem Weg zur Digitalisierung ist die Energiewirtschaft noch nicht so weit wie andere Branchen. Aber es gibt erste Geschäftsmodelle.

8.1 Blockchain: Dezentral wie die Energiewende

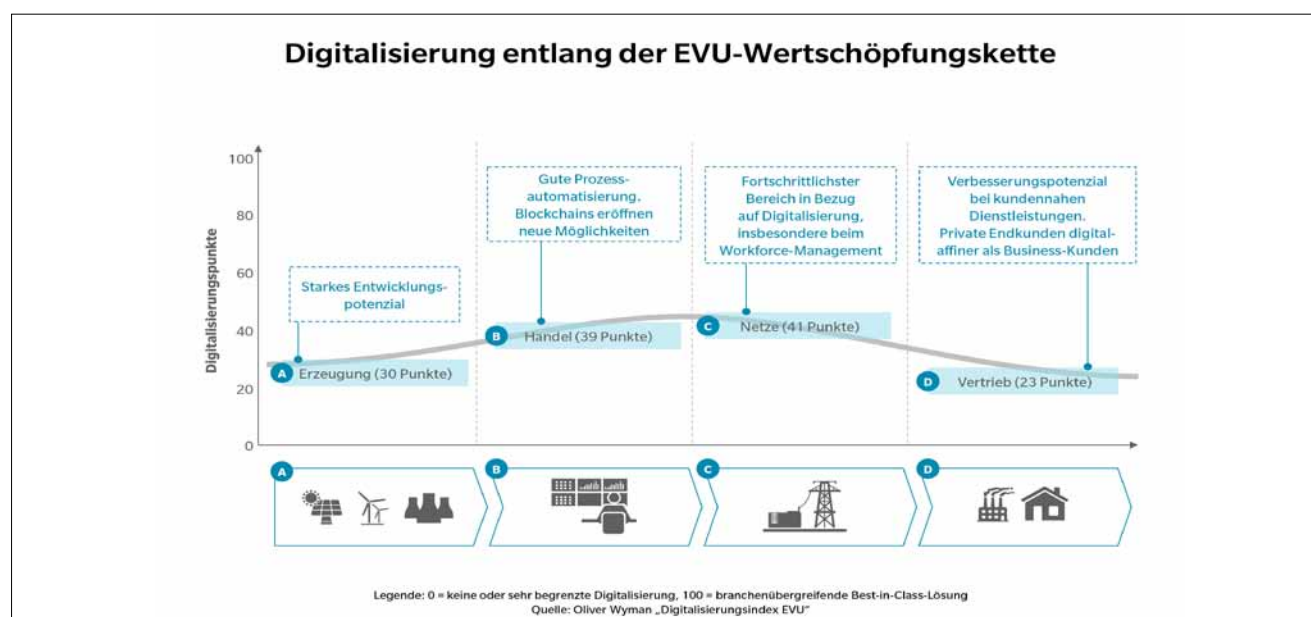
Welche Chancen die Digitalisierung für die Energiewende bietet, untersucht die Deutsche Energie-Agentur Dena im Projekt „Digi4E“¹. Auch an das Trendthema Blockchain tasten sich die ersten Unternehmen heran. Damit könnte Energie zwischen Privatleuten in einem Netzwerk gehandelt werden, ohne dass große Konzerne zwischengeschaltet sind. Die Blockchain beruht auf einer Software, mit der digitale Transaktionen auf allen Rechnern der Teilnehmer im Netzwerk gleichzeitig dokumentiert werden. Dadurch sind Verfälschungen praktisch ausgeschlossen und es braucht keinen Mittler mehr, der die Transaktionen ausführt. Auch Vertragsbeziehungen lassen sich in die Blockchain einprogrammieren. A kann also Strom an B liefern und B automatisch an A dafür zahlen.

„Durch diese Eigenschaften hat die Blockchain starke Parallelen zur Dezentralität der Energiewende“, sagt Blockchain-Pionierin Kirsten Hasberg. Sie hat mit StromDAO ein Unternehmen gegründet, in dem sich Privatleute über die Blockchain genossenschaftlich organisieren und gemeinsam Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien besitzen können.

Tobias Federico von Energy Brainpool allerdings bezeichnet die Blockchain als „eine Lösung, zu der es noch kein Problem gibt“. Anwendungsmöglichkeit im Energiebereich sieht er zurzeit in der Kennzeichnung von Grünstrom. Auch die Verteilnetze könnten mit der Blockchain-Technologie effizienter gesteuert werden, erwartet Federico. Allerdings braucht es dafür spezielle Dienstleister, die Miner, die die Transaktionen verifizieren.

Die Dena ließ von der European School of Management and Technology untersuchen, welche Energieunternehmen bereits mit Blockchain arbeiten. Laut der Studie haben bereits 13 Prozent der 77 befragten Unternehmen konkrete Anwendungen, weitere 39 Prozent planen sie.³ Für einen Game-Changer in der Energiewirtschaft halten sie allerdings nur 21 Prozent. Doch wie man auf der Website des Consultants Frank Bolten sehen kann, gibt es bereits Geschäftsmodelle mit der Blockchain auch in der Energiewirtschaft.⁴

Abb. 8 Digitalisierung²



¹ <https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/energiesysteme/analysen-und-dialogprozesse-zur-unterstuetzung-der-digitalisierung-im-bereich-energie-energieeffizienz-und-erneuerbare-energien-digi4e>

² Quelle: Oliver Wyman „Digitalisierungsindex EVU“

³ https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/blockchain_deutsch.pdf

⁴ <https://www.chainstep.com/use-cases>

8.2 Vorreiter im Stromhandel

Was die Digitalisierung im Stromhandel bewirken könnte, machen Unternehmen wie Next Kraftwerke vor. Ihre Dienstleistung besteht darin, tausende Stromerzeuger und -verbraucher zu einem virtuellen Kraftwerk zu vernetzen. Die angeschlossenen Teilnehmer produzieren oder verbrauchen Strom dann, wenn es für das Gesamtsystem sinnvoll ist. Gemeinsam sind sie groß genug, um an verschiedenen Strommärkten aktiv zu werden.

Auch dafür bietet Next Kraftwerke eine Plattform. So nutzt das belgische Energieunternehmen Eoly als erster Kunde das neue Portal Nextra von Next Kraftwerke. Damit können Stromproduzenten und -konsumenten am Strommarkt in ganz Europa teilnehmen – ohne in teure Lizenzen und die Anbindungen an die Börse investieren zu müssen.⁵

Ein virtuelles Kraftwerk bietet auch der Grünstromlieferant Lichtblick mit dem Schwarmstrom-Konzept an.⁶ Er schaltet beispielsweise Stromspeicher zu Hause und in E-Autos zusammen.

„Der erfolgreichste Energieversorger wird künftig keine eigenen Kraftwerke mehr haben“, sagt Christian Feißt, Gründer von Greencom Networks. Das Unternehmen stellt eine Plattform für die Vernetzung von Energieanlagen zur Verfügung. „Früher gab es eine kleine Anzahl von großen Kraftwerken. Heute gibt es 1,6 Millionen Photovoltaikanlagen, 600 000 Wärmepumpen und Millionen Nachtspeicherheizungen – allein in Deutschland“, sagt Feißt. Sie alle könnte man im Internet der Dinge vernetzen und zu Kraftwerken zusammenschalten.

„Das zu programmieren ist nicht banal“, sagt Feißt. Schnittstellen und Protokolle müssen harmonisiert, Geräte und Datenbanken miteinander verbunden werden. Und es müssen die Kunden vom Nutzen der Technologie überzeugt werden. Anfangs hat Feißt sich daran „die Zähne ausgebissen“, sagt er. Denn Greencom Networks versucht, auch die großen Konzerne aus der alten Energiewelt als Kunden zu gewinnen. Als Feißt sein Unternehmen vor sechs Jahren gründete, habe er noch „dramatische Beharrungskräfte“ gespürt, sagt er. Inzwischen sei aber auf Vorstandsebene angekommen, dass der Verkauf von Kilowattstunden allein in Zukunft keine Geschäftsgrundlage mehr sein kann.

Insgesamt kommt die Digitalisierung in der Energiebranche aber bisher nur langsam voran. Das hat Gründe: „Die starke Regulierung im Energiesektor hemmt Innovationen“, heißt es im Aufsatz „Smart Energy“, der jüngst in einem Sammelband der Fraunhofer-Gesellschaft erschienen ist.⁷ Auch wegen der extrem hohen Investitionen in Netzinfrastrukturen und Kraftwerksparks werde die Digitalisierung im Energiesektor auch in Zukunft eher langsam verlaufen, schreiben die Autoren vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE. Noch eine schwierige Rahmenbedingung: Der Transformationsprozess betreffe bisher getrennte Bereiche wie Strom, Gas und Wärme sowie benachbarte Branchen der Verkehrs-, Heim- und Industrieautomatisierung.

8.3 Das lange Warten auf die Smart Meter Gateways

Schleppend läuft auch die Zulassung der Smart Meter Gateways, intelligenten Stromzählern mit Kommunikationsfunktion. Weil sie die Verbraucher mit der Außenwelt verbinden, müssen sie sehr sicher gegenüber Angriffen von Hackern sein. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnologie hat bisher noch keine Geräte freigegeben. Wenn es erst einmal so weit ist, könnten sie aber die Energiebranche revolutionieren wie das Smart Phone die Kommunikationsbranche, sagt Klaus Mittelbach vom Zentralverband der Deutschen Elektroindustrie. Die Geräte könnten eine Verschmelzung von heute noch getrennten Säulen des Energiesystems wie Stromerzeugung und Verkehr bewirken, glaubt er.

Für Jochen Grewe vom Stadtwerke Energie Verbund in Kamen geht es bei der Digitalisierung der Energiebranche vor allem darum, besser mit den Kunden zu kommunizieren und ihnen das Leben leichter zu machen. Was künftig gehen soll: „Sobald Kunden uns den Zählerstand für die Stromabrechnung online melden, wird das Guthaben live berechnet und umgehend überwiesen.“ Die Blockchain werde neue Dienstleistungen möglich machen, etwa ein Stromkonto, mit dem man jeden beliebigen Zähler aufladen kann. Wer in Zukunft bei Bekannten sein Elektroauto an die Steckdose schließt, könne das dann selbst bezahlen. „Der Stadtwerke Energie Verbund baut gerade an einem Testfall für so ein Stromkonto.“

5 <https://www.next-kraftwerke.de/virtuelles-kraftwerk/stromhandel/individuelle-energiesdienstleistungen>

6 <https://www.lichtblick.de/schwarmenergie>

7 <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2017/dezember/neuerscheinung-digitalisierung.html>

9 Speicher

Weil die Sonne nicht immer scheint und der Wind nicht immer weht, sind Speicher für die Energiewende viel wichtiger als in einer fossilen Welt. Und weil lange Zeit nicht viel an solchen Speichern geforscht wurde, sind sie noch ziemlich teuer. Inzwischen ist aber ein ganzer Strauß von Technologien in der Entwicklung und die Preise von Batterien sind schon stark gefallen.

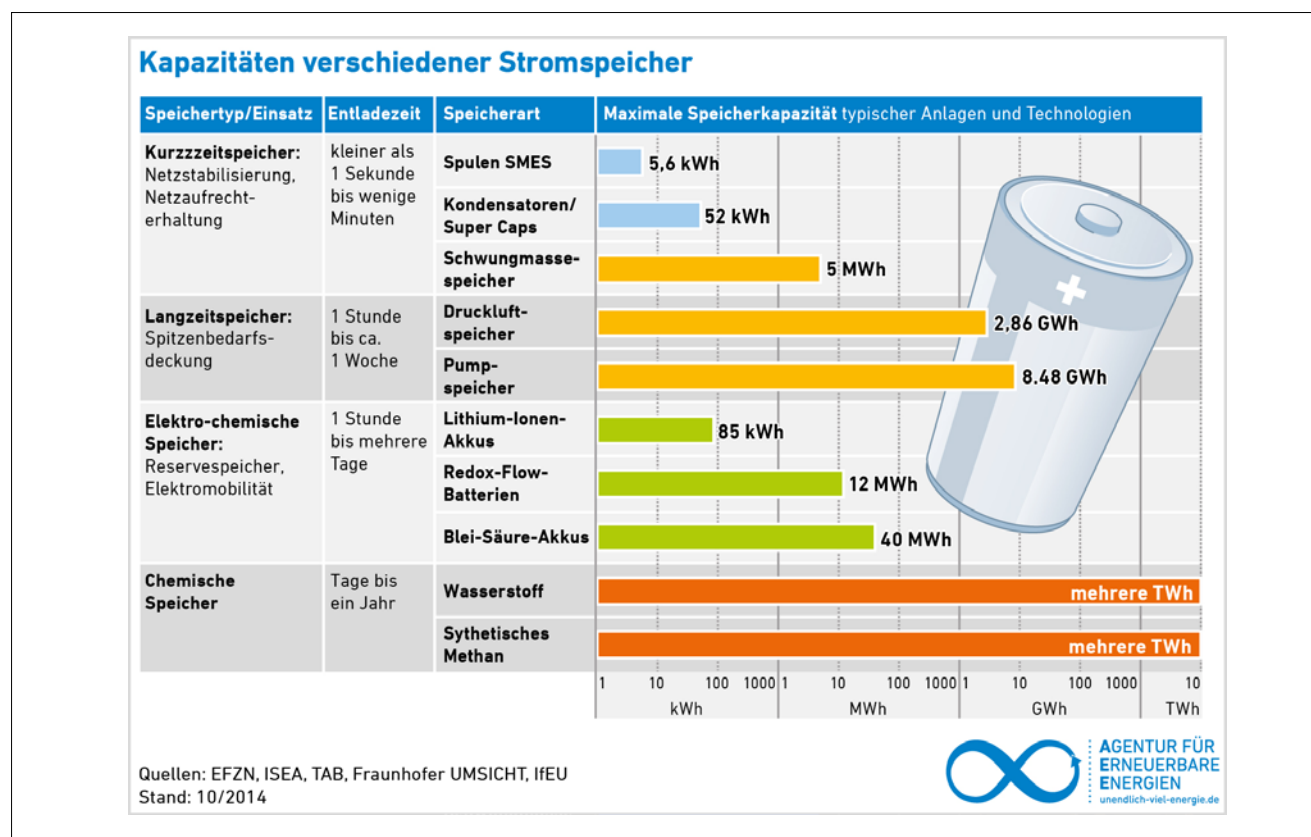
Weltweit hat es 2016 starke Zuwächse bei Batteriespeichern gegeben. Die Kapazität stieg um 50 Prozent auf 1,7 Gigawatt, berichtet das internationale Netzwerk REN21. Deutschland liegt dabei auf Platz vier. Auch der Markt für Heimspeicher boomt hierzulande und macht 80 Prozent des Gesamtmarktes in Europa aus. Das liegt auch an einem Förderprogramm, das von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) ausgereicht wird.¹ Inzwischen sind die Kosten von Heimspeichern so weit gesunken, dass sie sich auch ohne Förderung rechnen können.

9.1 Speicher leiden unter Doppelbelastung

Allerdings gibt es noch rechtliche Hürden. So werden Stromspeicher wie sogenannte Letztverbraucher behandelt. Das bedeutet in der Praxis, dass sowohl beim Einspeichern als auch beim Ausspeichern von Strom die EEG-Umlage anfällt. Das schränkt die Wirtschaftlichkeit von Speichern ein. Ausnahmen von der Regel wurden in der jüngsten Neufassung des EEG in Paragraph 61k niedergelegt – wieder so eine Ausnahme, die das Gesetz immer komplexer macht.³ Eine Nutzung für die Bereitstellung von Regelleistung (also für den Spannungsausgleich im Stromnetz) und für den Eigenverbrauch wird seitdem nicht mehr mit der EEG-Umlage belastet.

Grundsätzlich will die Bundesregierung die Markteinführung von Speichern über bestehende Subventionsprogramme hinaus nicht fördern.

Abb. 9 Speicherkapazitäten²



1 https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf%C3%B6rderung%29/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf

2 Quellen: EFZN, ISEA, TAB, Fraunhofer UMSICHT, IfEU

3 https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/_61.html

„Laut Langfristsimulationen gibt es erst bei einem Anteil von 70 Prozent erneuerbarer Energien im System einen Bedarf an Speichern“, sagte Ralf Sitte vom Bundeswirtschaftsministerium bei einem Expertengespräch der Clearingstelle EEG. Heute gebe es kostengünstigere Flexibilitätsoptionen als den Netzausbau. Umgekehrt lautet die positive Botschaft: „Der Ausbau der erneuerbaren Energie muss nicht auf Stromspeicher warten“, heißt es in einer Studie der Denkfabrik Agora Energiewende.⁴

Was die Doppelbelastung angeht, könnte jetzt allerdings eine Neuregelung geschaffen werden, war bei den Koalitionsverhandlungen von Union und SPD nach der Bundestagswahl 2017 zu hören.

9.2 Viel Energie für die Speicherforschung

Die Forschung an erneuerbaren Energien wird vom Bund mit rund 330 Millionen Euro pro Jahr gefördert und schließt auch die Speicher mit ein.⁵ Auch die Bundesländer investieren kräftig. In Mülheim an der Ruhr entsteht der Neubau des Max-Planck-Instituts für Chemische Energiekonversion. Es beschäftigt sich mit grundlegenden chemischen Prozessen, die bei der Speicherung und Umwandlung von Energie eine Rolle spielen. Ziel ist, Sonnenlicht in kleinen, energiereichen Molekülen zu speichern und Energie so orts- und zeitunabhängig nutzbar zu machen. In Münster entsteht derweil das Future Energy – Institut für Energieforschung (iFE) an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe.

Batterien der nächsten Generation will die Fraunhofer-Gesellschaft in einem neuen Projektzentrum erforschen und dafür mit der Battery LabFactory der TU Braunschweig zusammenarbeiten. Ziel ist es, eine komplette Wertschöpfungskette für mobile und stationäre Speichertechnologien von den Rohstoffen über die Komponenten, die Verfahrens- und Produktionstechnik bis zur Systemintegration zu entwickeln. Am Ende sollen Systemlösungen für Batterien und Brennstoffzellen im Bereich Elektromobilität sowie für stationäre Speicher stehen.

9.3 Energiespeicher im Bodensee und am Fuß eines Windrades

Zwei bahnbrechende deutsche Anlagen zum Speichern von Energie haben es in den Bericht zum Ausbaustand der erneuerbaren Energien von REN21⁶ geschafft: Es sind die innovative Kombination von Windrädern mit Pumpspeichern im fränkischen Gaildorf und das Pilotprojekt des Fraunhofer-Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE mit Betonkugeln im Bodensee.

In Gaildorf entsteht das nach Angaben der Erbauer höchste Onshore-Windrad der Welt. Es hat eine Nabenhöhe von 178 Metern und eine Gesamthöhe von 246,5 Metern. Insgesamt vier Windräder mit je einem Wasserspeicher im Fuß bilden zusammen mit einem niedriger gelegenen See ein Pumpspeicherkraftwerk.⁷ Weht viel Wind, wird das Wasser aus dem See in die Speicher am Fuße des Windrades gepumpt. Soll Strom erzeugt werden, fließt es abwärts durch Turbinen, die dann Strom erzeugen. Durch die Speicherbecken ist das Windrad außerdem rund 40 Meter höher als ohne, wodurch es mehr Energie gewinnen kann.

Im Bodensee erprobte das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE eine Idee, die später im Meer in größerem Maßstab umgesetzt werden soll: Hohlkörper auf dem Meeresgrund werden mit Ladestrom leer gepumpt und im Entladebetrieb über eine Turbine zum Generatorantrieb wieder mit Wasser gefüllt.⁸ Auch hier handelt es sich also um einen Pumpspeicher.

9.4 Die beinahe größte Batterie der Welt

Mit einer riesigen Lithium-Ionen-Batterie will der Würzburger Investor Uwe Kuhnle ein ehemaliges Depot der Nationalen Volksarmee zu einem Innovationspark für erneuerbare Energien entwickeln.⁹ Die Batterie soll eine Leistung von 125 Megawatt haben und damit fast so stark sein wie Elon Musks Projekt mit 129 Megawatt in Australien.¹⁰

4 https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Studien/Speicher_in_der_Energiewende/Agora_Speicherstudie_Web.pdf

5 <http://forschung-energiespeicher.info/footer/foerderinitiative-energiespeicher>

6 <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report>

7 https://de.wikipedia.org/wiki/Naturstromspeicher_Gaildorf

8 <https://www.iee.fraunhofer.de/de/projekte/suche/laufende/stensea-storing-energy-at-sea.html>

9 <http://s658466908.online.de/innovationspark>

10 <http://www.wiwo.de/tesla-in-australien-elon-musk-haelt-superbatterie-versprechen-ein/20659736.html>

„Wir brauchen Speichermöglichkeiten als Ersatz für konventionelle Kraftwerke“, sagt Kuhnle.

Die klassische Bereitstellung von Regelenergie soll eine der Aufgaben der Lithium-Ionen-Batterie in Relzow sein. Sie soll weitere Aufgaben für die Stabilisierung des Stromnetzes erfüllen. Eine Software für die elektronische Regelung der Batterie hat die Technische Universität von Moldawien entwickelt. Die Universität Rostock begleitet den Betrieb technisch-wissenschaftlich, die Humboldt-Universität prüft, auf welcher rechtlichen Grundlage die Leistungen der Superbatterie vergütet werden könnten beziehungsweise wie die rechtlichen Rahmenbedingungen geändert werden müssten. „Das ganze Energiekonzept wird ohne fossile Brennstoffe auskommen“, sagt Uwe Kuhnle.

Zwei Großbatterien mit einer Leistung von insgesamt 11,5 Megawatt werden in Varel (Friesland) gebaut. Es handelt sich um Lithium-Ionen-Batterien mit einer Leistung von 7,5 Megawatt und Natrium-Schwefel-Batterien mit einer Leistung von 4 Megawatt. Die Lithium-Ionen-Batterien können schnell ein- und ausspeichern und sind für die Teilnahme am Regelenergiemarkt gedacht. Die Natrium-Schwefel-Batterien sollen als Puffer für die Speicherung von Stromspitzen dienen.

Aufmerksam wurden die japanischen Investoren auf Varel, weil sich dort bereits das Projekt ENERA¹¹ aus dem SINTEG-Förderprogramm mit der Flexibilisierung von Erzeugern, Verbrauchern und Speichern beschäftigt.¹²

9.5 Große Speicherkraft mit Redox-Flow

Ein anderes Speicherprinzip als die Projekte in Anklam und Varel nutzen Redox-Flow-Batterien. Sie bestehen aus zwei Tanks mit Flüssigkeiten, die durch eine Membran getrennt sind. Wenn Strom durch die Batterie fließt, trennen sich die Flüssigkeiten. Wird Strom gebraucht, lässt man sie zusammenfließen. Redox-Flow-Batterien haben den Vorteil, dass sie leicht skalierbar sind. Wenn man mehr Energie speichern will, vergrößert man die Tanks. Containerbasierte Redox-Flow-Batterien mit Vanadium für netzferne Standorte sind bereits ausgereift

und im Einsatz.¹³ Nachteile von Vanadium sind aber sein großer CO₂-Fußabdruck und sein hoher Preis.

Eine Redox-Flow-Batterie ohne teures Vanadium haben Forscher aus Jena entwickelt.¹⁴ Die Batterie arbeitet nur mit wasserlöslichen Kunststoffen und Kochsalz. Ulrich Schubert und Olaf Conrad von Jenabatteries rechnen mit großen Kostenvorteilen durch ihre neue Batterietechnik.

9.6 Neuestes Speichermedium: Schwefel

Einen neuartigen Prozess für den Betrieb von Solarturmkraftwerken mit Schwefel will das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zusammen mit europäischen Partnern entwickeln. Der Schwefel soll gleichzeitig als Brennstoff für die Erzeugung von Strom in den Turbinen und als Speicher für die dabei anfallende Wärme eingesetzt werden. Dabei will das KIT verschiedene Zustände des Schwefels als Schwefeldioxid und Schwefelsäure in einem geschlossenen Kreislauf nutzen.

In bestehenden Solarturmkraftwerken wird heute meist Luft oder eine Salzlösung erhitzt, die die Turbinen antreibt. Als Speicher wird dabei flüssiges Salz verwendet. „Mit Sonnenkraftwerken lässt sich sehr effektiv Prozesswärme einfangen und Schwefel könnte der passende Speicher sein, um diese für die grundlastfähige Stromproduktion zu nutzen“, erklärt Dimosthenis Trimis vom Engler-Bunte-Institut am KIT. Grundlast bedeutet, dass diese Kraftwerke jederzeit den Grundbedarf an Strom decken können.

Schwefel und Schwefelsäure wird in vielen industriellen Anwendungen genutzt und es existieren bereits viele etablierte, chemische Verfahren wie die Vulkanisierung, die Schwefelsäureproduktion und die Rauchgasentschwefelung. „Um die Verbrennung von Schwefel als nachhaltige Energiequelle auf Industriemaßstab zu nutzen, steht uns also bereits ein gut gefüllter Werkzeugkasten von Verfahrenstechniken zur Verfügung“, sagt Trimis. Das langfristige Ziel des Forschungsprojekts PEGASUS ist die Entwicklung und Demonstration eines innovativen Solarturmkraftwerks.¹⁵

11 <http://www.energie-ernetzen.de/images/Downloads/enera-Projektskizze.pdf>
12 <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/sinteg.html>

13 <https://energy.gildemeister.com/blob/408610/ef956dce971d653906539b92c5585574/broschuere-utility-flyer-download-data.pdf>

14 <http://de.jenabatteries.com>

15 https://www.kit.edu/kit/pi_2017_044_mit-schwefel-sonnenenergie-speichern.php

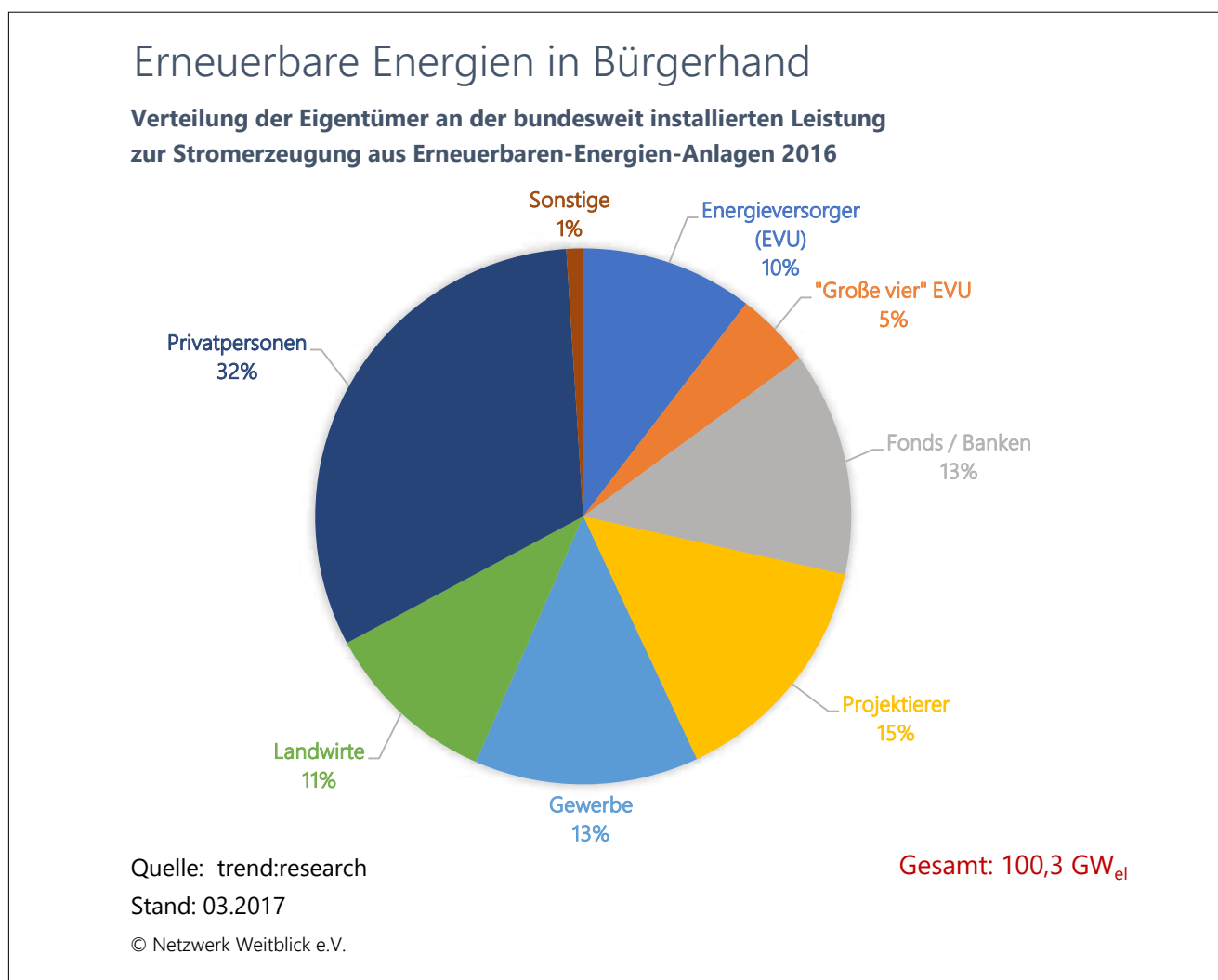
10 Bürgerenergie

Nach Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes haben die Deutschen massiv in eigene erneuerbare Solarstromanlagen investiert und Genossenschaften gegründet, die Windparks bauten. Auch die Energiedorfbewegung in Deutschland ist stark und nutzt besonders die Bioenergie, von der es auf dem Land sehr viel gibt. Inzwischen sind auch die großen Energieversorger in das Geschäft mit den Erneuerbaren eingestiegen. Doch das demokratische Versprechen der Energiewende, Konsumenten zu Erzeugern zu machen und an der Energieversorgung zu beteiligen, ist immer noch gut für neue Impulse.

10.1 Bürgerenergie als demokratische Bewegung

Bürgerenergie machte 2012 – neuere Zahlen gibt es nicht – knapp die Hälfte aller in Deutschland installierten Leistung erneuerbarer Energien aus. Das ergab eine Untersuchung von Trendresearch und der Leuphana Universität Lüneburg im Auftrag der Initiative „Die Wende – Energie in Bürgerhand“ und der Agentur für Erneuerbare Energien.² Zur Bürgerenergie gezählt wurden Einzel-eigentümer, Genossenschaften und Unternehmen, an denen Bürger beteiligt waren. Der Ausbau der erneuerbaren Energie ist also zu einem großen Teil dem Engagement von Bürgern zu verdanken.

Abb. 10 Bürgerenergie¹



1 Quelle: trend:research, © Netzwerk Weitblick e. V.

2 https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/198.trendresearch_Definition_und_Marktanalyse_von_Buergerenergie_in_Deutschland_okt13..pdf

Der Journalist und Wissenschaftler Craig Morris hat dieser Bewegung ein eigenes Buch gewidmet, das „Energy Democracy“ heißt, und erklärt, warum es gerade in Deutschland zur Energiewende kam.³ Es zeichnet den Weg der Anti-Atomkraft-Bewegung über die Schönauer Stromrebellin, die als erste Bürger ihr eigenes Netz kauften, bis zum deutschen Atomausstieg nach. Bürgerenergie ist für Morris nicht nur eine Lösung für den Klimawandel. Sie sei auch ein Weg, die Demokratie zu stärken.

Kritiker dieser Idee sehen vor allem ein Problem: Die Energiewende sei nicht allein auf deutschen Dächern zu schaffen. Auch Energieautarkie, wie sie in der Idee der 100-Prozent-Erneuerbar-Dörfer mitschwingt, sei kein Wert an sich. Vielmehr sollten die Kapazitäten in Ländern mit hoher Sonneneinstrahlung rund um das Mittelmeer genutzt werden. Auch dort könnten erneuerbare Energien dann zu Demokratisierung und Wertschöpfung für alle beitragen. Diese Idee wiederum stoße wegen der unsicheren politischen Situation in vielen dieser Länder an seine Grenzen, lauten andere Bedenken.

10.2 Mieterstrom mit bürokratischen Stolpersteinen

Kurz vor der Bundestagswahl 2017 setzte die Regierung ein Herzensprojekt der Erneuerbarenbranche um und verabschiedete eine Mieterstromverordnung. „Unser Ziel ist, dass mehr erneuerbare Energien dort produziert werden, wo die Menschen wohnen“, sagte die damalige Bundeswirtschaftsministerin Brigitte Zypries (SPD) bei der Besichtigung eines Neubaus mit 68 Wohnungen in Berlin-Friedrichshain. Ein Drittel des Strombedarfs der Mieter soll die Solarstromanlage auf dem Dach decken können. Auch die 32 Pkw-Stellplätze in der Tiefgarage sind an die Anlage angeschlossen. Jeder von ihnen bekommt einen Ladepunkt für die Elektromobilität.

Die Mieterstromverordnung wurde von Branchenverbänden allererding stark kritisiert. Sie hätten es am liebsten gesehen, wenn Mieterstrom dem Eigenverbrauch kleiner Erzeuger gleichgestellt und von der EEG-Umlage ausgenommen worden wäre. Das war politisch aber nicht durchsetzbar. Denn je mehr Ausnahmen es gibt, desto instabiler könnte das ganze System der Energiewendefinanzierung werden.

Deshalb wurde stattdessen ein Mieterstromzuschlag eingeführt, der von der Größe der Solaranlage und dem

Photovoltaikzubau insgesamt abhängt. Bei der Anlage in Friedrichshain beträgt die Förderung 2,5 Cent pro Kilowattstunde. Drei Viertel senkt den Strompreis der Mieter, ein Viertel geht an den Investor, den Ökostromanbieter Naturstrom. Speicher gibt es nicht. Was die Mieter nicht verbrauchen, wird ins Stromnetz eingespeist und vergütet.

Das Potenzial für Mieterstrom wird generell als gut eingeschätzt: 3,8 Millionen Haushalte könnten laut einer Studie des Bundeswirtschaftsministeriums Solarstrom vom eigenen Dach beziehen. Eine Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im Auftrag der Grünen-Bundestagsfraktion hält sogar 5 Millionen versorgte Wohnungen für möglich.

10.3 Wie Bürgerstromhandel funktionieren könnte

Bürger sollen ihren Strom auch selbst erzeugen, verbrauchen und verkaufen können. Das schlägt eine Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU vor, die im Lauf des Jahres 2018 verabschiedet werden soll. Die Signale aus Brüssel nimmt das deutsche Bündnis Bürgerenergie auf. Es hat vom Beratungsunternehmen Energy Brainpool erforschen lassen, wie Bürgerstromhandel rechtlich, technisch und wirtschaftlich funktionieren könnte.

In Deutschland ist es nicht verboten, selbst erzeugten Strom zu verkaufen. Nur stehen dem hohe rechtliche Hürden entgegen. Zum Beispiel werden auch kleine Stromerzeuger als Energieversorgungsunternehmen eingeordnet – mit allen Rechten und Pflichten. Die EU-Kommission will mit diesen Hindernissen aufräumen und schlägt in der Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie vor, dass Bürger bis zu einer Grenze von zehn Megawattstunden jährlich nicht als Energielieferanten gelten sollen.⁴ Tatsächlich müsste der Bürgerstromhandel gar nicht so kompliziert sein. Jedenfalls, wenn es nach dem „Impulspapier für Bürgerstromhandel“ von Energy Brainpool geht.⁵

Und so sieht das Modell aus: Ein Prosument – in der Realität wäre dies vor allem ein Erzeuger von Solarstrom – bietet seinen Überschussstrom einem Nachbarn an. Das kann über Kleinanzeigen oder über ein Energieversorgungsunternehmen geschehen. Ein

3 <https://www.palgrave.com/de/book/9783319318905>

4 <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/DE/COM-2016-767-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF>

5 https://www.buendnis-buergerenergie.de/fileadmin/user_upload/2017-12-12_Brainpool-Oppen_Impulspapier-Buergerstrom_Final.pdf

Rahmenvertrag zwischen Prosument und Käufer regelt Preis und Erfassung der Strommengen. Das Angebot kann der Prosument allen Nachbarn machen. Ein sinnvolles Kriterium für die regionale Begrenzung wäre, dass Produzent und Käufer vom selben Umspannwerk versorgt werden.

Für die Abwicklung werden intelligente Stromzähler genutzt. Sind sie nicht vorhanden, werden Lastgänge über das Standardlastprofil des Netzbetreibers gebildet. Es zeigt, welche Menge Strom im Schnitt von einer Verbrauchergruppe abgenommen wird. Die tatsächlich gehandelte Strommenge ergibt sich aus der Differenz der Zähler. Für nicht abgenommene Reststrommengen gäbe es den Börsenstrompreis.

Energy Brainpool empfiehlt, die Netzentgelte für den gehandelten Strom zu reduzieren, denn es würden in der Regel nur wenige hundert Meter öffentliche Leitungen genutzt. Außerdem könne der Bürgerstromhandel so die Übertragungsnetze entlasten. Aus Sicht von Energy Brainpool wäre außerdem eine Befreiung von der Stromsteuer angemessen.

Für den Prosumenten wäre der Handel wirtschaftlich vorteilhaft, weil er mit der Direktvermarktung einen höheren Preis als die EEG-Vergütung erzielen könnte. Der Käufer würde weniger bezahlen als für Strom aus dem Netz. Bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch könnten Prosument und Käufer 80 bis 90 Euro pro Jahr mehr verdienen beziehungsweise sparen, hat Energy Brainpool berechnet.

Volkswirtschaftlich und für das Klima wäre mehr Bürgerstromhandel gut, weil er dazu anreizen würde, Dachflächen voll mit Photovoltaik zu belegen. Zurzeit sind sie wegen der Optimierung auf Eigenverbrauch hin eher klein.

11 Verkehrswende

Die größte Baustelle der Energiewende ist die Verkehrswende. Seit 1990 sind die Emissionen hier nicht gesunken.

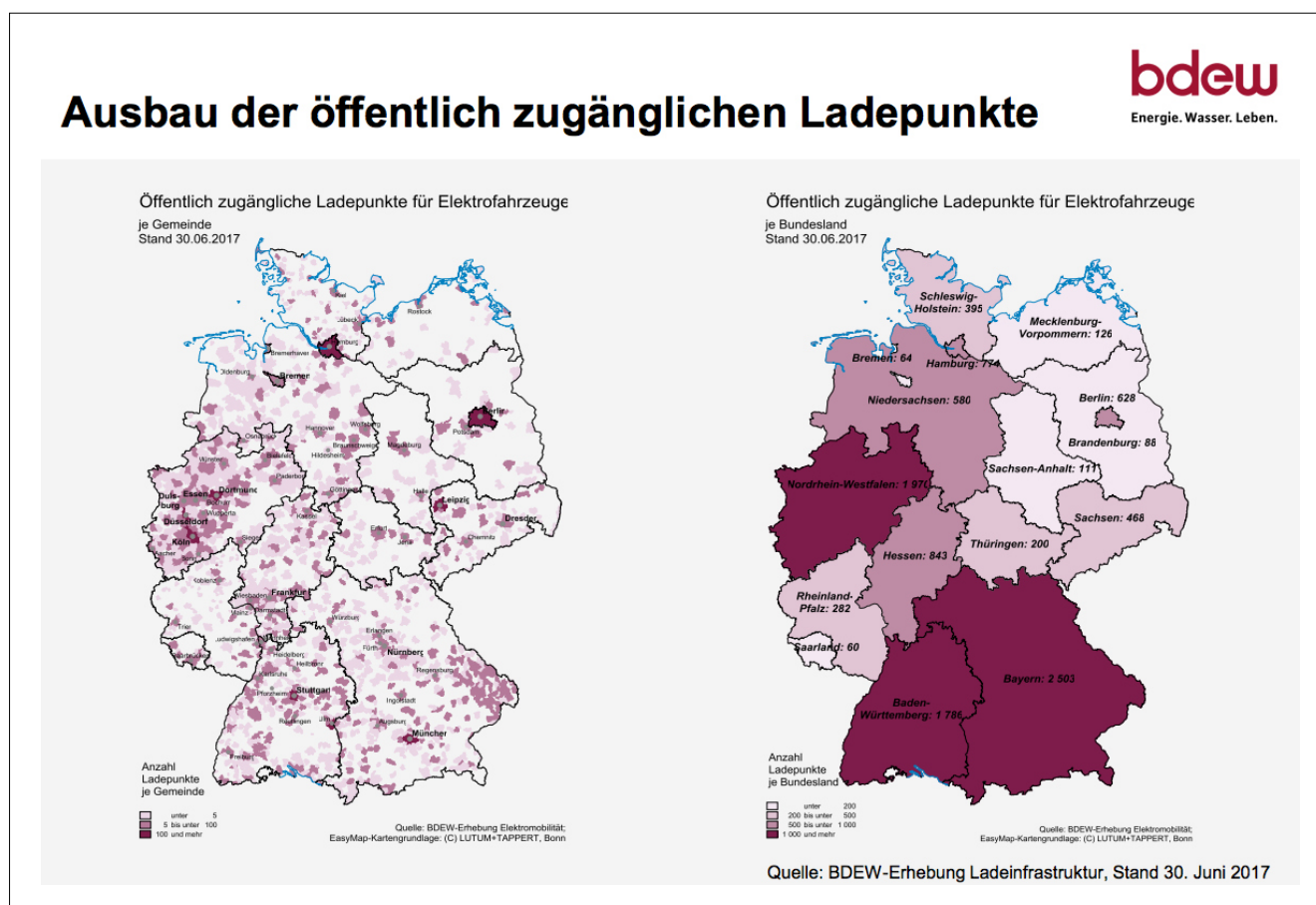
Dass Elektroautos nicht unbedingt umweltfreundlicher sein müssen als Verbrenner, hat sich inzwischen herumgesprochen. Wie gut sie wirklich fürs Klima sind, hängt unter anderem von der Größe der Batterie ab und von dem Anteil an Grünstrom, mit dem sie geladen wird.

Offen ist bisher noch das Rennen zwischen der Brennstoffzelle und der Batterie als Antrieb. Wie man den Güterverkehr elektrifizieren könnte, erproben drei Projekte, in denen Autobahnabschnitte mit Oberleitungen für Lkw ausgerüstet werden.

11.1 CO₂-frei ab 2035

Wie der Verkehr in Deutschland ab dem Jahr 2035 ohne Brennstoffe aus Öl auskommen könnte, zeigt ein Mobilitätsszenario des Wuppertal Instituts im Auftrag von Greenpeace.² Bis dahin könnte die Bundesregierung den Bahn- und Radverkehr sowie das Angebot gemeinsam genutzter E-Autos so weit ausbauen, dass alle Wege in Deutschland ohne klimaschädliche Verbrennungsmotoren zurückgelegt werden. Das Szenario geht davon aus, dass sich die Zahl der Privatautos bis zum Jahr 2035 gegenüber 2015 mehr als halbiert. Die verbleibenden Pkw werden mit erneuerbaren Energien betrieben. Der Transport von Gütern würde größtenteils von der Straße auf die Schiene verlagert.

Abb. 11 Verkehrswende: Ausbau der Ladepunkte für die Elektromobilität¹



1 Quelle: BDEW, https://www.bdew.de/media/documents/PI_20171024_Anlage_Grafiken-Erhebung-Ladeinfrastruktur.pdf

2 <https://www.greenpeace.de/presse/publikationen/verkehrswende-fuer-deutschland>

Eine solche Verkehrswende entspricht den Wünschen der Menschen in deutschen Städten: Laut der vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Studie zum Umweltbewusstsein der Deutschen sind 91 Prozent der Befragten der Ansicht, dass weniger Autos in Städten die Lebensqualität verbessern.

11.2 DHL testet Lastenfahrräder zur Paketzustellung

Ein Pilotprojekt mit neuartigen Lastenfahrrädern des Paketdienstes DHL könnte dazu beitragen. Es wurde in Frankfurt und Utrecht (Niederlande) gestartet. Auf den vierrädrigen Cubicycles ist eine Containerbox mit einem Kubikmeter Volumen befestigt. Sie kann bis zu 125 Kilogramm Ladung aufnehmen. Die Räder fahren mit elektrischer Unterstützung und bieten laut DHL mehrere Vorteile: Sie können Verkehrsstaus umgehen und im Vergleich zu Zustellfahrzeugen pro Stunde bis zu doppelt so viele Zustellstopps machen. Über Sonnenkollektoren erzeugen sie ihren eigenen Strom für den Elektrobetrieb, sodass keinerlei Emissionen entstehen. Falls die Tests erfolgreich verlaufen, will DHL diese Form der Auslieferung auf weitere Städte ausdehnen.

11.3 Wie Wasserstoff sicher in den Tank kommt

Brennstoffzellen können Strom für einen Elektromotor sehr leise und ohne Abgase erzeugen. Sie sind aber immer noch relativ teuer. Das liegt unter anderem daran, dass sie bisher nicht ohne teures Platin als Katalysator auskommen. Mit Brennstoffzellen betriebene Fahrzeuge hätten gegenüber batteriebetriebenen den Vorteil einer höheren Reichweite. Dafür müsste Wasserstoff aber einfacher transportierbar sein als heute. Bisher geht das nur unter hohem Druck und bei sehr niedrigen Temperaturen. Das ist teuer und ineffizient. Aber gebunden an das Thermoöl Dibenzyltoluol kann Wasserstoff bei normaler Temperatur und normalem Druck sicher und kompakt befördert werden.

Das Verfahren läuft unter dem Namen LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier). „Vorteil der Technologie ist, dass die bestehende Tankstelleninfrastruktur weitergenutzt werden könnte“, sagt Daniel Teichmann, der mit seinem Start-up Hydrogenious Technologies Vorreiter beim Einsatz von LOHC ist. Tankwagen und Tanks könnten wie mit Benzin betankt werden. An den Tankstellen müsste lediglich eine Einheit zum Ausspeichern des

Wasserstoffs eingerichtet werden. Dann könnten Brennstoffzellenfahrzeuge damit fahren.

In den USA steht Hydrogenious kurz vor dem Einsatz seiner Technologie. Dort wird das LOHC-Konzept allerdings noch nicht für den Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff, sondern für Produktionsprozesse in der Industrie genutzt.

11.4 Batterien für Autos und Busse

Derweil macht auch die Batterieproduktion Fortschritte. Die auf Batterien spezialisierte BMZ Group hat mit der Eurabus GmbH einen Vertrag mit einem Volumen von 150 Millionen Euro über die Lieferung von Batteriesystemen für E-Busse abgeschlossen. Der Rahmenvertrag umfasst mehr als 1 000 Batteriesysteme für Busse, die in den nächsten zwei Jahren geliefert werden. „Der Vertrag zwischen BMZ und Eurabus ist ein Meilenstein für die E-Bus-Industrie. Die europaweite Nachfrage nach E-Bussen steigt – für den öffentlichen Personennahverkehr entsteht ein wahrer Boom“, glaubt Sven Bauer, Gründer der BMZ Group. E-Busse mit BMZ-Batterien haben eine Reichweite von über 650 Kilometern. Sie werden in E-Bussen mit einer Länge von 12 und 18 Metern eingesetzt werden.

Ein Konsortium aus 17 Unternehmen und Forschungsinstituten hat 2018 mit der Erforschung und Entwicklung von Prozessen für eine Groß-Serienfertigung von Lithium-Ionen-Batteriezellen begonnen. Die Leitung des Projekts „Fab4Lib“ hat die TerraE Holding inne. Sie will die Ergebnisse dann in eigenen Fabriken umsetzen. Am Ende des Projekts soll eine konkurrenzfähige Produktionseinheit mit einer Produktionskapazität von 6 Gigawattstunden pro Jahr entwickelt sein.

Partner im Projekt sind StreetScooter, BMZ, SGL Carbon, Custom Cells Itzehoe, Litarion, M+W Group, Manz, Siemens, ThyssenKrupp, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Production Engineering of E-Mobility Components der RWTH Aachen, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Öko-Institut, Institut für angewandte Ökologie sowie die assoziierten Partner Solvay Fluor und Leclanché.

11.5 Dritte deutsche Teststrecke für Elektro-Lkw

In Hessen wird eine von drei deutschen Teststrecken für Elektro-Lkw errichtet, auf der A5 zwischen den

Anschlussstellen Langen/Mörfelden und Weiterstadt. Auf diesem Abschnitt werden die Lkw mit Strom aus Oberleitungen versorgt. Das Bundesumweltministerium fördert das Pilotprojekt seit Anfang 2017 mit rund 14,6 Millionen Euro und setzt damit ein Vorhaben des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 um, das die Erprobung elektrischer Antriebe bei schweren Nutzfahrzeugen vorsieht.

Umweltstaatssekretär Jochen Flasbarth sagte zur Eröffnung: „Elektrisch betriebene Oberleitungs-Lkw sind eine besonders effiziente Lösung auf dem Weg zu einem klimaneutralen Güterverkehr. Wir haben den Elektro-Lkw mit Oberleitung auf einer nichtöffentlichen Teststrecke viele Jahre erprobt. Mittlerweile ist die Technologie reif für den Praxistest auf Straßen und Autobahnen.“ In Hessen werden mehrere Speditionen und Logistikunternehmen ihre regulären Transporte über die Teststrecke mit Elektro-Lkw abwickeln. Die Strecke zwischen den Autobahn-Anschlussstellen Langen/Mörfelden und Weiterstadt wird dazu in beiden Fahrtrichtungen auf einer Länge von jeweils fünf Kilometern mit Oberleitungen für die Stromversorgung ausgestattet. Der Strom stammt ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen. Zwei weitere Teststrecken für Elektro-Lkw entstehen derzeit in Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg.

11.6 Synthetische Kraftstoffe als Lösung?

Welche Wege zu einer nachhaltigen Erzeugung von alternativen Kraft- und Brennstoffen gegangen werden müssten, hat ein Arbeitsausschuss der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie (Dechema) in einem Positionspapier aufgeschrieben.³ Es stellt mögliche Pfade zur Herstellung dieser Kraftstoffe aus unterschiedlichen Quellen dar: Ausgehend von CO₂, Stroh oder Holz, Algen oder gebrauchten Speisefetten und -ölen werden die einzelnen Verarbeitungspfade und deren derzeitige Realisierungsstände vorgestellt. Neben einer Neugestaltung der Zulassungsregeln für Kraftstoffe und Kraftstoffzusätze fordern die Verfasser verlässliche Rahmenbedingungen für die Forschungsförderung.

Der Vorteil von synthetischen Kraftstoffen ist, dass sie den Verbrennungsmotor retten könnten. Außerdem verbrennen sie relativ sauber. Problem ist, dass sie sehr viel teurer als Benzin oder Diesel sind und es einen immensen Ausbau erneuerbarer Energien geben müsste, um sie klimaneutral herzustellen.

11.7 Persönliche Konsequenzen

Wird die Verkehrswende erst einmal richtig angepackt, wird das Konsequenzen für die Alltags- und Lebenswelt vieler Menschen haben. „Denn es heißt, weniger eigene Autos und mehr Verkehrsverbund“, sagt Weert Canzler, Sprecher des Leibniz-Forschungsverbundes Energiewende. Canzler sagt Nutzungskonflikte um Verkehrsflächen voraus: „Die sieht man jetzt schon bei den zaghaften Versuchen, mehr Platz für Fahrräder zu schaffen.“

Aus wissenschaftlicher Sicht plädiert er dafür, vieles unter Alltagsbedingungen auszuprobieren. Bei einer Studie zur Elektromobilität des Innovationszentrums für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel stellte sich beispielsweise heraus, dass gar nicht das Laden das Problem für die Nutzer war, sondern der plötzliche Abfall der Reichweite bei Temperaturstürzen.⁴ „So etwas zeigt sich erst in realen Nutzerversuchen. Das gilt für alle energetischen Innovationen“, sagt Canzler.

3 http://dechema.de/dechema_media/2017+Positionspapier+Alt+Kraftstoffe.pdf

4 https://www.bemobility.de/file/bemobility-de/2449072/2QL4WWAnVZvm2JXz7FONNnKSKw8/2556486/data/innoz-baustein_11.pdf

12 Wärmewende

Zu Recht heißt es immer wieder, die Energiewende sei bisher nur eine Stromwende. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung betrug 2017 gut ein Drittel, bei der Wärme waren es nur 13 Prozent.

Grundsätzlich gibt es zwei Strategien für eine Dekarbonisierung im Wärmesektor: Die eine setzt auf Heizen mit erneuerbarem Strom. Technologie der Wahl ist hier die Wärmepumpe. Die andere Strategie will Öl und Gas wenigstens zum Teil weiternutzen. Sie sollen aber synthetisch mit erneuerbarem Strom erzeugt werden – am besten in Ländern mit großer Sonneneinstrahlung.

Funktionieren wird die Wärmewende nur zusammen mit viel mehr Energieeffizienz, sonst ist die Dekarbonisierung nicht zu schaffen. Denn Gebäude verbrauchen in Deutschland rund 40 Prozent aller Energie. Aber es gibt viele Hindernisse bei der energetischen Sanierung. Eines ist der niedrige Preis von Öl und Gas. Deshalb rechnet sich eine Fassadendämmung oft erst nach vielen Jahren.

Technisch ist dagegen schon vieles möglich, um die Wärmeversorgung CO₂-neutral zu machen. Aktuell kommt eine Technologie zurück, die lange ein Schattendasein führte: die Geothermie.

12.1 Konzepte liegen in der Schublade

Vor allem die Interessenvertreter der erneuerbaren Energien, die Grünen und Forschungseinrichtungen haben Vorschläge für die Umsetzung der Wärmewende gemacht. Im „Aktionsplan Faire Wärme“ fordern die Grünen ein Einspargesetz, mehr erneuerbare Energien im Gebäudebestand und den Ausbau der Wärmenetze.¹

16 wissenschaftliche Studien hat die Agentur für Erneuerbare Energien in der Metaanalyse „Instrumente und Maßnahmen für die Wärmewende“ zusammengetragen.² Die Studie listet Maßnahmen wie die Verschärfung der Energieeinsparverordnung, das Verbot bestimmter Heiztechnologien oder eine verpflichtende Nutzung industrieller Abwärme auf.

Der Forschungsverbund Erneuerbare Energien mahnte in einem Positionspapier, die regulatorischen Instrumente

im Wärmemarkt zu harmonisieren und zu vereinfachen.³ Das sollte ein Gebäudeenergiegesetz bewirken, das aber 2017 gescheitert ist. In ihren Koalitionsverhandlungen haben Union und SPD 2018 beschlossen, einen neuen Versuch zu starten.

Szenarien zur Wärme- und Kälteversorgung in der EU bis zum Jahr 2030 hat ein Konsortium unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung erarbeitet. Die Studie untersucht unter anderem, welche Auswirkungen eine sogenannte Versorgerverpflichtung zum Einsatz von erneuerbaren Energien haben würde. Wenn Gas- und Öllieferanten verpflichtet wären, jedes Jahr eine bestimmte Menge erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung in den Markt zu bringen, wäre dies ein flexibles und kostengünstiges Instrument, ergaben die Modellrechnungen.⁴

12.2 Grüne wollen Recht auf Zugang zu Wärmenetzen

Was für Stromnetze gilt, ist für Wärmenetze bisher kein Gesetz: Erzeuger von erneuerbaren Energien haben nicht das Recht auf Einspeisung. Das will die neue Landesregierung in Schleswig-Holstein ändern und eine entsprechende Bundesratsinitiative ergreifen. Dies haben die Grünen in den Koalitionsvertrag hineinverhandelt. Sie wollen eine Liberalisierung der Wärmenetze erreichen, sodass sie aus mehr (erneuerbaren) Energiequellen gespeist werden.

Wärmenetze sind in der Praxis oft Monopole, zu denen der Zugang gewährt werden muss. Aber dabei lauern technische Probleme: „Der Anschluss vieler kleiner, dezentraler Erzeugungsanlagen könnte technisch sehr aufwendig sein“, meint auch der Fachanwalt Stefan Wollschläger von der Kanzlei Becker Büttner Held. Schließlich sind Wärmenetze heute durch hohe Drücke und Temperaturen darauf ausgelegt, nur von wenigen oder sogar nur von einem Wärmeproduzenten gespeist zu werden.

Trotzdem sieht Bernd Voß, energiepolitischer Sprecher der Grünen in Schleswig-Holstein, große Potenziale für die Einspeisung von erneuerbarer Wärme durch ein Netzzugangsrecht. Er denkt dabei an Gewerbe- und

1 https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/bauen/PDF/aktionsplan-faire-waerme.pdf

2 <http://www.berliner-impulse.de/aktuell/studie-des-monats/1016-studie-der-ae-untersucht-instrumente-fuer-die-waermewende.html>

3 http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische_Papiere_FVEE/15.EEWaerme/15_FVEE-Positionspapier_EE-Waerme.pdf

4 <http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/service/presseinfos/2017/presseinfo-06-2017-eu-waerme-kaelte-strategie.php>

Industriebetriebe oder Biogasanlagen, die ihre Abwärme einspeisen könnten, statt sie in die Umgebung zu entlassen.

„Fernwärme hat einen Anteil am Wärmemarkt von 14 Prozent“, relativiert der Wärmeexperte Christian Maaß vom Hamburg Institut. „Es ist also nichts, was allein die Wärmewende reißen könnte.“ Auch die technischen Fragen, die sich durch die Integration anderer Wärmequellen ergeben, seien ein „extrem dickes Brett“. Dafür gebe es aber Lösungen. So könnte man Wasser, das mit einer zu geringen Temperatur in einem Wärmenetz ankommt, nachheizen. Auch im Strommarkt sei es ja gelungen, die Einspeisung aus erneuerbaren Quellen zu organisieren. Vor allem bei großen Wärmenetzen hält Maaß das Einspeisen erneuerbarer Wärme für sinnvoll, weil dabei weniger Nachsteuerung nötig sei.

Die Eigentümer der Netze müssten eine faire Kompensation dafür bekommen, dass sie neuen Akteuren einen Zugang gewähren, sagt Maaß. Genau diese Akteure aber könnten auf dem Wärmemarkt tatsächlich etwas bewegen. Fernwärme in Deutschland stamme nämlich meist aus Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK), die mit Steinkohle, Erdgas oder Braunkohle betrieben würden. Strategien für eine zukunftsorientierte Fernwärmepolitik hat das Hamburg Institut in einer Studie für die Grünen zusammengetragen.⁵

12.3 Ein Preis auf CO₂

Mit einem CO₂-Preis auf fossile Brennstoffe könnte man die Wärmewende voranbringen. Benzin, Öl und Gas würden dadurch teurer und der Anreiz zum Sparen größer. Der Bundesverband Erneuerbare Energie hat ein Modell vorgelegt, wie das im Detail funktionieren könnte. Die jährlichen Einnahmen in Höhe von rund 3,4 Milliarden Euro will der Verband an die Haushalte zurückgeben, auch damit keine sozialen Härten entstehen.⁶ Vorbild ist ein Konzept aus der Schweiz. Dort werden die Einnahmen von den Krankenkassen zurückerstattet.⁷

Die angestrebte Lenkungswirkung aber sahen die Teilnehmer einer Podiumsdiskussion zum BEE-Konzept für die 22 Millionen Mieterhaushalte in Deutschland jedoch nicht. „Der Mieter hat keine Chance, etwas zu ändern, und ist auf die Investitionen des Eigentümers

angewiesen“, gab Ulrich Ropertz vom Deutschen Mieterbund zu bedenken. Ropertz forderte, die Fördersystematik der KfW zu ändern. Die Bank verwaltet Mittel in Höhe von 2 Milliarden Euro jährlich für energetisches Bauen. Doch diese Gelder würden oft nicht abgerufen.

Patrick Graichen von Agora Energiewende sagte: „Man muss die CO₂-Bepreisung auf Benzin und Diesel ausweiten und mit den Einnahmen den Strom billiger machen. Zum Beispiel, indem man sie auf dem EEG-Konto gutschreibt. Dann bekommt man die richtigen Relationen von fossilen Brennstoffen zu Strom.“ Für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern mit Mietern sollte es eine Investitionszulage geben – also Zuschüsse vom Staat.

Ingeborg Esser vom Spitzenverband der Wohnungswirtschaft GdW würde gern wegkommen von den detaillierten Bedingungen, die die KfW bei Dämmstärken und Wärmewerten von Fenstern setzt. Stattdessen sollte sich die Förderung rein am eingesparten CO₂ ausrichten. So würde automatisch die Maßnahme mit der höchsten Wirtschaftlichkeit gefördert, meint Esser. Als Beispiel verwies sie auf eine Sanierung der Wohnungsgenossenschaft Märkische Scholle in Berlin, wo fast ausschließlich mit erneuerbaren Energien geheizt wird.

12.4 Der Erdwärmetak der Märkischen Scholle

Die Berliner Wohnungsgenossenschaft Märkische Scholle hat in Lichterfelde-Süd über 800 Wohnungen in 41 Gebäuden wegen des hohen Energieverbrauchs saniert. Richtige Energiefresser seien vor allem die Wohnblöcke aus den 1930er-Jahren, sagt Jochen Icken, Architekt und technischer Vorstand der Wohnungsgenossenschaft. Bis zu 200 Kilowattstunden pro Quadratmeter mit den entsprechenden Nebenkosten fand der Vorstand der Genossenschaft auf Dauer untragbar für die Mieter.

Zu Beginn hat die Genossenschaft fünf Wohnblöcke aus den 1950er- und 1960er-Jahren mit nicht ganz so schlechtem energetischen Zustand saniert. Sie wurden gedämmt, bekamen neue Fenster, eine Sanierung der Leitungen und eine zentrale Warmwasserversorgung statt der Durchlauferhitzer. Erwärmt wird das Wasser mit Solarthermie, unterstützt von Fernwärme.

Der Umbau begann mit vier Wohnblöcken aus den 1930er-Jahren. Aufs oberste Stockwerk kamen Dachgeschossaufbauten, die komplett aus Holz sind. „Holz als nachwachsender Rohstoff verbessert die CO₂-Bilanz und

⁵ https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/energie/150310_HHI-Studie-Fernwaerme.pdf

⁶ https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere_Stellungnahmen/BEE/20161031_BEE-Wärme-_und_Kältestrategie.pdf

⁷ <https://www.bafu.admin.ch/co2-abgabe>

lässt sich wegen des hohen Vorfertigungsgrades zügig bauen“, sagt Jochen Icken. In den Dachgeschossen wird die Genossenschaft nun endlich mehr große Wohnungen für Familien anbieten können. Obendrauf stehen Solarthermie- und Photovoltaikmodule.

Alleinstellungsmerkmal sind die Erdwärmespeicher, ein Patent der Fürstenwalder Firma Deematrix, das der planende Ingenieur Taco Holthuizen vom Berliner Büro eZeit Ingenieure gern nutzt. Die Speicher lagern die Energie des warmen Wassers, das im Sommer in den Solarthermieanlagen auf den Dächern der Siedlung erzeugt wurde, für den Winter ein. Wie in einer riesigen Fußbodenheizung wurden dafür Kunststoffrohre zwischen den Wohnblöcken in ein Erdbett verlegt. Dieser „Tank“ wird seitlich und von oben gedämmt. Das Erdreich wird über die mit Soleflüssigkeit gefüllten Leitungen erwärmt.⁸ Bei Heizbedarf wird die im Erdreich gepufferte Energie über eine Wärmepumpe nutzbar gemacht und ins Heizsystem zurückgeholt. Im Sommer kann das System zur Kühlung eingesetzt werden.

Mit den nächsten vier Wohnblöcken wagte sich die Märkische Scholle an eine neue Komplexitätsstufe: „Rechnerisch wird die gesamte Energie regenerativ erzeugt“, sagt Icken. Das leisten eine Wärmerückgewinnungsanlage und Wärmepumpen, die mit Strom aus den Solarpanelen auf dem Dach betrieben werden. Nur im Winter wird die Genossenschaft für diese Häuser Strom zukaufen müssen.

12.5 Wenn Gebäude einen „Energiesprong“ machen

Bisher gelingt eine warmmietenneutrale Sanierung aber nur sehr selten, also eine, bei der die Heizkostenersparnis die Investitionen aufwiegt. Auch darum liegt die Sanierungsrate in Deutschland bei nur 1 Prozent im Jahr. Um den Gebäudebestand bis 2050 klimaneutral zu machen, wären mindestens 2 Prozent nötig. Wie man die Rate erhöhen könnte, hat die Stiftung Neue Verantwortung untersuchen lassen. In der Studie „Wie Deutschland die Wärmewende schaffen kann“⁹ stellen die Autoren fest: Aktuell haben es die sanierungswilligen Hausbesitzer mit einem schlecht zugänglichen, über- und zersplitterten Markt an individuellen Handwerkerleistungen zu tun.

Am Ende der Sanierung steht dann oft eine Enttäuschung: Die Ersparnis ist in vielen Fällen nicht so hoch wie vorher berechnet. Wie groß die Unterschiede sind, dokumentierte das gemeinnützige Beratungsportal co2online am Beispiel von 180 Häusern bundesweit. So ein Monitoring wird bisher noch viel zu selten gemacht, meinen Jens Hakenes und Peter Hennig von co2online. Das Ergebnis steht in der Studie „Wirksam sanieren – Chancen für den Klimaschutz“.¹⁰ In dem Feldtest betrug das Verhältnis zwischen Investitionen und Einsparungen 3:1 bis 5:1, berichtet Peter Hennig.

Für Mieter entstehen die hohen Kosten auch deshalb, weil aktuell noch 11 Prozent der Modernisierungskosten auf die Miete umgelegt werden dürfen. Mieterhöhungen lassen sich jedoch nur in Regionen realisieren, wo es genug zahlungswillige Mieter gibt. Das ist in Zeiten von Landflucht oft ein Problem. So fehlt es auch den Vermietern an Anreizen, zu modernisieren.

Die Stiftung Neue Verantwortung (SNV) empfiehlt stattdessen, so vorzugehen wie das niederländische Konsortium Energiesprong. Das Konzept: Energiesprong bündelt den Immobilienbestand von vielen Besitzern und vergibt die Aufträge gesammelt an Bauträger. Inzwischen hat Energiesprong mehrere tausend Häuser unter Vertrag und einige hundert umfassend saniert. Sie verbrauchen übers Jahr gerechnet nicht mehr Energie, als sie mit regenerativen Anlagen produzieren. Auf den Umbau, der durch die rationelle Planung sehr schnell geht, gibt Energiesprong 30 Jahre Garantie. Vorfinanziert wird die Sanierung aus dem Sozialfonds einer gemeinnützigen Bank. Die Hausbesitzer verlangen von den Mietern dann so lange die gleiche Warmmiete wie vorher, bis die Kosten abgetragen sind.

So eine industrielle Bündelung von Stückzahlen fordert Emanuel Heisenberg von der SNV auch für Deutschland. „Das ist die Zukunft. Wenn nicht, ist es völlig unmöglich, die Sanierungsrate zu verdoppeln oder zu verdreifachen.“ Mit einer industriellen Standardisierung dagegen seien die dringend nötigen Ersparnisse bei der energetischen Sanierung von 20 und 30 Prozent möglich.

12.6 Wärmewende mit Wärmepumpen

Auf die Dekarbonisierung mit Wärmepumpen setzen die Fraunhofer-Institute für Bauphysik (IBP) und für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES). Sie haben für

⁸ <http://www.deematrix-energiesysteme.de/>

⁹ <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/wie-deutschland-die-waermewende-schaffen-kann-eine-bestandsaufnahme>

¹⁰ https://www.klima-sucht-schutz.de/fileadmin/co2/Multimedia/Broschueren_und_Faltblaetter/co2online-sanierungstest-studie.pdf

die Denkfabrik Agora Energiewende ausgerechnet, wie sich Wärmeerzeugung in Deutschland verändern müsste.

Um die deutschen Klimaziele für 2050 zu erreichen, müssen bis 2030 mindestens 4 Millionen Wärmepumpen installiert sein, heißt es in der Studie „Wärmewende 2030 – Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor“. ¹¹ An besonders kalten Wintertagen würden so viele Wärmepumpen so viel Strom verbrauchen, dass er parallel in Gaskraftwerken erzeugt werden müsste. Das wäre aber zu vertretbaren Kosten machbar. Gleichzeitig müsste der Anteil der erneuerbaren Energien auf 60 Prozent der Stromerzeugung steigen.

„Weniger Entweder-oder, also Effizienzsteigerungen und Dekarbonisierung, Strom und Gas“ sieht Agora-Chef Patrick Graichen als Trend für einen erfolgreichen Umbau des Wärmesektors. Niedertemperatur-Fernwärme mit Großwärmepumpen und Solarthermie sieht Dietrich Schmidt vom Fraunhofer IBP als eine weitere Schlüsseltechnologie und vielversprechendes neues Geschäftsfeld.

12.7 Synthetische Brennstoffe für die Wärmewende

Nach Ansicht der Deutschen Energie-Agentur (dena) lässt sich Energiewende im Gebäudesektor dagegen am besten realisieren, wenn Effizienztechnologien zusammen mit erneuerbaren Energien eingesetzt werden und rund die Hälfte des Heizbedarfs mit Gas und Öl gedeckt wird. Allerdings sollen die Brennstoffe im Ausland mit erneuerbarem Strom synthetisch hergestellt werden. Das ist das Ergebnis einer Studie der dena, der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz (geea) und weiterer Branchenverbände. ¹² Eine vollständige Elektrifizierung der Wärmeversorgung würde dagegen zu höheren Kosten führen und höhere Sanierungsraten erfordern, heißt es dort.

Die Studie vergleicht unterschiedliche Pfade für einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050 unter Aspekten wie Kosten, Energieimporte und Infrastrukturbedarf. „Die Klimaschutzziele im Gebäudesektor lassen sich erreichen, aber dafür müssen wir uns erheblich mehr anstrengen und mehr einfallen lassen als bisher. Das technologische Potenzial dafür steht aber

zur Verfügung“, sagte Andreas Kuhlmann, geea-Sprecher und Vorsitzender der dena-Geschäftsführung, bei der Vorstellung der Studie in Berlin. „Wir brauchen für den sehr heterogenen und kleinteiligen Gebäudesektor offene Technologiepfade, die Faktoren wie Bezahlbarkeit, Versorgungssicherheit und Akzeptanz seitens der Bevölkerung berücksichtigen.“

Die Gebäudestudie baut auf den gleichen Szenarien auf wie die dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“, die Transformationspfade für alle Sektoren erarbeitet hat: Energieerzeugung und -verteilung, Gebäude, Industrie, Mobilität. ¹³ Die Gebäudestudie zeigt, dass Deutschland bei einer Fortschreibung der heutigen Entwicklung seine Klimaschutzziele klar verfehlen würde. Der Gebäudesektor käme bis 2050 nur auf eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 67 Prozent im Vergleich zu 1990.

Die beiden Alternativszenarien der dena erreichen dagegen die Klimaschutzpolitischen Ziele der Bundesregierung und mindern die Emissionen um 80 bis 95 Prozent. Tragende Elemente der zukünftigen Wärmeversorgung sind in beiden Szenarien die erneuerbaren Energien und die deutliche energetische Verbesserung der Gebäudehülle und der Anlagentechnik.

Nach dem Elektrifizierungsszenario müssten bis 2050 jedes Jahr rund 2 Prozent des gesamten Gebäudebestands in Deutschland saniert werden, um einen sehr breiten Einsatz von elektrischen Wärmepumpen zu ermöglichen.

Im technologieoffenen Szenario würden dagegen 1,4 Prozent reichen. Hier würden neben Strom für Wärmepumpen auch gasförmige und flüssige Brennstoffe zum Einsatz kommen, die mithilfe von erneuerbaren Energien synthetisch erzeugt und hauptsächlich aus Ländern mit starker Sonneneinstrahlung und vielen freien Flächen importiert werden. Dafür müssten die Märkte allerdings entwickelt werden. Wie das gehen könnte, dazu blieb Kuhlmann vage.

Scharfe Kritik an der Studie kam von der Deutschen Umwelthilfe (DUH). Unter dem Deckmäntelchen der Technologieneutralität sollten bestehende Strukturen zementiert und fossile Technologien möglichst lange im Markt gehalten werden. „Die dena scheint nicht zu verstehen, dass in einem klimaneutralen Gebäudebereich kein Platz mehr für fossile Heizungen ist. Ab 2030 dürfen keine Öl- und Gaskessel mehr verbaut werden. Meinen wir es ernst mit den Klimazielen, muss unsere

¹¹ <https://www.agora-energiewende.de/de/themen/-agothem-/Produkt/produkt/370/W%C3%A4rmewende+2030>

¹² https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/dena_Gebaeuestudie.pdf

¹³ <https://www.dena.de/de/integrierte-energiewende>

Versorgung bis 2050 fast vollständig auf der Basis von Wärmepumpen und dekarbonisierten Wärmenetzen umgestellt werden. Die Anteile von synthetischem Gas in privaten oder öffentlichen Gebäuden werden dann minimal sein“, sagte der Bundesgeschäftsführer der DUH, Sascha Müller-Krenner.

12.8 Forschung für Kommunikation und Qualifikation

Während sich die beiden Studien von Agora Energiewende und dena mit technischen Lösungen beschäftigen, versuchte ein Kongress der Forschungsinitiative Energiewendebauen auch die Nutzer in den Blick zu nehmen. Wie man ihre Entscheidungsprozesse verbessern könnte, spielt bisher nur in wenigen Forschungsprojekten zur Gebäudeeffizienz eine Rolle. Etwa im „Kommunikationsmodell für Wohneigentümergeinschaften“, das die Hochschule für Technik Stuttgart (HFT) entwickelt hat. Weil in den Wohneigentümergeinschaften Mehrheitsbeschlüsse fallen müssen, bevor energetisch saniert werden kann, sei die Teilhabe der Eigentümer am Entscheidungsprozess ein wesentlicher Schlüsselfaktor, heißt es in der Präsentation des Forschungsprojekts.

12.9 Bürger erarbeiten Lösungen für Energieeffizienz

Wie man die Bürger besser am Umbau ihrer Häuser und Quartiere beteiligen könnte, erforscht das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in den Projekten „Quartier Zukunft – Labor Stadt“ und „Reallabor 131: KIT findet Stadt“. In den Quartieren liegt eine Chance für mehr Energieeffizienz, weil gemeinsame Anlagen besser ausgenutzt werden können und das ihre Wirtschaftlichkeit steigert, wie das Beispiel der Märkischen Scholle zeigt. Die Forschung widmet sich nun mehr und mehr der Frage, wie dieses Potenzial gehoben werden kann. Das fügt sich zum Ansatz, die Bewohner bei der Entwicklung der Konzepte mit einzubeziehen. So betreibt es das KIT seit mehreren Jahren in der Karlsruher Oststadt.

Konkret haben die Bürger der Oststadt Vorschläge zur nachhaltigen Gestaltung ihres Quartiers erarbeitet und sie in einem „BürgerProgramm“ festgehalten.¹⁴ Im Bereich Energie schlagen sie unter anderem vor: Eine Einsparung von rund 10 Prozent der Heizenergie durch Optimierung der Heizungssysteme. Die Umsetzung eines

Pilotprojekts mit autarker Versorgung eines Wohnblocks mit erneuerbarer Wärme und regenerativem Strom dank Speicherkapazitäten. Die Erstellung eines Energiekonzepts, das folgende Fragen beantwortet: Welche Energieversorgungsmöglichkeiten bestehen (Fernwärme, Solarthermiekataster), welche Möglichkeiten bieten sich für welche Gebäudetypen an (Wärmepumpen, Blockheizkraftwerk), welche Fördergelder sind möglich? Und für jedes Gebäude ein detailliertes Versorgungskonzept auf Basis regenerativer Energien.

Die Erkenntnisse aus dem Beteiligungsprozess in der Oststadt fließen nun in das Transformationszentrum für nachhaltige Zukünfte und Kulturwandel des KIT. Es wird in den kommenden zwei Jahren unter anderem die Energiewende in der Oststadt weiter begleiten.

Auch das Bundeswirtschaftsministerium hat die Real-labore entdeckt und die Gewinner des Ideenwettbewerbs EnEff.Gebäude.2050 im Rahmen der Forschungsinitiative Energiewendebauen prämiert.¹⁵ Gesucht waren Konzepte für einen künftigen internationalen Energiewettbewerb für Gebäude und Quartiere, die einen interessanten Austragungsort präsentieren und ihn nachhaltig als Experimentierraum oder „Living-Lab“ in das städtische Umfeld integrieren.

12.10 Deneff fordert Stärkung der Qualifizierung

Gleichzeitig braucht es Menschen, die die neuen Wärmeanlagen gut planen und bauen. Für sie fordert die Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz (Deneff) eine Qualifizierungsoffensive. Gerade die komplexen technischen Lösungen der Gebäudeeffizienz seien besonders anfällig für Qualitätsprobleme. Qualität könne nur erreicht werden, wenn Planer, Berater, Hersteller, Verarbeiter und Anwender zusammenspielen. Qualifizierung sei dafür die Voraussetzung.

12.11 Erstes energieautarkes Mehrfamilienhaus der Welt steht in der Schweiz

Was im Gebäudebereich technisch möglich ist, zeigt das erste komplett energieautarke Mehrfamilienhaus der Welt, das die Schweizer Umwelt Arena in Brütten

14 http://www.quartierzukunft.de/wp-content/uploads/2014/11/Bürgerprogramm_BürgerForum-Nachhaltige-Oststadt-2014_Mail.pdf

15 <https://www.ptj.de/ueber-uns/aktuelles?news=news/ideenwettbewerb-eneff-gebäude-2050>

bei Zürich gebaut hat. Nach ihren Angaben ist es das erste Mehrfamilienhaus überhaupt, das ohne externen Anschluss für Strom, Öl und Erdgas auskommt. Ziel des Projekts ist zu zeigen, dass Energieautarkie mit Erneuerbaren auch im Winter möglich ist.

Erreicht wird dieses Ziel durch die fast vollflächige Belegung von Dach und Fassade mit Dünnschicht-Solarzellen. Unter dem Haus sind zwei Tanks verbaut – einer für Warmwasser und einer für Wasserstoff. In beiden wird die Solarenergie für den Winter gespeichert. Mit dem Wasserstoff ist die Stromversorgung auch in sonnenarmen Zeiten gesichert. Er wird in einem Blockheizkraftwerk rückverstromt. Dabei fällt gleichzeitig Wärme an.

Energieautarkie ist für den Bauherren, die Umwelt Arena aus Spreitenbach bei Zürich, kein Selbstzweck, erklärt Mitarbeiter Renato Nüesch. „Wir haben ja ein Netz, an das man das Haus anschließen könnte.“ Erneuerbar erzeugte Energie müsste aber gespeichert werden können. „Sonst laufen die fossilen Kraftwerke das ganze Jahr, weil sie im Winter gebraucht werden.“ Ziel des energieautarken Hauses ist also eigentlich, diese Kraftwerke überflüssig zu machen.

Insgesamt kommt vom Dach 20- bis 30-mal mehr Energie, als die Bewohner direkt verbrauchen, sagt Nüesch. Mit dem Solarstrom wird deshalb eine Wärmepumpe angetrieben, die mit Außenluft und Erdwärme arbeitet. Sie wärmt das Wasser für den direkten Verbrauch und für die Speicherung in einem 250-Kubikmeter-Warmwassertank. Er speichert 90 Prozent der im Haus benötigten Energie in Form von Wasser. Außerdem gibt es eine Lithium-Eisenphosphat-Batterie, die den Strom direkt speichert. Und es gibt einen Elektrolyseur, der mit Strom Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff spaltet. Der Wasserstoff liefert im Winter die restlichen 10 Prozent Energie.

Fans von Energieautarkie können demnächst auch nach Cottbus pilgern. Dort plant das Sonnenhaus-Institut zwei energieautarke Mehrfamilienhäuser.¹⁶

12.12 Die tiefe Geothermie ist zurück

Durch den Klimavertrag von Paris rückt auch die tiefe Geothermie wieder in den Blick. Die Forschung entwickelt neue Hilfen für ihre Nutzung und neue Projekte

werden aus der Taufe gehoben: In Schwerin geht 2018 ein Geothermieprojekt der Stadtwerke ans Fernwärmenetz. Und auch an Rhein und Ruhr will man jetzt nach warmem Wasser in tiefen Gesteinsschichten bohren, um es zum Heizen zu nutzen.

Mit dem Explorationsrisiko, einem der schwierigen Punkte bei der tiefen Geothermie, beschäftigt sich ein Forschungsprojekt des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG). Das Risiko besteht darin, dass eine Bohrung so teuer ist, dass man es sich eigentlich nicht leisten kann, nicht fündig zu werden. Zum ersten Mal soll nun warmes Tiefenwasser nach einem Konzept aus der Erdölindustrie gefunden werden – indem man Lagerstätten in Plays typisiert.

„Der Begriff Play kommt eigentlich aus der Erdöl- und Erdgasindustrie und bezeichnet den Teil einer Lagerstätte, der mit einem konkreten Erkundungs- und Entwicklungsvorgang erschlossen wird“, erklärt Franz Binot vom LIAG. „Zum Play gehören alle Informationen, die erforderlich sind, diesen Lagerstättenteil bis zur Förderung zu entwickeln. Dazu gehören auch Einschätzungen des Erfolgsrisikos.“

Bei der tiefen und mitteltiefen Geothermie sei manches gut vergleichbar mit Prozessen in der Erdöl- und Erdgasindustrie, etwa die umfangreichen bergbaulichen Genehmigungsverfahren und die tiefen Bohrungen. „Allerdings sind die Firmen wesentlich kleiner als die fossilen. Shell, Exxon, BP, Gazprom, Engie (dazu gehört unser Projektpartner Storengy) sind global aufgestellt. Die Akteure der Geothermie sind viele Nummern kleiner. Es sind Stadtwerke, Gemeinden, vielleicht mal ein größerer Industriebetrieb“, sagt Binot. Das, was diese globalen Firmen mit ihrer großen Power für ihre Lagerstätten längst gemacht hätten, stehe für Geothermie-Plays mangels großer Akteure noch aus. Diese müssen mit öffentlichen Mitteln unterstützt werden.

„Vereinfacht kann man das Problem am Energieinhalt der Produkte verständlich machen: Hat man 1 Liter Öl gefördert und im Vergleich dazu 1 Liter 100 Grad heißes Wasser, so hat die Ölseite des Vergleichs etwa 12-mal mehr Energieinhalt als die Heißwasserseite. Die Kalkulationen der Geothermie-Seite müssen somit wesentlich knapper gehalten werden und schärfer sein als die der Kohlenwasserstoffseite“, beschreibt Binot die Aufgabe.

Jede vermiedene Fehlentscheidung beim Bohren nach warmem Tiefenwasser bringt ein Projekt also näher an einen wirtschaftlichen Erfolg, jedenfalls unter den aktuellen Rahmenbedingungen mit einem niedrigen Öl- und

¹⁶ <http://www.sonnenhaus-institut.de/revolution-im-wohnungsmarkt-in-cottbus-baubeginn-fuer-zwei-energieautarke-mehrfamilienhaeuser-mit-pauschalmitiete-und-energie-flatrate-fuer-ein-ganzes-jahrzehnt.html>

Gaspreis. Um dem Klimaschutz auch ökonomisch aufzuhelfen, hatte die Stern-Stiglitz-Kommission der größten 20 Industrienationen im Mai einen langfristigen CO₂-Preis von bis zu 100 Dollar pro Tonne empfohlen – rund zwölfmal mehr als der aktuelle Preis im EU-Emissionshandel.

Solange Öl und Gas billig sind, wäre ein Geothermieprojekt wie das in Schwerin nicht zu stemmen, sagt denn auch René Tilsen vom Unternehmensverbund der Stadtwerke Schwerin. Rund ein Drittel der Kosten in Höhe von 14,8 Millionen Euro, die wie bei allen Geothermieprojekten hauptsächlich für die Bohrungen anfallen, schieße die EU zu, berichtet er.

Im Schweriner Ortsteil Lankow soll 53 Grad Celsius heißes Wasser aus einer Tiefe von 1 200 Metern nach oben gepumpt werden. Die Bohrung befindet sich in der Nähe des Heizkraftwerks. Dort gibt das Thermalwasser seine Energie an einen Wärmetauscher ab und wird dann über eine Injektionsbohrung wieder in die gleiche Gesteinsschicht zurückgeführt, aus der das Wasser dann erneut gefördert wird. 20 Prozent des Bedarfs für die Fernwärme will die Landeshauptstadt bald mit Geothermie decken. Für Schwerin sei das Projekt ein bedeutsamer Meilenstein auf dem Weg zur angestrebten CO₂-Neutralität bis 2050, teilen die Stadtwerke mit.

Die Stadt München will bis 2030 die Hälfte der Fernwärme durch Geothermie erneuerbar machen. Und auch in der Rhein-Ruhr-Region geht es jetzt los: Unter den Kohleschichten des Ruhrgebiets vermuten die Forscher thermalwasserführendes Gestein. „Allerdings: Vor der Hacke ist es duster“, zitierte Geologe Rolf Bracke eine alte Bergmannsweisheit und meint damit, dass bislang noch niemand versucht hat, unter dem Ruhrgebiet tiefere Gesteinsschichten als die Kohle zu erforschen.

Das möchte das Geothermiezentrum ändern. Das Bund-Länder-Projekt TRUDI (Tief-runter-unter-die-Ruhr) soll erproben, ob und wie die Erschließung der Tiefengeothermie im Ruhrgebiet möglich ist. Dazu sollen Forschungsbohrungen zunächst bis 1 500 Meter Tiefe in den Untergrund gehen. Von dort aus sollen tiefergehende geophysikalische Untersuchungen der Gesteine bis 5 000 Meter vorgenommen werden.

12.13 Und was ist mit der Industrie?

Warmes Wasser zum Heizen muss nicht sehr heiß sein. Moderne Niedertemperaturnetze passen gut mit Solarthermie zusammen. Die daraus gewonnene

Energie speist die derzeit größte deutsche Anlage in der Nähe von Senftenberg ins kommunale Wärmenetz ein. In Dänemark sind solche Wärmenetze schon viel weiter ausgebaut.

In der Industrie aber werden oft Temperaturen bis 500 Grad für die Prozesswärme gebraucht. Diese sind auf absehbare Zeit schwer erneuerbar zu erzeugen. Ansätze beschreibt die Studie „Die neue Wärmewelt“ von den Grünen.¹⁷ Warmes Wasser aus solarthermischen Anlagen könnte zumindest zum Vorheizen genutzt werden, um Energie zu sparen.

Bei der Nutzung von Produktionsabwärme kooperieren in Berlin die Königliche Porzellan-Manufaktur (KPM) und der Energieerzeuger Vattenfall. In dem Projekt sind vier KPM-Brennöfen mit einer Wärmerückgewinnung gekoppelt. Sie speist die Energie ins Berliner Fernwärmesystem ein. Die gewonnene Energie entspricht 150 000 heißen Duschen pro Jahr, teilt Vattenfall mit.

Zum Potenzial der Abwärmenutzung in Deutschland gibt es bisher erst wenige Untersuchungen. Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung hat die vorliegenden Studien dazu zusammengefasst.¹⁸ Demnach ließen sich 10 bis 20 Prozent der eingesetzten Energie aus der Abwärme zurückgewinnen. Potenziale und Hemmnisse hat das Institut für Zukunftssysteme zusammengetragen.¹⁹ Gegen Abwärmenutzung sprechen aus Sicht der Industrie die langen Amortisationszeiten der technischen Umrüstung. Denn heutzutage ist es in Unternehmen üblich, dass sich Investitionen schon innerhalb von wenigen Jahren amortisieren müssen.

17 <https://www.gruene-bundestag.de/publikationen/publikation/reader-die-neue-waermewelt.html>

18 http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/effizienzfabrik/Kurzstudie_Abwaermenutzung.pdf

19 http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/20150901_BMUB-Studie_Abwaerme_V.1.1.pdf

13 Die Energiewende weltweit

Die Doppelherausforderung von Klimawandel und nachhaltiger Energiesicherheit kann nur global beantwortet werden.¹

Unser CO₂-Ausstoß und die Nutzung fossiler Energieträger haben Auswirkungen, die über Staatengrenzen hinausgehen. Lösungen müssen grenzüberschreitend gefunden und umgesetzt werden. Nationale Alleingänge sind teuer und ineffizient, wenn auf der anderen Seite der Grenze nichts geschieht. Strom wird über Grenzen hinweg gehandelt und alle Staaten können von technischen Neuerungen profitieren. Forscher entwickeln Ideen besser gemeinsam weiter. Vielen Entwicklungs- und Schwellenländern fehlen zudem Expertise und finanzielle Mittel, um allein eine Energiewende umzusetzen. Doch gerade dort wachsen die Bevölkerungen rasant an. Viele haben noch gar keinen Zugang zu Strom, deshalb gibt es dort noch die Chance, den Energiebedarf nachhaltig zu decken, ohne den fatalen Umweg über fossile Energieträger zu gehen.

„Eine Klimaerwärmung hat weitreichende Konsequenzen für die gesamte Menschheit, auch wenn diese in einzelnen Regionen sehr unterschiedlich ausfallen werden. Neben der Zunahme extremer Wetterereignisse bedroht der Temperaturanstieg die Nahrungsmittelproduktion, die biologische Vielfalt, küstennahe Siedlungsbereiche und die Trinkwasserversorgung einzelner Gebiete. Auch Krankheitserreger können sich in neuen Regionen ausbreiten. Der Schutz des Klimas erfordert ein länderübergreifendes Engagement. [...] Je früher weltweit emissionsarme Energietechniken eingesetzt werden, desto geringer fallen die Gesamtkosten aus.“²

Dasselbe gilt in kleinerem Maßstab für Europa. Der Thinktank Agora Energiewende begründet die Notwendigkeit zur grenzüberschreitenden Kooperation im europäischen Energiemarkt damit, dass sich Schwankungen bei Sonnen- und Windenergie auf größerer geografischer Verteilung besser ausgleichen. Gesicherte Kapazitäten könnten gemeinsam besser vorgehalten, Flexibilitätsoptionen in ganz Europa besser genutzt werden.³

13.1 Wie steht es um die Energieversorgung weltweit?

Für die Internationale Energieagentur (IEA) ist der Zugang zu Energie die „goldene Schwelle“, die Wirtschaftswachstum, menschliche Entwicklung und eine saubere, nachhaltige Umweltpolitik verbindet. Das nachhaltige Entwicklungsziel SDG 7.1 strebt den Zugang zu sauberer, verlässlicher und moderner Energie bis 2030 für alle an und erkenne damit die Wichtigkeit der Energie für die Entwicklung an.

Sinkende Preise für Solarenergie und Technik, neue Entwicklungen und Digitalisierung erleichterten demnach den Zugang zu sauberen Energien.

In ihrem „Energy Access Outlook 2017“ untersucht die IEA die Lage in der Welt und gibt eine Prognose für 2030.⁴

2016 ist der Untersuchung zufolge die Zahl der Menschen ohne Zugang zu Elektrizität unter 1,1 Milliarden gefallen. Seit 2000 haben 1,2 Milliarden Menschen Zugang zu Strom erhalten – allein in Asien 870 Millionen, davon 500 Millionen in Indien.

Im Afrika südlich der Sahara (auch SSA für Subsahara-Afrika) hat 2014 die Elektrifizierung das Bevölkerungswachstum überholt. Dennoch gibt es dort wegen der hohen Geburtenzahl zahlenmäßig mehr Menschen ohne Zugang zu Strom als 2000.

Eine Herausforderung bleibt das Kochen. In Asien kochen 43 Prozent der Bevölkerung, 1,64 Milliarden Menschen, mit Biomasse, also Feuerstellen mit Holz oder Dung, das sind 160 Millionen mehr als im Jahr 2000. 225 Millionen kochen mit Kohle oder Kerosin, diese Zahl sank um 600 Millionen seit 2000. Die meisten sind auf LNG (Flüssigerdgas: Liquefied Natural Gas), Naturgas und Elektrizität umgestiegen.

Die Gründe für den Wechsel liegen in wachsendem Bewusstsein für die Auswirkungen der Abholzung und des Rauchs der Feuer auf Gesundheit und Umwelt. Auch politische Anreize und neu geschaffene Angebote samt Infrastruktur spielen eine wichtige Rolle. Erfahrungsgemäß sind die Menschen, die sich Kohle und Kerosin

1 Vgl.: Westphal: 1

2 BINE-Informationssdienst: Klimapolitik. <http://www.bine.info/publikationen/publikation/klima-und-energie/klimapolitik/>

3 Agora Energiewende: 12 Thesen zur Energiewende. https://www.agora-energiawende.de/fileadmin/downloads/presse/01b_Impulse_12_Thesen_zur_Energiewende_November_2012_Kurzfassung_web.pdf

4 Alle Daten in diesem Unterkapitel stammen aus der Untersuchung, wenn nicht anders gekennzeichnet. IEA: Energy Access Outlook 2017. <https://www.iea.org/access2017/>

leisten können, finanziell bessergestellt, leben eher in urbanen Zentren und haben daher leichter Zugang zu besseren Versorgungsmöglichkeiten.

Im Afrika südlich der Sahara gibt es den geringsten Fortschritt: 80 Prozent der Menschen dort kochen noch mit Biomasse. Das sind 3 Prozent weniger als 2000, aber rein zahlenmäßig wegen des Bevölkerungswachstums mehr: Die Zahl der Betroffenen stieg von 240 Millionen auf 780 Millionen.

Von Energiearmut spricht man dann, wenn es keinen oder nur einen eingeschränkten Energiezugang fürs Kochen, Beleuchten, Heizen, Kühlen oder die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien gibt. So haben 1,3 Milliarden Menschen (2014) auf der Erde keinen Strom, etwa doppelt so viele sind beim Kochen und Heizen auf Feuerholz, Holzkohle, Dung oder Pflanzenreste angewiesen. Doch wenn Energie nicht verfügbar, nicht effizient nutzbar oder nicht bezahlbar ist, bleiben wichtige Bedürfnisse unerfüllt. Diese Art der Armut hat für die Betroffenen dramatische Folgen: Ihre Lebensqualität ist davon beeinträchtigt, oft auch ihre Gesundheit; ihre Bildungschancen sind genauso eingeschränkt wie ihre Möglichkeiten, Einkommen zu generieren.⁵

13.2 Die Zukunft der Energieversorgung

Laut „World Energy Outlook 2017“⁶ der Internationalen Energieagentur IEA wird bis 2040 die Nachfrage nach Energie um 30 Prozent steigen. Saubere Energien können 40 Prozent davon bedienen. Vermutlich wird ein großer Teil Sonnenenergie sein, weil dies die billigste Energie in vielen Ländern ist.

Die IEA wagt einen Blick in die Weltregionen, weil die Entwicklung überall unterschiedlich aussieht, passend zu den Gegebenheiten von Geografie und Natur und den Bedürfnissen der Menschen. Ein Drittel der Nachfrage wird aus Indien kommen. Chinas neue Energiestrategie bringt das Land laut IEA auf einen saubereren Weg.

Die USA werden bis Mitte der 2020er-Jahre der weltgrößte Exporteur von Flüssiggas (LNG – Liquefied

Natural Gas) und Ende des Jahrhunderts Nettoöl-exporteur sein.

Die globale Autoflotte wird sich auf 2 Milliarden Fahrzeuge verdoppeln! Aber der Treibstoffverbrauch wird seinen Höhepunkt erreichen, wegen effizienterer Treibstoffnutzung und der steigenden Zahl der Elektroautos.

Trotzdem wird die Nachfrage nach Öl steigen, weil Petrochemie, LKW-, Flug- und Schiffsverkehr die Nachfrage auf bis zu 105 Millionen Barrel pro Tag antreiben.

Die Prognosen der IEA wurden in der Vergangenheit allerdings immer wieder als zu unrealistisch in Bezug auf die erneuerbaren Energien kritisiert. Bisher hat der reale Ausbau die Zahlen der IEA noch immer überholt. Es stimmt aber, dass die Welt bei der Umstellung auf saubere Energieerzeugung noch nicht auf dem richtigen Weg ist, um das Klimaabkommen von Paris zu erfüllen.⁷ Die IEA schlussfolgert: Die globalen energiebezogenen CO₂-Emissionen steigen etwas an – das Ergebnis ist weit davon entfernt, die gravierenden Folgen des Klimawandels zu verhindern. Wir müssen mehr tun.

China ist der größte CO₂-Emittent der Erde. In jüngster Zeit fährt die Regierung den Bau von Kohlekraftwerken im eigenen Land zurück,⁸ auch weil die Luft in den Megastädten so schlecht ist, dass die rasch wachsende Mittelschicht aufbegehrt.

Zugleich aber exportiert China die Kohleindustrie. Laut Klimaretter.info war China von 2001 bis 2016 in 65 Staaten an 240 Kohlekraftwerken beteiligt. Die meisten liegen in Indien, Indonesien, Mongolei und Türkei. Mehr als 40 Prozent dieser Kohlekraftwerke befanden sich (Mitte 2017) in der Vorbereitungsphase – einige in Planung, bei 15 Prozent waren die Verträge unterzeichnet, 23 Prozent waren bereits im Bau. 48 Prozent der Kraftwerke laufen bereits. Die restlichen Projekte wurden abgebrochen oder verschoben, bei einigen ist der Stand auch unklar.⁹

⁵ BMZ: Nachhaltige Energie für alle: 15

⁶ <https://webstore.iea.org/weo-2017-special-report-energy-access-outlook>

⁷ <http://www.klimaretter.info/energie/hintergrund/23924-der-kohleboom-ist-vorbei>

⁸ Greenpeace 24.10.2016. <https://www.greenpeace-magazin.de/nachrichten/kohle-china-stoppt-den-bau-von-30-kraftwerken>

⁹ klimaretter.info: Chinas Kohle für die Welt, 03.06.2017. <http://www.klimaretter.info/wirtschaft/hintergrund/23200-chinas-kohle-fuer-die-welt>

Die IEA ¹⁰ beschreibt folgende Elektrifizierungsszenarien bis 2030:

„90 Prozent der Haushalte in den Schwellenländern Asiens werden dann elektrifiziert sein, ebenso viel in Südamerika und 95 Prozent im Nahen Osten. In Indien sollen bis zum Beginn der 2020er-Jahre schon alle Haushalte Zugang zu Elektrizität haben, davon kommt 60 Prozent aus erneuerbaren Energien.“

Im Afrika südlich der Sahara könnte die Rate 59 Prozent betragen. 90 Prozent aller Menschen weltweit ohne Zugang zu Strom werden 2030 in dieser Region leben.

Generell werden die Haushalte in den Städten Energie über Stromnetze erhalten, in ländlichen Regionen werden dezentrale Energiequellen genutzt. 60 Prozent der neuen Versorgung wird aus erneuerbarer Energie stammen. In ländlichen Regionen werden auch 2030 noch 60 Prozent der Menschen mit Biomasse kochen, obwohl deren Zahl insgesamt sinkt.

Ein Hindernis für die Elektrifizierung könnten fehlende finanzielle Mittel sein. Viele Menschen in ländlichen Gegenden zahlen Geld für Kerosin oder Kerzen, doch eine Elektrifizierung erfordert eine höhere einmalige Investition, die sich viele nicht leisten können oder wollen.

In jüngster Zeit hat sich darum das sogenannte „pay as you go“-Modell bewährt, mit dem man den Preis in Raten bezahlen kann. Dabei erhalten Käufer von einer Firma ein Solarsystem, das zum Beispiel eine Batterie, ein Solarpanel, LED-Leuchtmittel und ein mobiles Ladegerät enthält. Damit kann man ein Mobiltelefon oder Leuchten laden, größere Anlagen können auch Radios oder Fernseher aufladen oder betreiben. Nach einer Anzahlung können die Käufer dann über ihr Handy täglich, wöchentlich oder monatlich Raten abzahlen. Dazu muss man wissen, dass in Afrika viele Geldtransfers über die Mobiltelefone ablaufen. Das „pay as you go“-System kontrolliert die Zahlungen über eine Kontrollbox in den Solarsystemen. Dort muss ein Code eingegeben werden, damit es weiterläuft. Diesen Code erhält man nach der Zahlung als SMS oder bei einem lokalen Händler. Wenn die Anlage abbezahlt ist, geht sie in den Besitz des Kunden über.

Größere „pay as you go“-Anbieter sind PEG, M-Kopa, Off-Grid Electric, d.Light, BBOX, Novo Lumos oder das deutsche Unternehmen Mobisol. ¹¹

Mit derartigen Systemen können Millionen ärmere Menschen weltweit Zugang zu dezentraler Energieversorgung erhalten. In Kenia und Tansania wurden Anfang 2017 schon eine halbe Million Haushalte so mit Energie versorgt. Weil die Händler bei der Ratenzahlung in Vorleistung gehen, sorgen Institutionen wie die Afrikanische Entwicklungsbank, der Green Climate Fund, die Weltbank oder die KfW für die Anschubfinanzierung.

13.3 Initiativen zur nachhaltigen Energieversorgung

Was bereits geschieht: Die Investitionen in erneuerbare Energien haben in den letzten Jahren stark zugenommen und viele Staaten haben bereits ehrgeizige Ausbauziele sowie Gesetze, die das Erreichen dieser Ziele möglich machen. Außerdem gibt es bereits eine Reihe von politischen Initiativen und Programmen, die sich die Förderung von erneuerbaren Energien zum Ziel gesetzt haben. Dazu gehören zum Beispiel die 2010 gestartete UN-Initiative „Sustainable Energy for All“ (SE4ALL) ¹². Sie ist eine globale Plattform, auf der sich Unternehmen, Politik und NGOs vernetzen können, um Wissen auszutauschen und Finanzierungsmodelle zu entwickeln.

Viele weitere Programme legen einen Schwerpunkt auf die erneuerbaren Energien. Für Afrika, das, wie oben gezeigt, den stärksten Bedarf an Unterstützung hat, gibt es zum Beispiel die „African Clean Energy Corridor“-Initiative unter Federführung der Internationalen Organisation für Erneuerbare Energien (IRENA). Die „Africa-EU Energy Partnership“ (AEEP) unterstützt mit der Electrification Financing Initiative ¹³ die nachhaltige Energieversorgung.

Die Initiative für Erneuerbare Energien in Afrika (AREI) wurde auf dem G7-Gipfel in Deutschland zusammen mit afrikanischen Partnern auf den Weg gebracht und auf dem Klimagipfel in Paris gegründet. Die von Afrikanern entwickelte und von afrikanischen Institutionen geleitete Initiative hat sich das Ziel gesetzt, 300 Gigawatt (GW) an zusätzlichen Erneuerbare-Energien-Kraftwerkskapazitäten bis zum Jahr 2030 zu errichten.

¹⁰ Alle Daten in diesem Unterkapitel stammen aus der Untersuchung, wenn nicht anders gekennzeichnet. IEA: Energy Access Outlook 2017.
<https://webstore.iea.org/weo-2017-special-report-energy-access-outlook>

¹¹ <https://www.heise.de/tr/artikel/Licht-fuer-Afrika-1440921.html>

¹² <http://www.se4all.org>

¹³ <http://electrifi.org/>

In der Anfangsphase bis 2020 sollen es mindestens 10 GW sein. Dadurch soll der universelle Zugang zu ausreichend sauberer, angemessener und bezahlbarer Energie für alle Afrikaner und Afrikanerinnen sichergestellt und afrikanische Länder befähigt werden, einen Entwicklungspfad jenseits von fossilen Energieträgern zu beschreiten. AREI möchte aber explizit nicht einfach fossile Kraftwerke durch Erneuerbare-Energien-Kraftwerke ersetzen. Vielmehr soll das zukünftige afrikanische Energiesystem auch in seiner Struktur verändert werden: mit mehr dezentralen, kleinen Kraftwerken, die auch in entlegenen ländlichen Gebieten genutzt werden können. Diese sollen intelligent mit Großkraftwerken in der Nähe von Verbraucherzentren verknüpft werden. Die G7, Schweden, die Niederlande und die EU-Kommission haben in Paris 10 Milliarden Dollar bis 2020 zur Unterstützung zugesagt.

13.3 Finanzierung der Energieversorgung

„Strom für alle bis 2030“ würde weltweit Investitionen von 52 Milliarden Dollar pro Jahr erfordern, mehr als das Doppelte der bisher veranschlagten Summe, rechnet die IEA. In ihrem Modell sollte der Großteil der Mehrkosten in Erneuerbare gehen. Voraussetzung dafür sind politische Strategien und ein Investitionsplan.

Und das lohnt sich, meint die IEA, denn neben den Haushalten profitieren auch Betriebe, Landwirtschaft und Händler. Die Regionen wären attraktiver für Investoren, was wiederum Jobs schaffen würde, besonders für Frauen, die oft die wichtigsten Versorger der Familien sind.

Frauen hätten zudem mehr Zeit für Dinge wie Nahrungsanbau oder Fortbildungen, wenn sie nicht täglich Holz oder andere Brennstoffe wie Dung sammeln müssen. Der Gesundheitszustand von Frauen und Kindern würde sich verbessern, denn durch den Qualm der Kochstelle sterben zurzeit jährlich 2,8 Millionen Menschen vorzeitig, weil sie Atemwegserkrankungen bekommen.¹⁴

Wenn weniger oder gar kein Holz mehr zum Kochen oder Heizen benötigt wird, unterstützt das auch den Kampf gegen die Erderwärmung, denn Bäume binden CO₂ und Wälder gelten als Kohlenstoffsenken. Weil ihre

Wurzeln den Boden stabilisieren und Wasser binden, gäbe es auch weniger Erosion und Trockenheit.

Strom für alle würde somit auch die nachhaltigen Entwicklungsziele Nummer 3 (Gesundheit und Wohlergehen), 5 (Geschlechtergleichheit), 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) und 12 (Maßnahmen zum Klimaschutz) betreffen.

Zugang zu Elektrizität würde die Energienachfrage laut IEA nur um 0,2 Prozent steigern (das entspräche 37 Millionen Tonnen Öl). Ausgleich dafür wäre die Reduktion der Treibhausgase durch Kochen mit Biomasse.

➔ Ein Webinar dazu (ca. 60 Minuten) finden Sie auf dieser Seite:
IEA: Webinar: Energy Access Outlook 2017, From Poverty to Prosperity
<https://youtu.be/qlWMoV0HaXM>

13.4 Was macht Deutschland in der Welt?

Nach eigenen Angaben unterstützt das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) in 40 Partnerländern den Aufbau nachhaltiger Energiesysteme, technisch, administrativ und mit Aus- und Fortbildung sowie mit Krediten. In 26 Staaten ist das sogar der Schwerpunkt der Zusammenarbeit. Auf der Website heißt es dazu: „Um Partnerländer beim Übergang zu einer klimafreundlichen Energieversorgung zu unterstützen, greift das BMZ auch auf Erfahrungen aus der deutschen Energiewende zurück. Welche Techniken haben sich bewährt? Wie sollen rechtliche Rahmenbedingungen gestaltet sein? Welche Faktoren führen zum Erfolg, welche gerade nicht? Solche Erkenntnisse sind auch anderswo gefragt.“¹⁵

In Marokko wird in Ouarzazate einer der größten Solarparks der Welt ausgebaut. Er soll mindestens 1,3 Millionen Menschen mit Strom versorgen. Deutschland ist nach eigenen Angaben mit zinsverbilligten Darlehen von mehr als 800 Millionen Euro größter Unterstützer, weitere Förderer sind u. a. der Clean Technology Fund und die afrikanische Entwicklungsbank.

¹⁴ Das solche Zahlen schwer zu erheben sind, zeigt sich daran, dass die „Global Burden of Disease Study“ schätzt, dass weltweit jährlich sogar 3,5 Millionen Menschen vorzeitig an den Folgen der Luftverschmutzung durch Rauch in Räumen sterben. (BMZ: nachhaltige Energie für Entwicklung: 16)

¹⁵ BMZ: Unterstützung von Entwicklungs- und Schwellenländern.
<https://www.bmz.de/de/themen/klimaschutz/Energie-und-Klima/Deutsches-Engagement/index.html>

In Indien berät das BMZ zu der Frage, wie Strom aus erneuerbaren Energien in das nationale Netz integriert werden kann. Mit deutscher Unterstützung werden „grüne Korridore“ für ländliche Regionen gebaut. Im Bausektor unterstützt Deutschland Maßnahmen zur Energieeffizienz, hauptsächlich zur Kühlung, in Nordindien auch zur Heizung.

In Brasilien unterstützt Deutschland den Ausbau der Windenergie und hilft bei der Entwicklung von Einspeiseregelungen für dezentral erzeugten Strom.

In Südafrika wird der Ausbau erneuerbarer Energien durch Hilfe beim Ausbau der Stromnetze und Beratung gefördert. In Uganda beziehen dank deutscher Hilfe mehr als 60 000 Menschen und mehrere Unternehmen Strom aus einem Wasserkraftwerk.¹⁶

13.5 Elektrifizierung macht die Energieversorgung noch nicht nachhaltig

Im Februar 2018 warnt das Mercator Institut, dass der Untergang der Kohle zu früh ausgerufen wurde.

„China und Indien haben im Laufe des Jahres 2016 jeweils über 50 Prozent ihrer Pläne für neue Kraftwerke zurückgenommen. Doch global gesehen steigt die Zahl der Kohlekraftwerke weiter an. So haben zum Beispiel die Türkei, Indonesien und Vietnam vor, zusammengefasst ihre Kapazität um ca. 160 Gigawatt zu erhöhen. Das würde etwa der Leistung aller bereits bestehenden Kohlekraftwerke in den 28 EU-Staaten entsprechen.“

Hinzu kommt, dass im Jahr 2016 andere Länder ihre Zubaupläne massiv erhöht haben, zum Beispiel Ägypten um fast 800 und Pakistan um 100 Prozent. Diese Entwicklungen gefährden die nationalen Selbstverpflichtungen der Länder zum Klimaschutz (NDCs): Sie würden bedeuten, dass sich der CO₂-Ausstoß aus Kohlekraftwerken von 2012 auf 2030 beispielsweise in Vietnam fast verzehnfachen und in der Türkei fast vervierfachen würde.“¹⁷

13.6 Energiewende in Europa

Im Dezember 2017 haben die EU-Energieminister das Paket „Saubere Energie für alle Europäer“ beschlossen. Damit soll der Ausbau der erneuerbaren Energien gefördert werden – also die europäische Energiewende. Erzeugung, Nachfrage und Versorgung sollen nicht mehr national, sondern europäisch definiert werden.¹⁸

Die Thinktanks Agora Energiewende (Deutschland) und Sandbag (Großbritannien) haben im Januar 2018 einen Bericht zur EU-Energiewende vorgelegt:

- Demnach wurde 2017 mehr Strom aus Wind, Sonne und Biomasse erzeugt als aus Stein- und Braunkohle zusammen.
- Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren wuchs im Vergleich zu 2016 um 12 Prozent.
- Seit 2010 hat sich der Anteil der Erneuerbaren aus Wind, Sonne und Biomasse mehr als verdoppelt. Großbritannien und Deutschland haben in den vergangenen 3 Jahren mehr als die Hälfte zu diesem Ausbau beigetragen.
- In Deutschland wurden 2017 30 Prozent, in Großbritannien 28 und in Dänemark 78 Prozent des Stroms aus Wind, Sonne und Biomasse erzeugt. In Slowenien, Bulgarien, Frankreich, der Slowakei, der Tschechischen Republik und Ungarn gab es nur geringe Zuwächse.
- Die Stromerzeugung aus Braunkohle stieg leicht, eine Abkehr ist nicht zu erkennen.
- Die CO₂-Emissionen des Stromsektors sind nicht gesunken, unter anderem, weil der Stromverbrauch das dritte Jahr in Folge leicht stieg. Die Treibhausgasemissionen könnten in der EU um 1 Prozent steigen.

Sandbag-Analyst Dave Jones stellt fest:

„Damit bei den Emissionen etwas passiert, kommen die Länder der Europäischen Union nicht umhin, Kohlekraftwerke stillzulegen. Nach unseren Berechnungen haben 258 Kohlekraftwerke in der EU im vergangenen Jahr 38 Prozent aller Emissionen im

16 BMZ: nachhaltige Energie für Entwicklung. Die deutsche Entwicklungszusammenarbeit im Energiesektor, 2014.

https://www.bmz.de/de/mediathek/publikationen/themen/energie/Materialie240_Informationsbroschuere_01_2014.pdf (download)

17 Mercator Institut: Untergang der Kohle zu früh ausgerufen. 07.02.2018. <https://www.mcc-berlin.net/media/meldungen/meldungen-detail/article/untergang-der-kohle-zu-frueh-ausgerufen.html>

18 Statistiken gibt es hier: Eurostat: Statistik der erneuerbaren Energien: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics/de
Energieverbrauch: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Consumption_of_energy/de

Emissionshandelssystem verursacht. Das entspricht 15 Prozent des gesamten Treibhausgasausstoßes. [...] Wir brauchen einen schnellen und kompletten Kohleausstieg in Europa. Es wäre absurd, Elektroautos noch in den 2030er-Jahren mit Strom aus Kohle aufzuladen.“

Im Jahr 2017 haben die Niederlande, Italien und Portugal angekündigt, die Kohleverstromung in den kommenden Jahren auslaufen zu lassen.¹⁹

13.7 Und wo steht Deutschland?

Nach den Koalitionsverhandlungen im Februar 2018 sagte Carsten Neßhöver, Generalsekretär des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), dem „Greenpeace Magazin“:

„Früher war die EU-Umweltgesetzgebung der kleinste gemeinsame Nenner und Deutschland hat eine Vorreiterrolle eingenommen. Diese Vorreiterrolle im Klimaschutz gibt Deutschland nun ganz bewusst auf. [...] Der Hinweis im Vertragswerk, das EU-Recht nur noch eins zu eins umzusetzen, ist schon bedauerlich. Früher hatte Deutschland da häufig die Ambitionen, es besser zu machen.“

und alle wissen das. Aber wer sauber sein will und plötzlich als dreckig dasteht, der verliert seinen Ruf. [...] Der Dieselskandal ist der erste Kratzer am Ökolack. „Wenn ihr an der Kohle festhaltet, könnte das so aussehen, als wärt ihr ein Land im Niedergang.“²⁰

Jennifer Morgan, Geschäftsführerin von Greenpeace International fügt im Januar 2018 während der Sondierung zwischen SPD und CDU/CSU in einem Gastbeitrag der Frankfurter Rundschau die globale Perspektive hinzu:

„In China, Südkorea und Taiwan, also in Ländern, die gerade die Weichen für ihre künftige Energieversorgung stellen, stürzten die Atom- und Kohlekonzerne sich dankbar auf Deutschlands hasenfüßige Energiepolitik. Das Mutterland der Energiewende traut sich nicht, aus der dreckigen Kohle auszusteigen, freuten sich die Lobbyisten. Wenn Deutschland das nicht schafft, so ihre Argumentation, dann können doch auch wir uns nicht auf die erneuerbaren Energien verlassen.“²¹

Das Ergebnis der Koalitionsverhandlungen ist also sicherlich ein Rückschlag für die weltweite Energiewende.

13.8 Die Welt schaut auf Deutschland

Deutschland gilt immer noch als Vorreiter bei der Energiewende. Aber das Image beginnt zu bröckeln. Während des Klimagipfels in Bonn schrieb der „taz“-Journalist Bernhard Pötter einen sehr schönen Artikel über Gäste aus aller Welt, die den deutschen Braunkohletagebau Kohlegrube Garzweiler II besichtigten. Ein Ingenieur aus Malaysia sagte treffend: „Man muss irgendetwas opfern. Entweder die Profite der Konzerne oder die Inselstaaten.“ Und eine junge Japanerin meinte: „Deutschland ist für uns ein großes Vorbild in der Umweltpolitik. Der Erfolg der Erneuerbaren hier macht uns Mut. Aber ich hoffe, ihr könnt das noch besser.“ Pötter zitiert dann noch Bob Ward von der London School of Economics:

„Deutschland muss aufpassen, seinen grünen Ruf nicht zu verspielen. „Eine Sache ist es, dreckig zu sein

19 Agora/Sandbag: 2017: Erstmals mehr Strom aus Wind, Sonne und Biomasse als aus Kohle in der Europäischen Union. <https://www.agora-energiewende.de/de/presse/pressemitteilungen/detailansicht/news/2017-erstmal-mehr-strom-aus-wind-sonne-und-biomasse-als-aus-kohle-in-der-europaeischen-union/News/detail/>

20 Pötter, Bernhard: „Wer sich selbst eine Grube gräbt“. taz, 17.11.2017

21 Morgan, Jennifer: „Schluss mit Kohle“. Frankfurter Rundschau, 15.01.2018

14 Das Seminar

14.1 Erfahrung im Lokaljournalismus

Franziska Holzschuh hat als Redakteurin der „Nürnberger Nachrichten“ viel über die Energiewende geschrieben. Besonders häufig ging es um eine geplante Stromtrasse, die durch das Verbreitungsgebiet der Zeitung führen sollte. Lokaljournalisten stehen vor der besonderen Herausforderung, dass sie in derselben Stadt, derselben Region mit ihren Lesern leben, sie also buchstäblich auf der Straße treffen. Bei kontroversen Themen müssen sie sich viel unmittelbarer erklären und einen Teil der Leser womöglich verärgern. Wie geht man damit um? In unserem Seminar berichtete Holzschuh den Studierenden von ihren Erfahrungen.

14.1.1 Kontroverse Themen im Lokaljournalismus

Das Thema Energiewende

von Franziska Holzschuh:

„Manche Themen bearbeitet man als Journalist viele Jahre, schreibt, erklärt und versucht, den Lesern ihre Bedeutung zu erläutern. Und es gibt dennoch kaum Resonanz. Wie lange bei den sogenannten Stromtrassen. Seit 2012 berichte ich über die Gleichstromleitungen, die von Nord- nach Süddeutschland führen sollen, ich schrieb früh über gesetzliche Grundlagen und Pläne der Übertragungsnetzbetreiber. Und schon bald war klar, dass die Region Nürnberg von einer der Leitungen direkt betroffen sein könnte. In den Nürnberger Nachrichten zeigten wir Karten, formulierten entsprechende Analysen, Titelseiten, Geschichten auf unseren prominenten Seiten 2 und 3.

Die Leserreaktion: Überschaubar.

Denn lange waren lediglich rund 15 Kilometer breite Grobkorridore festgelegt – fette Balken, die auf der Landkarte über mehrere Ortschaften zugleich gelegt wurden. Den konkreten Verlauf konnte man daraus nicht herauslesen. Viele Menschen fühlten sich nicht persönlich betroffen.

Erst Anfang 2014 änderte sich das. Übertragungsnetzbetreiber Amprion stellte auf nur einen Kilometer Breite verkleinerte Korridore für die Trassenführung der „Gleichstrompassage Süd-Ost“ vor. Die sogenannte Vorzugstrasse führte quer durch das Verbreitungsgebiet

der Nürnberger Nachrichten, manchmal direkt über Ortschaften hinweg.

Nun stellte sie sich ein, die gefühlte Betroffenheit.

Die Stimmung bei Informationsveranstaltungen des Übertragungsnetzbetreibers im Großraum Nürnberg war extrem aufgeheizt. Eine Unternehmenssprecherin, die über die Pläne informieren sollte, wurde mit Sprechchören niedergebrüllt, teils als „Mörderin“ titulierte.

Die Bürger fürchteten um ihr Eigentum und ihre Gesundheit. Sie unterstellten den Netzbetreibern Profitgier, beklagten eine Verschandlung der Landschaft und monierten, die Pläne seien lange zurückgehalten worden. Es mischten sich verschwörungstheoretisch angehauchte Theorien mit echten Ängsten. Der Begriff des Wutbürgers kam auf, bundesweit wurde berichtet.

Als Journalist steht man oft zwischen Interessengruppen. Doch selten habe ich den Kampf der Akteure um die „Wahrheit“ als so extrem empfunden wie bei der Diskussion um die Stromtrassen. Besonders das Thema Gesundheit und die Frage, ob es die Leitungen überhaupt brauche, rückten in den Fokus. Jede Seite legte Belege für ihre Sicht der Dinge vor und sah sich regelmäßig zu wenig beachtet. Von verschiedenen Lobbygruppen (unter denen ja auch viele Leser waren) gab es teils massiven Druck. Wir versuchten, uns davon nicht beeinflussen zu lassen und weiter unvoreingenommen zu berichten.

Im Unterschied zu überregionalen Zeitungen trifft uns das Leserecho immer sehr direkt. Wir sehen uns als eine Institution, die für ihre Kunden, für die Bevölkerung aus unserem Verbreitungsgebiet da ist. Wir sind schnell und einfach zu kontaktieren, begegnen immer wieder den Protagonisten unserer Texte und müssen uns spätestens da mit ihnen auseinandersetzen. Bei einem Thema, das die Breite der Leserschaft trifft, ist das durchaus eine Herausforderung. Ähnliche Emotionalität und Reaktionen habe ich übrigens nur kurz darauf bei der sogenannten Flüchtlingskrise erlebt.

Bei all der Nähe zur Leserschaft: Wir bleiben objektiv und versuchen regelmäßig, mit betont sachlicher Berichterstattung ein wenig den Druck aus der aufgeheizten Debatte zu nehmen.

Das ist immer ein Spagat, umso mehr aber bei einem aufgeladenen Thema wie der Diskussion um die Gleichstromleitungen.

In der Redaktion diskutierten wir regelmäßig über unsere Berichterstattung; in manchen Wochen stand in fast jeder Ausgabe ein Beitrag zu dem Themenkomplex. Wir sprachen ausführlich mit Gegnern und Befürwortern, suchten Stimmen in Wissenschaft und Politik. Rollten die Hintergründe nochmal auf, erklärten Entscheidungsprozesse, ordneten in Meinungsbeiträgen ein.

All das war aufwändig und band viele Kapazitäten. Doch es hat uns Respekt von den unterschiedlichen Seiten eingebracht. Als wichtiger Akteur in der Region konnten sich die Nürnberger Nachrichten hier durchaus profilieren.

Erstaunlicherweise legte sich die Aufregung ähnlich schnell wie sie entstanden war. Durch den Kompromiss der Koalition, die Leitungen als Erdkabel zu verlegen, sackte die gefühlte Betroffenheit bei einer großen Mehrheit rapide ab. Natürlich beschäftigen sich die Nürnberger Nachrichten weiter mit der Energiewende und all ihren Herausforderungen und Folgen. Doch die Leserreaktionen sind inzwischen wieder recht verhalten.“

14.2 Beispieltexte

14.2.1 Texte von Studierenden des Seminars „Energiewende und Storytelling“

Im Seminar haben wir das Thema Energiewende zusammen mit Storytelling unterrichtet. Die Studierenden sollten Themen eigenständig recherchieren und ein Konzept entwickeln. Rechercheergebnisse, Auswahl der Protagonisten, Darstellungsform, Dramaturgie und Schreibstil wurden im Seminar in der Gruppe diskutiert. Es gab eine Korrekturrunde. Im Folgenden finden Sie exemplarisch drei der Reportagen. Sie sind im Onlinemagazin „Querschrift“ der Technischen Hochschule Georg-Simon-Ohm in Nürnberg erschienen.

14.2.1.1 Gravity Storage

von Elise Pongratz:

in: „Querschrift“, 8. September 2017

Über 100 Meter ragt ein Zylinder aus Fels in die Höhe. Er wird mit Wasser aus der Erde gedrückt und speichert die Energie. Gravity Storage könnte in Zukunft ein möglicher Energiespeicher sein. Der Erfinder Eduard Heindl erklärt in Stuttgart, wie das Flachland-Pumpspeicherkraftwerk funktionieren wird.

Gravitation als Batterie der Zukunft

Von erneuerbaren Energien, vor allem der Solarenergie ist er schon lange überzeugt. Doch das eigentliche Problem sind doch die Energiespeicher. Schon vor Jahren glaubt Eduard Heindl, dass dringend einfache Lösungen entwickelt werden müssen. Heindl ist Wissenschaftler und lehrt an der Hochschule in Furtwangen mitten im Schwarzwald. Seine Idee, Energie zu speichern, ist einzigartig. Ein Zylinder aus Fels soll aus dem Erdreich herausgearbeitet werden. Mit einem Durchmesser von 250 Metern und gleicher Tiefe ragt er bis zu 100 Meter über den Boden. Er würde über die Wipfel unserer Wälder ragen. Mit überschüssigem Strom kann unter den Zylinder Wasser gepumpt werden. Das hebt ihn an. Wird Energie wieder benötigt, wird der Fels abgelassen und das Wasser wird über Turbinen an die Oberfläche gepresst. Wie bei einem Pumpspeicherkraftwerk, nur verkehrt herum. Noch ist das Fiktion. Doch Heindl war gefesselt von seiner Idee von dem bewegten Stein-zylinder und entwickelte ein erstes Modell. Zusammen mit einem befreundeten Kollegen überprüfte er seine Theorie. Es ist machbar, davon waren die beiden überzeugt. Das Patent für seine Idee reichte er im Sommer 2010 ein.

Abb. 12 Eduard Heindl in seinem Stuttgarter Büro ¹

Das Büro von Heindl liegt in Stuttgart-Vaihingen im zweiten Stockwerk in einem modernen Bürokomplex. Gleich neben dem Eingang steht ein kleines Modell seiner Idee, dem Gravity Storage. Es ist eingebettet in eine Modelleisenbahnlandschaft, mit Miniatur-Solarzellen, Sandboden und verdorrtem Gebüsch. Darunter ein Holzgerüst, das die fast türblattgroße Landschaft stützt. Den Flur entlang verbergen sich hinter angelehnten Türen die Büros seines kleinen Teams. Heindl arbeitet zusammen mit Geologen und Ingenieuren an der Umsetzung seines Energiespeichers. Sein Raum ist an zwei Seiten von der Decke bis zum Boden verglast. Von hier aus hat er einen guten Ausblick auf die Baustelle gegenüber, die zugepackten Straßenränder und die frei gebliebenen Parkplätze für Elektroautos. Heindl fährt auch eines. Das gehört zu seinem Gesamtkonzept – Leben mit erneuerbaren Energien. Das Büro ist hell, modern und fast leer. Ein Tisch mit zwei Stühlen, eine Magnetwand, ein niedriger weißer Rollkasten für seine Auszeichnungen, darüber ein buntes Gemälde. Heindl nutzt das Büro kaum. Er ist viel unterwegs. Gerade war er auf dem World Future Energy Summit in Abu Dhabi. In Saudi-Arabien wird wohl bald auch der erste Prototyp von Heindls Gravity Storage gebaut. Erst einmal nur 20 Meter im Durchmesser und 30 Meter tief. „Wir verhandeln noch. Aber wenn dann angefangen wird zu bauen, dann sollten wir innerhalb von einem Jahr wissen, wie gut das Speicherkraftwerk funktioniert“, verkündet Heindl stolz. Im arabischen Raum ist viel Geld vorhanden und hier finden sich auch

die idealen Bedingungen: sehr viele Sonnenstunden und eine große Bereitschaft, auf erneuerbare Energien umzusteigen.

Für den Bau werden die Technik und Maschinen aus dem Schacht- und Tunnelbau eingesetzt

Heindl lehnt sich entspannt in seinem Bürostuhl zurück und erzählt, wie er vor sieben Jahren anfing, seine Idee von dem Gravity Storage zu vermarkten. Er ist Mitte 50, wirkt sympathisch, aufmerksam, voller Elan und doch manchmal ein bisschen abwesend. Nachvollziehbar erklärt der promovierte Physiker technische Zusammenhänge. Er wirkt so, wie man sich einen Erfinder vorstellt.

Auf seinem Schreibtisch klappt Heindl eine Broschüre auf. Sie ist klar strukturiert und auf hochwertigem Papier gedruckt. Eine Grafik seines Speicherwerkes ist hier in allen Einzelheiten dargestellt. Mit einem Stift zeigt er auf den Steinzyylinder, um den es die ganze Zeit geht. Die Anlage und das Erdreich darum sind vertikal aufgeschnitten, sodass man die Schächte, den Turbinenraum und die Wasserleitung sehen kann. Für den Bau wird ein runder Schacht um den Zylinder ausgehoben. Er soll etwa zwei bis drei Meter breit werden. Gleichzeitig werden Versorgungsschächte bis zum Boden des Zylinders gegraben, um auch diesen zu untertunneln. Anschließend wird der Zylinder wie ein Tortenboden vom Fels abgeschnitten. Dafür werden Maschinen und Techniken verwendet, die seit Jahren im Schacht- und Tunnelbau eingesetzt werden.

¹ Quelle: Elise Pongratz

Abb. 13 Das Modell des Gravity Storage im Flur²

„Unser Ziel ist es, mit dem Speicher eine Kapazität von acht Gigawattstunden zu erreichen“, sagt der Wissenschaftler. „Wir haben uns dabei an dem größten Pumpspeicherkraftwerk Deutschlands in Goldisthal orientiert. Der Vorteil daran ist, dass wir bestehende Bauteile wie die Turbinen auch für unser System nutzen können.“ Um diese Kapazität erreichen zu können, braucht der Zylinder einen Durchmesser von 250 Metern und die gleiche Tiefe. Angehoben wird er tagsüber mit überschüssiger Energie aus einem Solarpark. Dafür wird innerhalb von acht Stunden Wasser unter den abgedichteten Felsen gepumpt. Wird nachts wieder Strom benötigt, werden die Schleusen für das Wasser geöffnet. Es fließt über Rohre durch eine Turbinenanlage und zurück in ein Becken an der Oberfläche. Das funktioniert wie bei einem Pumpspeicherkraftwerk. Sobald am nächsten Morgen wieder die Sonne scheint, kann erneut das Wasser aus dem oberirdischen Becken über dieselben Turbinen zurück unter den Felsen gedrückt werden. Der Wasserkreislauf ist dabei geschlossen, sodass in wasserarmen Regionen kein Tropfen verloren geht.

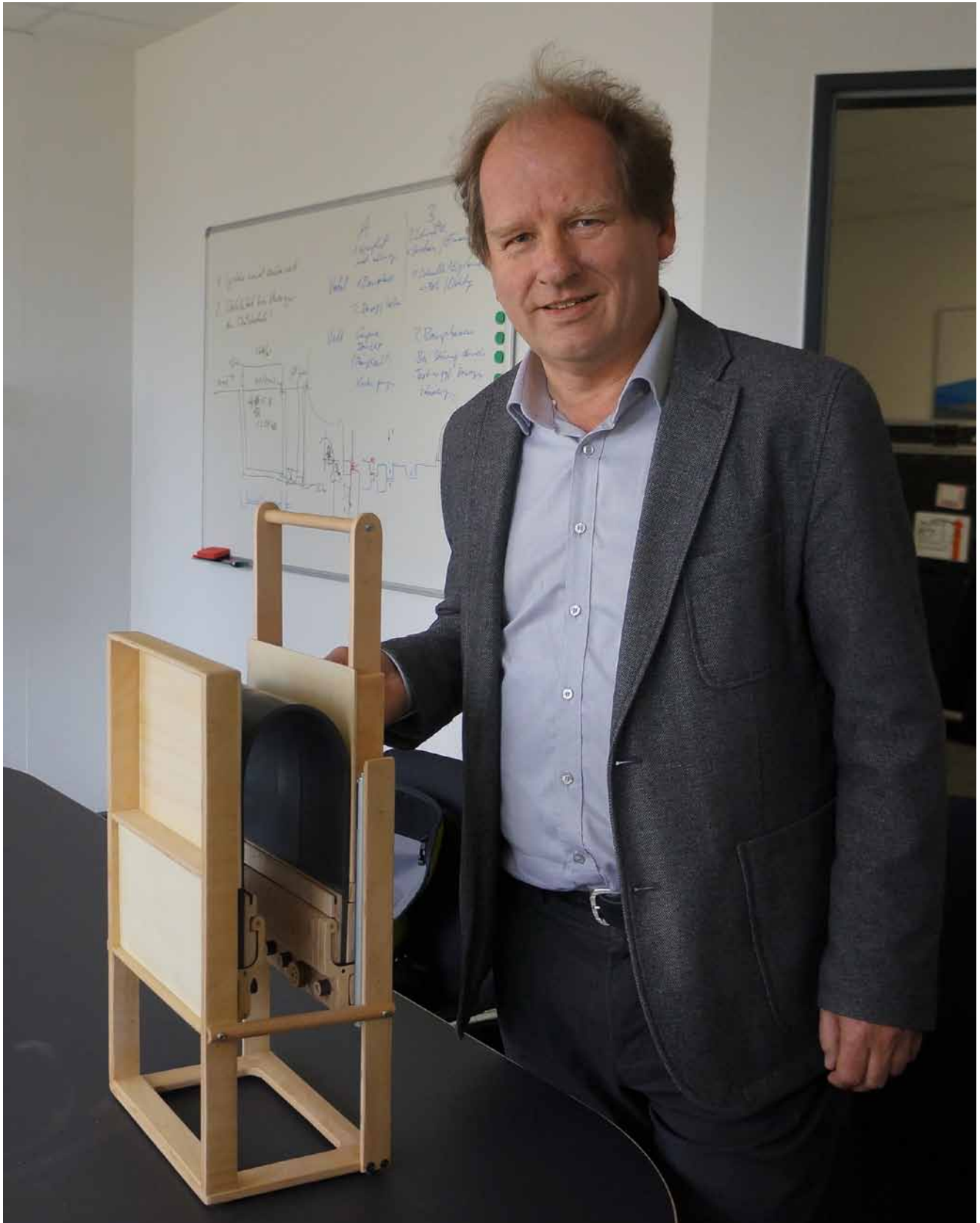
Auf Heindls Laptop läuft ein kurzes, animiertes YouTube-Video. Im Hintergrund Hochhäuser. Davor ein riesiger Solarpark in der Wüste. Die Sonne scheint und ein

gewaltiger Zylinder schiebt sich in den Himmel. Das Licht geht aus. Der Zylinder sinkt. Über die Turbinen wird Strom erzeugt und die Stadt fängt an zu leuchten. „So gigantisch wie in den Animationen wird sich der Zylinder nicht aus der Landschaft herausheben“, gibt Heindl zu. „Er wird nur etwas über hundert Meter über die Oberfläche schauen. Also so wie die Hochhäuser hier in der Straße.“ Felszylinder mit einem Durchmesser von 500 oder sogar 1000 Metern Durchmesser, die einen halben Kilometer über den Boden ragen sind noch eine sehr gewagte Theorie, ergänzt Heindl später grinsend. Aber wenn die ersten Anlagen einmal erfolgreich laufen, könnte man darüber ja nochmal nachdenken.

Bewegliche Gummilippen dichten das System ab

Ein Problem bei dem Gravity Storage, erkennt Heindl während der Entwicklung vor sieben Jahren, ist jedoch die Abdichtung von dem sich bewegenden Felszylinder. Eine ganze Zeit tüftelt er an verschiedenen Ideen herum. Der Wissenschaftler muss nicht nur den Felszylinder, sondern auch den Versorgungsschacht darum wasserdicht bekommen. Das ist gar nicht so einfach.

Abb. 14 Heindl mit einem Modell der Dichtung³



³ Quelle: Elise Pongratz

Heindl geht voraus den Gang entlang, drei Türen weiter in ein kleines Besprechungszimmer. Wieder ein bodentiefes Fenster, weiße Wände. Ein Tisch und Stühle stehen vor einem großen Monitor. An der Rückwand hängt eine Landkarte. Sie zeigt Deutschland. Besser gesagt den Boden. Heindl zeigt auf die dunkelroten Flecken im Schwarzwald und im Bayerischen Wald. Hier findet sich Granitboden. „Voraussetzung für den Bau ist der richtige Boden. Es muss auf jeden Fall fester Stein sein und am besten geeignet ist Granit“, erklärt er. Der ist aber trotzdem wasserdurchlässig. Aus diesem Grund werden die Seitenwände und der Boden des beweglichen Zylinders betoniert. Ebenso die Wände des Schachtes, in dem er steht und in den das Wasser gepumpt wird. Auch die Oberseite des Zylinders muss versiegelt werden. „Man könnte sie aber begrünen oder auch Solarzellen daraufstellen“, meint Heindl. Bleibt nur noch die zwei Meter breite Lücke zwischen Zylinder und Außenwand, durch die das Wasser entweichen kann. Der Wissenschaftler lächelt und hebt aus einem Pappkarton ein kleines Holzmodell auf den Tisch. „Ich hatte lange keine gute Lösung, wie man das dicht bekommt. Aber ich habe trotzdem weiterentwickelt und war der Meinung, dass sich schon irgendwann die optimale Technik findet. Normale Dichtungen, also ein Dichtungsring, sind bei einem Umfang von mehreren hundert Metern nicht zu bauen. Aber eine Dichtung, die sich abrollt, wäre optimal“, erklärt er. Diese Dichtung, eine sogenannte Balgdichtung, steht nun auf dem Tisch. An Holzwänden ist links und rechts eine Gummimatte eingespannt. Hebt man die eine Seite auf, rollt sich die Matte auf der anderen mit ab. Um den Druck auf die Matte möglichst niedrig zu halten, muss der Bereich, in der sie sich abrollt, sehr schmal sein. Der Abstand von Außenwand zu Zylinder beträgt deshalb gerade einmal 20 Zentimeter. „Eingesetzt wird so eine Matte bereits im Bergbau. Hier wird sie als Förderband verwendet und hat eine Lebensdauer von etwa zehn Jahren. Im Gravity Storage kann man daher erwarten, dass sie mindestens 20 Jahre halten wird“, sagt Heindl.

Aber lohnt sich der ganze Aufwand überhaupt? Heindl argumentiert hier vor allem über den sehr niedrigen Carbon-Footprint. „Energiespeicher werden für die Energiewende dringend benötigt sein“, argumentiert er. „Aber wie wollen Sie denn später einmal eine Batterie entsorgen? Bei dem Gravity Storage ist der größte Bestandteil natürlicher Stein und die Energie für den Bau hat sich in ein paar Monaten wieder amortisiert.“ Auch die von Heindl aufgestellte Energieformel klingt vielversprechend. Bei dem doppelten Durchmesser des Zylinders vervierfachen sich zwar die Baukosten, die gewonnene Energie steigt jedoch um das sechzehnfache an. Der berechnete Wirkungsgrad ist rund 80 Prozent. Bis in

Deutschland die Idee auch außerhalb von Fachkreisen ankommt, wird es wohl noch einige Zeit dauern.

Stolz zeigt Heindl auf seine Preise, die er mit seiner Idee gewonnen hat. „Zunächst hatte ich an Schwungräder gedacht, um Energie zu speichern. Sie nutzen die Drehbewegung. Man kann sie entweder sehr schnell oder sehr schwer bauen“, erzählt Heindl. „Sehr schwer ist zum Beispiel ein Fels mit einem Kilometer Durchmesser. Doch der Aufwand lohnt sich für die gewonnene Energie nicht.“ Inspiriert von wassergefüllten Kugeln, wie sie auf Landesgartenschauen auf dem Wasser rollen, und von Pumpspeicherkraftwerken kam er schließlich auf die Idee, den Felsen mit Wasser hochzupumpen, um seine Lageenergie zu nutzen. Das ist die Energie, die der Fels beim Anheben gewinnt. Zusammen mit seinem Team aus Wissenschaftlern entwickelt er das Gravity Storage in Stuttgart weiter. Und möchte so seinen Teil zu einem sauberen Planeten beitragen.

14.2.1.2 Energiewende beim Bierbrauen

von Aileen Gonda:

in: „Querschiff“, 19. Juli 2017

Den Weg zur Kaiser Bräu, der Traditionsbrauerei in Neuhaus an der Pegnitz, ist mit geschlossenen Augen zu finden. Einfach der Nase nach, denn der Geruch von Maische liegt in der Luft. Vor der Brauerei ist der Duft noch intensiver, ein neuer Sud wird gerade gebraut.

Umrüstung in der Traditionsbrauerei

In den riesigen kupferfarbenen Kesseln, die gleich in der Eingangshalle stehen, befindet sich die Würze für einen Weißbier-Sud. Braumeister Stefan Benaburger (27) lehnt in einem blauen Arbeitsoverall vor den Kesseln, die in einer lichtdurchfluteten Halle stehen. Durch die riesigen Fenster scheint von allen Seiten die Sonne herein, die die Halle aufheizt. Benaburger fährt sich durch seine braunen Locken und denkt an den enorm hohen Energieeinsatz, der gerade für die Würze benötigt wird. „Die Temperatur ist so eingestellt, dass die Würze nicht kocht, sondern lediglich heiß ist. Im nächsten Schritt steht das Abkühlen an, das ist noch energieintensiver.“ Da bringt drei-Grad-kaltes Eiswasser die extrem heiße Würze mit 96 Grad auf eine Temperatur von sechs Grad; erst dann gelangt sie in den Gärkeller.

Abb. 15 Würzpfanne zum Weißbierbrauen⁴

Mit Hilfe von Pumpen fließt das Bier in große silberne Lagertanks, wo es zwischen drei und sechs Wochen reift, bis es zur Abfüllung bereit ist. „Der gesamte Brauprozess ist sehr energieintensiv, wobei die Kühlung und der Einsatz der Pumpen unsere größten Energiefresser sind“, erklärt Benaburger. Wenn es Sommer wird und die Biergarten-Saison beginnt, braut die Kaiser Bräu wieder mehr Sude. „Zu dieser Jahreszeit wird am meisten Energie zum Bierbrauen eingesetzt“, berichtet Benaburger. „Bei der Planung, welche Sorten wir in welcher Reihenfolge produzieren, berücksichtigen wir stets die Wirtschaftlichkeit und die höchstmögliche Energieeinsparung.“ Die Kosten sind im Sommer und Winter jedoch fast identisch: im Sommer benötigt die Brauerei mehr Strom zum Bierbrauen als im Winter, aber in den kalten Monaten steigen die Heizkosten enorm. Die Bierkästen stehen in den Hallen bis ein Lieferant sie abholt. Wäre es nicht warm, würden die Bierflaschen aufgrund der Kälte platzen.

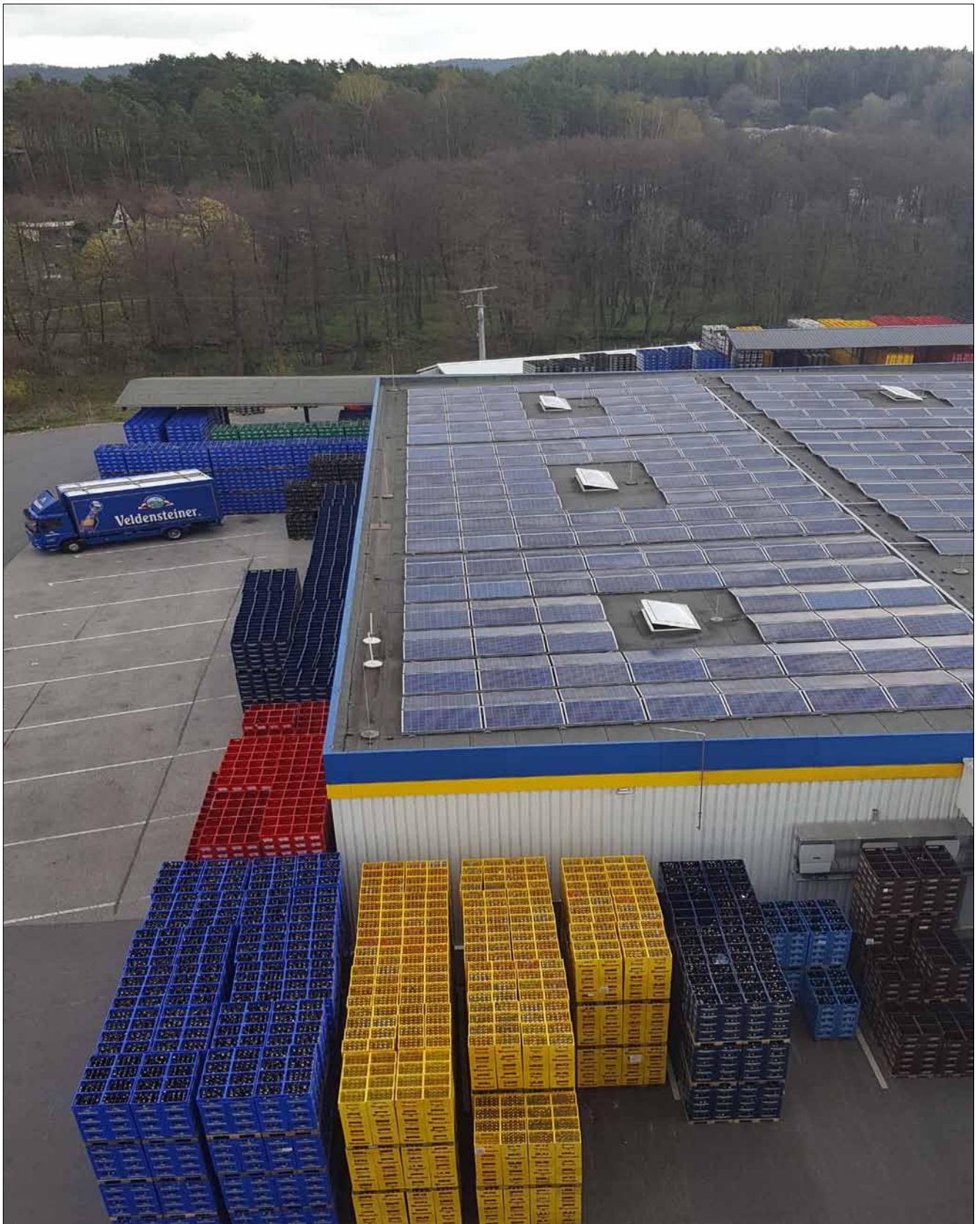
Wasser und Biogas aus betriebseigenen Anlagen

Die Brauerei benötigt nicht nur bei der Bierproduktion viel Energie, sondern auch bei der Flaschenreinigung und -befüllung. Eine Reinigungsmaschine entfernt zunächst die Altetiketten von den braunen Glasflaschen; danach werden sie mit einer 80 Grad heißen Natronlauge und klarem Wasser gereinigt. Eine weitere Maschine füllt die sauberen und kontrollierten Flaschen

mit frischem Bier. Dies geschieht alles in einer extrem hohen Lautstärke, da die Flaschen auf dem Fließband klirren, die Bierkästen klappern und die Maschinen das Bier pumpen. Jeder Mitarbeiter trägt in dieser Halle einen Gehörschutz.

Da massenhaft Wasser in dem Betrieb gebraucht wird, entschied sich die mittelständische Privatbrauerei 1990, einen 35 Meter tiefen Brunnen zu bohren. „70 Prozent aller Brauereien haben einen eigenen Brunnen, um sich selbst zu versorgen“, schildert Peter Zacharias vom Bayerischen Brauerbund. Der Experte für Brauereien und Geschäftsführer des Brauerbundes mit Sitz in München berichtet aber auch, dass die wenigsten Braustätten eine eigene Kläranlage haben. Die Kaiser Bräu hat eine. „Da in Kläranlagen Bakterien sind und diese Nahrung brauchen, können kleine Brauereien keine eigene Anlage besitzen. Die Bakterien würden unter einer Mangelernährung leiden, deswegen ist eine kontinuierliche Produktion über mehrere Tage in der Woche notwendig“, so Zacharias. Die Kaiser Bräu geht sogar noch einen Schritt weiter und nutzt die Kläranlage, um erneuerbare Energien zu produzieren. „Früher wurde das Biogas der Kläranlage einfach abgepackelt. Nun haben wir einen Kombibrenner, der das Gas in Dampf umwandelt. Diesen benötigen wir, um Heißwasser für den Betrieb, die Reinigung und Sterilisation bereitzustellen“, berichtet Braumeister Benaburger. Zu 69 Prozent kommt die benötigte Energie aus flüssigem Gas, Biogas und Heizöl. Die restlichen 31 Prozent sind Strom.

Abb. 16 Photovoltaikanlage der Kaiser Bräu ⁵



⁵ Quelle: Aileen Gonda

Aufstieg zu den Flachdächern

In die Kühlung steckt die Brauerei am meisten Energie: 40 Prozent des Gesamtstroms. In Eigeninitiative hat sie letztes Jahr das gesamte Kühlsystem umgebaut und modernisiert. Die Einsparung durch dieses Projekt beträgt 15 Prozent des vorherigen Verbrauchs. Benaburger erklärt, dass 20 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien kommt. Doch woher? Auf dem Gelände sind keine Wind- oder Wasserräder in dem angrenzenden Fließgewässer zu sehen. Benaburger steigt die Treppen in einer Produktionshalle nach oben und nach ungefähr 900 Stufen und gefühlten 1 000 verbrannten Kalorien blickt man auf die Hallen herab: Auf nahezu allen Flachdächern der Brauerei sind Photovoltaik-Anlagen installiert. „Den erzeugten Solarstrom nutzen wir in den sonnenschwachen Monaten zu 100 Prozent selbst zum Bierbrauen. In sonnenstarken Monaten können wir zusätzlich noch in das Stromnetz einspeisen“, erklärt der Braumeister, der sich seit September 2016 „Energiemanagementbeauftragter“ nennen darf.

Frische Ideen des Energieteams

2016 führte die Kaiser Bräu das Qualitäts- und Umweltmanagementsystem ein, anschließend das Energiemanagementsystem. Durch die Zertifizierung muss Benaburger genaustens aufschreiben, wie hoch der Energieverbrauch ist und an welchen Stellen eine Energieeinsparung möglich wäre. Mit ein paar Kollegen bildet er das sogenannte „Energieteam“, das Projekte und Ideen entwickelt, um den Energieeinsatz zu verbessern. Nachdem im letzten Jahr die Modernisierung der Kühlung ein voller Erfolg war, ist nun geplant, das Druckluftnetz mit energiesparenden Kompressoren zu optimieren. „Durch den Umbau des gesamten Kühlsystems konnten wir von 2016 bis 2017 bereits einen großen Teil der Investitionskosten amortisieren“, meint Benaburger.

Abb. 17 Energieteam der Kaiser Bräu ⁶



Er ist stolz, dass die Kaiser Bräu so viel Eigeninitiative aufbringt, um Energie und somit Geld einzusparen. Doch eine sehr hohe Rechnung kommt jedes Jahr wieder. „Was uns immer enorm viel Geld kostet, ist die EEG-Umlage, von der wir nicht ausgenommen sind“, erklärt er. Diese liegt im Jahr 2017 bei 6,8 Cent pro Kilowattstunde. Diese Umlage muss in Deutschland jeder Endverbraucher zahlen. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll den Ausbau der Erneuerbaren und somit die Energiewende vorantreiben. „Da wir ein energieintensives und zertifiziertes Unternehmen sind, können wir allerdings einen Spitzenausgleich vornehmen und bekommen die Kosten teilweise rückerstattet“, erklärt Benaburger.

In seinem Büro schlägt er einen gut gefüllten Ordner auf und liest die Steuern vor, die teilweise wegfallen: Energiesteuer, Stromsteuer und die Kraft-Wärme-Steuer. Von der EEG-Umlage ganz ausgenommen zu werden, wäre eine größere Entlastung. Kleinere Brauereien haben es da noch schwerer. Sie zahlen ohnehin höhere Preise für Strom, Wasser, Gas und Heizöl, weil sie weniger abnehmen. Eine Zertifizierung erfordert außerdem geschultes Personal und ist sehr zeitintensiv, das können kleine Brauereien nicht aufbringen. Die Kaiser Bräu kann sich das leisten, da sie bei einer Bierproduktion von 250 000 Hektoliter im Jahr gut dasteht. Auch die Motivation der Mitarbeiter und geschultes Personal sind vorhanden. Der engagierte Energiemanagementbeauftragte ist jeden Tag auf der Suche, um Maschinen und Abläufe in der Brauerei zu verbessern. Doch jetzt ist er erst mal auf dem Weg, das Weißbier fertig zu brauen. Der Sommer steht vor der Tür, auch er gönnt sich dann das ein oder andere Weißbier, seine Lieblingsbiersorte.

14.2.1.3 Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr

von Oliver Meissner-Wollnitz:

in: „Querschrift“, 20. Juli 2017

Schwerfällig steigen die dicken Rauchschwaden des Kernkraftwerks Ohu in die Atmosphäre auf. Der 165 Meter hohe Kühlturm mit seiner massiven Betonwand trübt das ansonsten malerische Naturbild entlang der Isar.

Keinen Katzensprung entfernt liegt ein Ort, der ganz anders ist, als der naheliegende Atomkomplex – erreichbar entweder über einen steilen Pfad, der sich zwischen hohen Nadelbäumen hindurchschlängelt, oder über einen von Schlaglöchern geprägten Feldweg – befindet

sich der Waldkindergarten Niederaichbach. Lediglich ein alter Bauwagen hebt sich von der bewaldeten Umgebung ab. Auch für Kindergärten typisches Inventar wie Schaukeln, Rutschen oder einen Sandkasten gibt es hier nicht. Ein spielzeugfreier Alltag ist Teil der Konzeption – genauso wie der Schwerpunkt Energiewende, der als roter Faden fest im Leitbild des Kindergartens verankert ist.

Heute jedoch haben die Erzieher eine Ausnahme gemacht. So kurz vor den Ferien sind nur drei Kinder da. Deshalb liegt eine Kiste mit Spielsachen auf einem Tisch außerhalb des Bauwagens bereit. Der dreijährige Mark sitzt mit zwei Mädchen auf dem Boden und hält zwei Plastikpferde in der Hand. „Ich weiß, was eine Klimaanlage ist“, erwidert er auf die Frage, ob er denn mit dem Begriff Klimawandel schon etwas anfangen kann. Obwohl das natürlich nicht die erwartete Antwort ist, hat Mark schon gelernt, was Energie ist und wo sie herkommt.

Abb. 18 Mark und die anderen Kinder sind bereit für den Heimweg⁷



7 Quelle: Oliver Meissner-Wollnitz

Kinder sollen so früh wie möglich ein ökologisches Bewusstsein entwickeln

Für Gilda Oswald, Leiterin der Waldkindertagesstätte, sind Nachhaltigkeit und ein verantwortungsvoller Umgang mit unserem Planeten schon lange wesentlicher Inhalt bei der Erziehung von Kindern. Deshalb arbeitet sie seit November 2014 genau wie vier weitere Kindergärten in Bayern eng mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf im Projekt Kindertagesstätten und Energiewende (kurz KIEN) zusammen. In dem Modellprojekt wird Energie als Bildungsthema und Erfahrungsfeld im Alltag aufgegriffen, um Kinder frühzeitig für die Bedeutung des Klimawandels zu sensibilisieren. „Die Bildungseinrichtungen sind gefordert, sich an der Energiewende aktiv zu beteiligen. Das heißt, dass für Kinder die komplexen Zusammenhänge verständlich aufbereitet werden und ihnen deutlich gemacht wird, wie bedeutsam dieses Thema ist“, erklärt der für die Projektbearbeitung Verantwortliche Florian Botzler. Tatsächlich ist es so, dass das Bayerische Staatsministerium für Arbeit und Soziales das Themenfeld Umwelt verstärkt in den Bildungs- und Erziehungsplan integriert hat. Das Ziel dahinter ist klar: Kindern soll schon früh ein ökologisches Verantwortungsgefühl mitgegeben werden, um die Mammutaufgabe Energiewende zukünftig erfolgreich zu meistern.

Auch KIEN nimmt sich dieser Herausforderung an und setzt vor allem auf experimentelle und praktische Methoden zum Vermitteln der Inhalte. Im Waldkindergarten Niederaichbach haben Studenten dabei geholfen, einen kleinen Energiegarten anzulegen. Mit der geernteten Pflanze Durchwachsene Silphie und Mais haben die Kinder gemeinsam mit Florian Botzler eine Miniatur-Biogasanlage betrieben. Kurz darauf hat der Kindergarten eine nahegelegene Biogasanlage in größerem Maßstab besucht. Aus Sonnenblumenkernen, die die Kinder ebenfalls in ihrem Energiegarten geerntet haben, pressten sie Öl, mit dem Fackeln und ein kleiner Ofen entfacht werden konnten. „So sehen die Kinder, dass man aus vielen Sachen Energie erzeugen kann, ganz ohne Strom“, sagt Gilda Oswald. Weitere Projekte in anderen Kindergärten sind unter anderem ein „Tag ohne Energie“ oder der Besuch eines Nahwärmenetzes, bei dem die Funktionsweise der Hackschnitzelheizung und die einer Holzvergaseranlage kindgerecht aufbereitet und vom Projektteam der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf ergänzend erläutert wird.

Neben den Kindern profitiert auch die Kommune vom Projekt KIEN. Die enge Zusammenarbeit mit den jeweiligen Bürgermeistern eröffnet der Gemeinde Chancen, aktiv an der Energiewende teilzunehmen. Kitas sind

immer auch ein Ort des Informationsaustausches; so können Inhalte über die Grenzen der Institution hinaus kommuniziert werden. „Beispielsweise regen die Kinder ihre Eltern dazu an, den Stand-by-Betrieb von Geräten auszuschalten“, erzählt die Leiterin.

Abb. 19 Leiterin Gilda Oswald und der Bauwagen⁸



Waldkindergärten stärken die Beziehung zwischen Kind und Natur

Der Waldkindergarten Niederaichbach war aber schon vor KIEN ein Vorbild, was Nachhaltigkeitsthemen in der Erziehung betrifft. Der autarke Lebensstil abgelegen im Wald macht es einfach, die ökologischen Inhalte zu transferieren und sorgt für Authentizität. Den einzigen Strom im Kindergarten liefert eine kleine Photovoltaikanlage auf dem Dach des Bauwagens. Das Licht wird jedoch nur eingeschaltet, wenn es wirklich stockdunkel ist. Die meiste Zeit verbringen Kinder und Erzieher sowieso im Freien, egal bei welcher Wetterlage. „Unterhalb der Baumkronen sind wir zum Glück vor fast allen Witterungsverhältnissen geschützt“, sagt Oswald.

⁸ Quelle: Oliver Meissner-Wollnitz

So führt das tägliche Zusammenleben im Einklang mit der Natur automatisch zu einem stärkeren Umweltbewusstsein, als es vergleichsweise in städtischen Kindergärten der Fall ist. Dennoch ist es so, dass Kinder nun mal noch Kinder sind und erst über alltägliche Sachverhalte, die unser Leben bestimmen, aufgeklärt werden müssen. Gerade komplexe Themen wie der Klimawandel und die Energiewende gilt es dem Alter entsprechend zu verpacken. Während des Sommerfestes hat die Gruppe ein Musical aufgeführt, in dem ein Eisberg langsam zu schmelzen beginnt und so der Lebensraum für Pinguine und Eisbären nach und nach verloren geht. Ein simples, aber dramatisches Beispiel, an dem die Kinder die Folgen der Klimaveränderungen gut nachvollziehen können. „Es ist wichtig, die Inhalte nicht als eine Art Panikmache vermitteln zu wollen. Wir versuchen mit spielerischen Ansätzen, die aber durchaus die Ernsthaftigkeit des Klimawandels zum Ausdruck bringen, das Denken der Kinder grundsätzlich zu prägen“, unterstreicht die Erzieherin.

Abb. 20 Der Energiegarten mit seinen Pflanzen ⁹



Eine Garantie dafür, dass die erlernten Ansichten später einmal umgesetzt werden, gibt es nicht. Dr. Stefan Brockmann, Leiter des Studiengangs Soziale Arbeit an der Technischen Hochschule Nürnberg sagt: „Es ist sicherlich nicht so, dass Kinder im Kindergartenalter einmal erworbene Kompetenzen immer beibehalten. Dafür sind Sozialisationsverläufe zu komplex und widersprüchlich. Aber ein früh erworbenes Bewusstsein von Kindern für die Natur und Umweltverschmutzung kann helfen, dass Kinder dieses Bewusstsein in ihrem Leben weiterentwickeln und mit neuen beziehungsweise anderen Fragen an ihre Umwelt herantreten können.“

Neben dem Modellprojekt der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf gibt es schon seit längerer Zeit ähnliche Initiativen, die sich auch eine frühe Aufklärung der Kinder bezüglich der Energiewende zum Ziel setzen. „Leuchtpol – Energie und Umwelt neu erleben“ schafft es bis 2012, über 4 000 Erzieherinnen zum Thema Nachhaltigkeit fortzubilden und somit in die Bildungskonzepte zahlreicher Kindergärten zu verankern. Des Weiteren sind da noch die „Ökokids“, die ebenfalls Fortbildungen anbieten, aber auch jährlich Wettbewerbe organisieren, in denen Kitas Bildungsprojekte vorstellen können und dafür, in Kooperation mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, eine Auszeichnung erhalten. Auch kleinere Aktionen wie der „Kinderumweltbus“, der von Einrichtung zu Einrichtung fährt und Kindern sowie Erziehern den Einstieg in die Thematik erleichtert, zeigen, dass es langsam aber sicher in eine grünere Richtung geht.

14.3 Ablaufpläne

1. Wochenende:

Freitag

Zeit	Inhalt	Wer?	Methode	Medien	Handout/Bemerkungen
14:00	Vorstellungsrunde Begrüßung und Vorstellung. Thema auch: Einstellung zur Energiewende Kurze Vorstellung des gewählten Themas: 3 Sätze als Teaser/Warum ist es wichtig Vorstellung des Seminarablaufs				Basis des Seminars: Die Teilnehmer haben eines der von uns vorgeschlagenen Themen bzw. ein eigenes so weit recherchiert, dass sie die Inhalte des Seminars daran spiegeln können. Zum Beispiel: Nachdenken über einen guten Protagonisten, einen guten Ort, eine visuelle Umsetzung reflektieren können.
14:30	Film über Energiewende		Kurze Diskussion, ob verständlich, überzeugend		https://www.youtube.com/watch?v=-TxM9oFFWnk Ökoinstitut 2016
14:45	Geschichte der Energiewende	S. Ehlerding	Input/Diskussion	Powerpoint	20 Minuten Vortrag 10 Minuten Nachfragen/Diskussion
15:15	1. Referat		Input/Nachfragen		15 Minuten Referat 5 Minuten Nachfragen
15:35	Pause				
15:45	Input: Storytelling: Was ist eine gute Geschichte? Wer ist ein guter Protagonist (Held)?	H. Janßen	Input		Beispiele aus Kinofilmen/Büchern
16:15	Gruppenarbeit über Themen: Warum ist meine Geschichte spannend? Wer ist der Held?				Gruppen von 4 Leuten (zwei Themen-Paare)
16:35	Vorstellung Ergebnisse				
17:00	Input: Perspektiven im Erzählen und im Bild mit Reflexion am eigenen Thema	H. Janßen	Vortrag/Beispiele zeigen		Hausaufgabe: Perspektive für eigene Geschichte überlegen
17:30	Abschlussrunde erster Tag: Was blieb hängen/Wünsche für nächsten Tag				

Samstag

Zeit	Inhalt	Wer?	Methode	Medien	Handout/Bemerkungen
10:00	Fragen zum Vortag und Referat 2				15 Minuten Referat 5 Minuten zum Nachfragen
10:30	Input: Klimawandel weltweit/warum brauchen wir überhaupt eine Energiewende?	H. Janßen	Input und Nachfragen		
11:00	Film: Wie wird die deutsche Energiewende in den Schwellenländern betrachtet?		Film und Diskussion		
11:15	Pause				Die Pause wird umso kürzer, je mehr vorher überzogen wird.
11:30	Referat 3				
11:50	Vorstellung Hausaufgabe: Perspektive		Kurze Beschreibung und Rückmeldung		
12:30	Mittagessen				
13:15	Input: Dramaturgie (Drei Akte/Heldenreise) und Methoden zum Ordnen des Stoffes	H. Janßen	Powerpoint		
13:45	Dramaturgie der eigenen Stoffe überlegen				
14:15	Referat 4				15 Minuten Referat 5 Minuten Nachfragen
14:35	Referat 5				15 Minuten Referat 5 Minuten Nachfragen
15:00	Pause				
15:15	Der Küchenzruf	H. Janßen	Kurz vorstellen und eigene Küchenzrufe ausdenken		

Zeit	Inhalt	Wer?	Methode	Medien	Handout/Bemerkungen
16:00	Input Rezeption der Energiewende in den Medien				ARD Kinofilm/Zeitungen/Facebook?/Wer steckt dahinter?
16:30	Storyboard und Sortieren des Materials				
17:00	Eigene Arbeit am Stoff				
17:45	Was haben wir heute gelernt?				

Sonntag:

Referate Energiewende

- Erneuerbare-Energien-Gesetz und weiterer regulatorischer Rahmen (3 Personen)
- Geschichte des EEG und Charakterisierung der Novellen bis heute
- Wesentliche weitere Gesetze und Verordnungen für die Energiewende

Windkraft

- Offshore – technische Herausforderungen (Netz-anbindung)
- Onshore – Standorte und ihre Probleme (Wind im Wald, 10-H-Regelung)
- Technologie: Direktantrieb, Seltene Erden, Größe
- Kleinwind und seine Einsatzmöglichkeiten

Biomasse

- Technologien: Biogas, Biodiesel
- Vor- und Nachteile (Grundlastfähigkeit, Tank-oder-Teller-Debatte, Vermaisung)

Photovoltaik

- Stromausbeute: von Weltrekord zu Weltrekord
- Technologie: Silizium und Dünnschicht
- Aufdach-, Freiflächen- und Fassadenphotovoltaik
- Konkurrenzfähigkeit – Gründe

Netze und Netzausbau

- Warum braucht die Energiewende einen Netzausbau?
- Welche Gesetze mit welcher Art von Bestimmungen gelten?
- Erdkabel und Freileitungen im Übertragungsnetz – was kommt wo?
- Was sind HGÜ und wozu sind sie gut?
- Welcher Art ist der Ausbaubedarf im Verteilnetz?

Digitalisierung

- Virtuelle Kraftwerke
- Schwarmstrom
- Smart Meter und die Probleme des Rollout
- Blockchain

Speicher

- Kurzzeit-, Mittel und Langzeitspeicher
- Lithium-Ionen und Redox-Flow-Batterien, Pumpspeicher
- Forschungsprojekte/neue Technologien
- Geschäftsmodelle im bestehenden Energiesystem/ in Zukunft
- Elektromobilität und Systemdienstleistungen von Batterien

Power-to-X

- Technologien zur Umwandlung von Strom in Gas und synthetische Kraftstoffe
- Power-to-Gas: Methan oder Wasserstoff?
- Wirkungsgrade
- Kosten: Wie viele Volllaststunden braucht ein Elektrolyseur um wirtschaftlich zu sein?

Akzeptanz der Energiewende

- Bürgerinitiativen gegen Windkraft und Netzausbau
- Möglichkeiten der Beteiligung (finanziell, im Planungsprozess)
- Forschung und Lösungsmöglichkeiten für Nutzungskonkurrenzen

Bürgerenergie

- Das demokratische Versprechen der Energiewende (Energy Democracy)
- Beitrag der Bürgerenergiegenossenschaften zum Ausbau der erneuerbaren Energien
- Probleme nach der Umstellung von Festvergütung auf Ausschreibungen
- Mieterstrom und seine Probleme

Verkehrswende

- Elektrifizierung: Konzepte für den Ersatz der energiereichen fossilen Kraftstoffe
- Beispiel: Oberleitungs-Lkw
- Elektromobilität – Reichweiten und Kosten
- Und was ist mit dem Flugverkehr?

Wärmewende

- Konzepte und Lösungen für die Dekarbonisierung
- Raumwärme
- Prozesswärme

2. Wochenende:

Freitag

Zeit	Inhalt	Wer?	Methode	Medien	Handout/Bemerkungen
14:00	Feedbackrunde zum Verlauf der Recherche, Besprechung des weiteren Vorgehens und der ersten Textfassungen				
15:00	Vortrag Daniel Teichmann, Geschäftsführer Hydrogenius		Vortrag	Powerpoint	
16:00	Pause				
16:15	Besprechung der ersten Textfassungen, Fortsetzung				
18:00	Ende				

Samstag

Zeit	Inhalt	Wer?	Methode	Medien	Handout/Bemerkungen
10:00	Besprechung der ersten Textfassungen, Fortsetzung				
11:00	Input Franziska Holzschuh, Nürnberger Nachrichten		Vortrag		
12:00	Besprechung der ersten Textfassungen, Fortsetzung				
14:30	Pause				
15:30	Besprechung der ersten Textfassungen, Fortsetzung				
17:50	Planung des folgenden Seminartags				
18:00	Ende				

Sonntag

Zeit	Inhalt	Wer?	Methode	Medien	Handout/Bemerkungen
10:00	Besprechung der ersten Textfassungen, Fortsetzung				
11:00	Referat		Vortrag	Powerpoint	
11:15	Pause				
11:30	Besprechung der ersten Textfassungen, Fortsetzung				
13:00	Input Kommunikation der Energiewende	S. Ehlerding	Vortrag	Powerpoint	
13:30	Feedbackrunde zum Seminar, Ausfüllen der Bewertungsbögen				
14:00	Ende				

14.4 Reflexionsaufgaben aus dem Seminar

- Untersuchen Sie große Artikel aus mehreren Leitmedien unterschiedlicher politischer Ausrichtungen darauf, wie sie die Kosten der Energiewende darstellen. Was ist der Mainstream? Welche Quellen nutzen die Journalisten?
- Recherchieren Sie: Warum wurde das Vergütungssystem im EEG auf Ausschreibungen umgestellt? Welche Gegenargumente gab es und wie wird das Ergebnis heute bewertet?
- Recherchieren Sie den Verlauf der Debatte um die Offshore-Windenergie. Welche Bedenken gab es und wie wird Offshore-Wind heute bewertet.
- Zum Abschnitt „Klimaschutz mit dem künstlichen Blatt“ in Kapitel 5: Das Projekt klingt hochspannend. Oft aber schaffen Techniken nicht den Weg aus dem Labor in die praktische Anwendung. Diskutieren Sie, wie Journalistinnen und Journalisten über derartige Forschungen berichten sollten.
- Recherchieren Sie weitere Anwendungen, mit denen die Bioökonomie zur Energiewende beitragen kann.
- Im globalen Süden besteht ein ganz anderes Problem mit der Bioenergie: Indoor Air Pollution, also Luftverschmutzung durch Emissionen beim Kochen in geschlossenen Räumen. Welche Lösungen gibt es?
- Fassen Sie zusammen: Warum braucht die Energiewende einen Netzausbau?
- Erklären Sie: Was hat der Netzausbau mit dem CO₂-Preis zu tun?
- Kommentieren Sie: Wer hat ein Interesse daran, synthetische Kraftstoffe zu etablieren? Recherchieren Sie: Welche Lösungen für den Verkehr schlagen die Gegner von synthetischen Kraftstoffen vor?
- Welche Geschäftsmodelle mit der Blockchain hat die Energiewirtschaft entwickelt? Kann man damit schon Geld verdienen?
- Erstellen Sie eine Tabelle mit den wichtigsten Speicherlösungen: Für welche Zwecke ist welche Technologie am besten geeignet?
- Recherchieren Sie: Welche Formen der Bürgerenergie gibt es? Wie haben sie sich organisiert und wie wollen sie sich weiterentwickeln?
- Recherchieren Sie: Was ist wichtiger für den Erfolg der Elektromobilität: Fahrzeugprämien oder der Ausbau des Ladenetzes?
- Kommentieren Sie: Batteriezellenproduktion in Deutschland – wie konnte die Industrienation diesen Trend verschlafen?
- Gestalten Sie einen Infokasten, in dem Sie erneuerbare Technologien zur Wärmeerzeugung stichwortartig erklären.
- Recherchieren Sie: Wo in Deutschland wird Geothermie genutzt? Warum gerade dort?

15 Institutionen, Recherchequellen

- 350.org
- Adelphi
- AG Energiebilanzen
- Agentur für Erneuerbare Energien AEE
- Agora Energiewende
- Agora Verkehrswende
- Akademienprojekt Energiesysteme der Zukunft
- Berliner Energieagentur
- BINE-Informationsdienst
- Bizz Energy
- Buildings Performance Institute
- Bund Umwelt und Natur Deutschland
- Bundesnetzagentur
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
- Bundesverband Elektromobilität
- Bundesverband Energiespeicher
- Bundesverband Erneuerbare Energie
- Bundesverband Gebäudehülle
- Bundesverband Neue Energieanbieter
- Bundesverband Solarwirtschaft
- Bundesverband Wärmepumpe
- Bundesverband Windenergie
- Bündnis Bürgerenergie
- Clean Energy Wire
- Clearingstelle EEG
- Climate Action Network
- co2online
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- Deutsche Energie-Agentur
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie
- Deutsche Umwelthilfe
- Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz
- Deutscher Naturschutzring
- Deutsches Biomasseforschungszentrum
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
- Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum
- Deutsches Umweltforschungszentrum
- ECG3
- Ecofys
- Ecologic Institute
- Energate
- Energetisch Bauen und Sanieren
- Energieblogger
- Energieverein
- Energy Brainpool
- Energy.net
- Energy Watch Group
- Erneuerbare Energien
- European Centre for Energy and Resource Security
- European Climate Foundation
- Eurosolar
- Forschungsstelle Energiewendebauen
- Forschungsstelle für Energiewirtschaft
- ForschungsVerbund Erneuerbare Energien
- Forschungszentrum Jülich
- Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft
- Forum Zukunftsenergien
- Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
- Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES
- Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker – Bundesverband
- Greenhouse Infopool
- Greenpeace
- Greenpeace Energy
- Hamburg Institut
- Helmholtz-Gemeinschaft – Projekte zur Energiewende
- Informationsdienst Wissenschaft
- Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel
- Institut für Energie- und Umweltforschung
- Institute for Advanced Sustainability Studies
- Intergovernmental Panel on Climate Change
- Intergovernmental Panel on Climate Change – Deutsche Koordinierungsstelle
- International Organisation for Renewable Energy
- KIT Karlsruher Institut für Technologie
- Klima-Allianz Deutschland
- Klimabündnis
- Klimaretter.info
- Leibniz-ForschungsVerbund Energiewende
- Max-Planck-Gesellschaft – Forschungsinitiative zur Energiewende
- Mercator Institute on Global Commons and Climate Change
- Naturschutzbund Deutschland
- Neue Energie
- Öko-Institut
- Oxfam
- Passivhaus Institut
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
- Sachverständigenrat für Umweltfragen
- Solarpraxis
- Stiftung 2°
- Stiftung Mercator
- Stiftung Offshore-Windenergie
- Stiftung Umweltenergierecht

- Umweltbundesamt
- United Nations Framework Convention on Climate Change
- Urgewald
- Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
- Verband kommunaler Unternehmen
- Verein für eine Nationale CO₂-Abgabe
- Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen
- World Resources Institute
- World Wildlife Fund For Nature
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

16 Literatur

16.1 Bücher, Aufsätze

- Canzler, Weert; Knie, Andreas (2013): *Schlaue Netze – wie die Energie- und Verkehrswende gelingt*. München.
- Edenhofer, Ottmar; Steckel, Jan Christoph; Jakob, Michael; Bertram, Christoph (2018): *Reports of coal's terminal decline may be exaggerated*. Environmental Research Letters. Bristol, Philadelphia.
- Graßl, Hartmut; Merkel, Angela (1995): *Ist unser Klima noch zu retten?* Sankt Augustin.
- Kemfert, Claudia (2013): *Kampf um Strom. Mythen, Macht und Monopole*. Hamburg.
- Kemfert, Claudia (2017): *Das fossile Imperium schlägt zurück – Warum wir die Energiewende jetzt verteidigen müssen*. Hamburg.
- Kirchlicher Herausgeberkreis Jahrbuch Gerechtigkeit (2012): *Menschen, Klima, Zukunft? Wege zu einer gerechten Welt – Jahrbuch Gerechtigkeit V*. Glashütten.
- Koch, Hannes; Pötter, Bernhard; Unfried, Peter (2012): *Stromwechsel – Wie Bürger und Konzerne um die Energiewende kämpfen*. Frankfurt am Main.
- Flämig, Dieter; de Maizière, Lothar (2016): *Weiter Denken: von der Energiewende zur Nachhaltigkeitsgesellschaft – Plädoyer für eine bürgernahe Versöhnung von Ökologie, Ökonomie und Sozialstaat*. Berlin, Heidelberg.
- Latif, Mojib (2012): *Globale Erwärmung*. Stuttgart.
- Marschall, Luitgard; Holdinghausen, Heike: *Seltene Erden. Umkämpfte Rohstoffe des Hightech-Zeitalters*. München.
- Oberzig, Klaus (2014): *Solare Wärme. Heizen mit der Sonne*. Berlin.
- Pinzler, Petra; Wessel, Günther: *Vier fürs Klima: Wie unsere Familie versucht, CO₂-neutral zu leben*. München.
- Pöschk, Jürgen (2017): *Energieeffizienz in Gebäuden. Jahrbuch 2017*. Berlin.
- Quaschnig, Volker (2013): *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. München.
- Scheer, Hermann (2005): *Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien*. München.
- Schellnhuber, Hans Joachim (2015): *Selbstverbrennung. Die fatale Dreiecksbeziehung zwischen Klima, Mensch und Kohlenstoff*. München.
- Schneidewind, Uwe; Zahrt, Angelika (2013): *Damit gutes Leben einfacher wird*. München.
- Sommer, Jörg; Müller, Michael (2016): *Unter 2 Grad? Was der Weltklimavertrag wirklich bringt*. Stuttgart.
- Sterner, Michael; Stadler, Ingo (2016): *Energiespeicher. Bedarf, Technologien, Integration*. Berlin, Heidelberg, New York.
- Turmes, Claude (2017): *Die Energiewende: Eine Chance für Europa*. München.
- Westphal, Kirsten (2012): *Die Energiewende global denken*, in: *Stiftung Wissenschaft und Politik, SWP-Aktuell*. Berlin.

16.2 Studien

- Agentur für Erneuerbare Energien (2017): *Energiewendeatlas Deutschland 2030*.
- Agentur für Erneuerbare Energien (2015): *Die neue Stromwelt. Szenario eines 100 % erneuerbaren Energiesystems*.
- Agora Energiewende (2018): *Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe. Zahlreiche weitere Studien auf der Website der Agora Energiewende*.
- BP: *Energy Outlook*. Jährliche Erscheinungsweise.

- **Buildings Performance Institute (2015):** Die Sanierung des deutschen Gebäudebestandes. Eine Wirtschaftlichkeitsbewertung aus Investorensicht.
- **Bundesverband der Deutschen Industrie (2018):** Klimapfade für Deutschland.
- **Bundesverband Erneuerbare Energie (2015):** Die neue Verkehrswelt. Mobilität im Zeichen des Überflusses: schlau organisiert, effizient, bequem und nachhaltig unterwegs.
- **Carbon Tracker (2017):** 2 degrees of separation. Transition Risk for Oil and Gas in a Low Carbon World.
- **Carbon Tracker (2017):** Expect the Unexpected. The disruptive Power of Low Carbon Technology.
- **Cardiff University et al. (2017):** European Perceptions of Climate Change (EPCC).
- **Climate Action Tracker (2017):** Foot off the Gas: Increased Reliance on Natural Gas in the Power Sector Risks an Emissions Lock-In.
- **Deutsche Energie-Agentur (2018):** Integrierte Energiewende. Diverse weitere Studien.
- **Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrtforschung (2012):** Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global.
- **Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2015):** Die Beschäftigungseffekte der Energiewende.
- **Die Grünen: Faire Wärme (2017).** Grüner bauen, bezahlbar wohnen, Klima schützen.
- **Energy Brainpool (2017):** Kalte Dunkelflaute. Robustheit des Stromsystems bei Extremwetter.
- **Energy Watch Group (2017):** Global Energy System based on 100 % Renewable Energy – Power Sector.
- **Entranze (2014):** Laying down the Pathways to Nearly Zero-Energy Buildings.
- **Europäische Kommission (2018):** Final Report of the High-Level Expert Group on Sustainable Finance.
- **Exxon Mobil: Outlook for Energy.** Jährliche Erscheinungsweise.
- **ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (2010):** Energiekonzept 2050: Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100 % erneuerbaren Energien.
- **Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE:** Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Jährliche Erscheinungsweise.
- **Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (2017):** Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Deutschland in Zeiten zunehmender Elektromobilität.
- **Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2013):** Energiesystem Deutschland 2050.
- **Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2015):** Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050.
- **Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IEWS et al.: Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr.**
- **Germanwatch (2016):** Indizien für eine Trendwende in der internationalen Klima- und Energiepolitik.
- **Germanwatch/WWF (2015):** Klimarisiken für den Finanzsektor und ihre Bearbeitung.
- **Greenpeace (2016):** Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland?
- **Greenpeace (2015):** Energy (r)evolution. A Sustainable World.
- **Institute for Advanced Sustainability Studies (2016):** The future of Africa's Energy Supply. Potential and Development Options for Renewable Energy.
- **International Energy Agency und International Renewable Energy Agency (2017):** Perspectives for the Energy Transition. Investment Needs for a Low-Carbon Energy System.
- **International Energy Agency: World Energy Outlook.** Jährliche Erscheinungsweise.

- Zahlreiche weitere Studien wie die **Energy Technology Perspectives 2017** oder der **Special Focus on Renewable Energy 2016**.
- **Konrad Adenauer Stiftung (2013): Wahrnehmung der Energiewende in Schwellenländern. Ergebnisse einer qualitativen Expertenbefragung in Brasilien, China und Südafrika.** St. Augustin/Berlin.
- **Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina et al. (2017): Energiesysteme der Zukunft. Pfadabhängigkeiten in der Energiewende. Das Beispiel Mobilität.**
- **Price Waterhouse Coopers (2015): Energiewende Outlook: Kurzstudie Wärme.**
- **Quaschnig, Volker (2016): Sektorkopplung durch die Energiewende. Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung.**
- **Reiner Lemoine Institut und Hochschule für Technik und Wirtschaft (2017): Untersuchungen zur Energiestrategie Brandenburgs.**
- **REN21: Global Status Report.** Jährliche Erscheinungsweise.
- **Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011): Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung.**
- **Sierra Club (2016): Cities are Ready for 100 % Clean Energy. 10 Case Studies.**
- **Statoil: Energy Perspectives.** Jährliche Erscheinungsweise.
- **Task Force on Climate-related Financial Disclosures (2017): Recommendations Report.**
- **Umweltbundesamt (2013): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050.**
- **Umweltbundesamt (2010): 2050 100 %.**
- **Weltbank (2017): Regulatory Indicators for Sustainable Energy. A Global Scorecard for Policy Makers.**
- **World Economic Forum: The Global Risks Report.** Jährliche Erscheinungsweise.

17 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Energiegesetze
<http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/gesetzeskarte.html>
- Abbildung 2: Photovoltaik
<https://www.solarwirtschaft.de/pressegrafiken.html>
- Abbildung 3: Windkraft
<https://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/rotorblattgroesse/bwe-infografik-rotorblattgroesse.jpg>
- Abbildung 4: Bioenergie
Biomasseanteil am Primärenergieverbrauch
<https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie.html>
- Abbildung 5: Netze und Netzausbau
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/abbildung-das-deutsche-stromnetz.html>
- Abbildung 6: Sektorkopplung: Infrastrukturelle Verknüpfungen zwischen Strom-, Wärme-, Mobilitäts- und Gassektor
Abbildung Schema FVEE
http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/th2016/th2016_03_02.pdf
- Abbildung 7: Power-to-X
<https://www.bund.net/energiewende/erneuerbare-energien/power-to-x/>
- Abbildung 8: Digitalisierung
<https://blog.energybrainpool.com/digitalisierung-automatisierung-und-blockchain-wo-liegt-die-disruption/>
- Abbildung 9: Speicherkapazitäten
https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/5734.AEE_Kapazitaeten_verschiedener_Stromspeicher_aug14_web_72dpi.jpg
- Abbildung 10: Bürgerenergie
<https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/grafik-dossier-erneuerbare-energien-in-buergerhand>
- Abbildung 11: Verkehrswende: Ausbau der Ladepunkte für die Elektromobilität
https://www.bdew.de/media/documents/PI_20171024_Anlage_Grafiken-Erhebung-Ladeinfrastruktur.pdf
- Abbildung 12: Eduard Heindl in seinem Stuttgarter Büro, Foto: Elise Pongratz
- Abbildung 13: Das Modell des Gravity Storage im Flur, Foto: Elise Pongratz
- Abbildung 14: Heindl mit einem Modell der Dichtung, Foto: Elise Pongratz
- Abbildung 15: Würzepfanne zum Weißbierbrauen, Foto: Aileen Gonda
- Abbildung 16: Photovoltaikanlage der Kaiser Bräu, Foto: Aileen Gonda
- Abbildung 17: Energieteam der Kaiser Bräu, Foto: Aileen Gonda
- Abbildung 18: Mark und die anderen Kinder sind bereit für den Heimweg, Foto: Oliver Meissner-Wollnitz
- Abbildung 19: Leiterin Gilda Oswald und der Bauwagen, Foto: Oliver Meissner-Wollnitz
- Abbildung 20: Der Energiegarten mit seinen Pflanzen, Foto: Oliver Meissner-Wollnitz

18 Die Qualifizierungsinitiative und ihre Förderer

Die Initiative

Der gemeinnützige Verein Netzwerk Weitblick – Verband Journalismus & Nachhaltigkeit e. V. hat von Juli 2016 bis Juni 2018 ein Qualifizierungsprogramm für (angehende) Journalistinnen und Journalisten realisiert. Denn, wie Recherchen ergaben, existierten kaum publizistische Ausbildungsgänge und Weiterbildungen, die Berichterstattung zu Nachhaltigkeit systematisch thematisieren.

In dem Projekt haben Netzwerk-Mitglieder vielfältige Lehrmodule für die journalistische Aus-, Fort- und Weiterbildung entwickelt und diese mit deutschen und österreichischen Projektpartnern erprobt: mit Universitäten, Hochschulen, Journalistenschulen, Volontärsausbildern und Weiterbildungseinrichtungen. Sie haben insgesamt mehr als 130 angehende Journalisten sowie andere Medienschaffende geschult. Zu den Modulen wurden Handbücher oder Seminarskripte geschrieben, die Journalisten reichhaltigen Lesestoff und zahlreiche weiterführende Hinweise bieten und die Bildungsinstitutionen für Seminare nutzen können.

Unsere Förderer

Das Projekt **Entwicklung eines Qualifizierungsprogramms für Nachwuchsjournalistinnen und -journalisten zum Querschnittsthema Nachhaltigkeit** wurde gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU).



Zu den weiteren Förderern, Spendern und Sponsoren gehörten sowohl Mitglieder des Netzwerks Weitblick und der Verein selbst als auch Stiftungen, Unternehmen, Finanzinstitute und Nichtregierungsorganisationen.

Akzente, Avesco, Bau-Fritz, Bertelsmann Stiftung, BIB Fair Banking Stiftung, Deutsche Telekom, Eco Eco, Evangelische Bank, Fritz Henkel Stiftung, Haspa Hamburg Stiftung / Dr. Wilfried Frei Stiftung, Naturstrom, Memo AG, Misereor, Modem Conclusa,

Insgesamt 14 Netzwerk-Mitglieder haben bei diesem Projekt direkt mitgewirkt und es realisiert. Dafür sei ihnen nochmals herzlich gedankt! Ein großer Dank geht auch an diejenigen in- und außerhalb des Vereins, die es ehrenamtlich intensiv begleitet oder pro bono punktuell unterstützt haben – durch ein Modul oder die Mitwirkung bei der Buchgestaltung. Gedankt sei auch jenen, die Seminare ermöglicht, sie evaluiert oder an der Erstellung der Bücher mitgearbeitet haben.

Die Initiative soll Journalisten quer durch alle Ressorts befähigen, Nachhaltigkeit in ihrer Berichterstattung mitzudenken. Darum setzt sich Netzwerk Weitblick auch künftig dafür ein, dass Bildungseinrichtungen die Module in ihre Aus- und Ausbildungsgänge integrieren. Das Ziel des Vereins ist es, Journalisten ein Gespür für Nachhaltigkeit sowie das Handwerkszeug für damit verbundenen Recherchebedarf, für die spezifischen Herausforderungen und Lösungen zu vermitteln – damit sie in ihrem Berufsalltag andere Fragen stellen und aus neuen Perspektiven berichten können.

Auftakt der Bildungsinitiative des Netzwerks Weitblick war das Projekt **Nachhaltigkeit für Journalisten – Seminare zur Qualifizierung**. In der zweiten Jahreshälfte 2016 wurden hierfür vier Seminare entwickelt und realisiert an Hochschulen, Universitäten, Journalistenschulen und Weiterbildungseinrichtungen. Das Projekt wurde gefördert von ENGAGEMENT GLOBAL im Auftrag des BMZ.



Die Qualifizierungsinitiative wurde realisiert mit freundlicher Unterstützung von diesen Förderern, Spendern und Sponsoren:

RobecoSAM, Robert Bosch GmbH, Senat der Wirtschaft, Sparda Bank München, Sustainable AG, Ulrich Walter GmbH, Union Asset Management, Vontobel Asset Management, Volksbank Mittweida.



„Die Energiewende kann helfen, eine der Überlastungen zu heilen, die wir unserem Planeten zumuten.“

Die Wende hin zu erneuerbaren Energien ist kein Selbstzweck, sondern ein notwendiges Umsteuern zu einer klimaverträglichen Wirtschaft und Gesellschaft. Doch was dem einen als Rettung erscheint, macht dem anderen Existenzangst. Es gibt starke Beharrungskräfte von Interessengruppen, die mit fossilen Energieträgern immer noch gutes Geld verdienen.

Beim täglichen politischen und wirtschaftlichen Gerangel um die konkrete Gestaltung der Energiewende müssen Journalistinnen und Journalisten die verschiedenen Interessenlagen erkennen, Vorschläge einordnen und die Lösungen bewerten. Angesichts der Komplexität des Energiesystems ist das sehr schwierig.

Dieses Buch beschreibt die Debatten und mögliche Lösungen. Damit richtet es sich an journalistische Ausbilder genauso wie an die einzelne Journalistin, den einzelnen Journalisten. Es eignet sich für den Unterricht ebenso wie für die persönliche Fortbildung. Die Handreichung bietet neben Wissen und Einordnung viele Links, Hinweise auf Recherchequellen und Literatur sowie Reflexionsaufgaben.

„Die Doppelherausforderung von Klimawandel und nachhaltiger Energiesicherheit kann nur global beantwortet werden. Aber dafür müssen alle Staaten viel mehr tun – und Journalisten sollten aufmerksam beobachten, ob es vorangeht.“

Susanne Ehlerding ist Expertin für die Themen Energiewende und Klimawandel und arbeitet als Redakteurin für den Tagesspiegel. Heike Janßen recherchiert auf ihren Reisen durch Afrika, wie die Energiewende dort vorangetrieben wird.