

Thesen zu einer solaren Energiewende

Wissenschaftlicher Beirat: Klaus Oberzig, Martin Schnauss, Gerd Stadermann

Inhaltsverzeichnis

Präambel	S. 01
Vorbemerkung	S. 01
<u>I. Thesen zu Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit</u>	<u>S. 02</u>
<u>II. Thesen zu erneuerbaren Energieträgern</u>	<u>S. 03</u>
<u>III. Thesen zu Wandlungstechniken</u>	<u>S. 05</u>
<u>IV. Energieeffizienz</u>	<u>S. 08</u>
<u>V. Sektoren</u>	<u>S. 09</u>
<u>VI. Strategische Überlegungen und Akteure der Energiewende</u>	<u>S. 11</u>
Angang und Dank	S. 13

Präambel

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) ist die älteste NGO in Deutschland, die sich für Erneuerbare Energien und die Energiewende einsetzt. Sie ist in der Energiewende, die vor 45 Jahren ihren Anfang nahm, gewachsen und zur größten Bildungs- und Ausbildungsorganisation für Techniken Erneuerbarer Energien und rationeller Energieverwendung in Deutschland gereift. Um diese Aufgaben auf hohem Niveau zu halten und weiterzuentwickeln, sehen sich Präsidium und Beirat veranlasst, neue Entwicklungen zu benennen und in Thesenform Positionsbestimmungen vorzuschlagen. Diese werden im Folgenden allen DGS-Mitgliedern zu Diskussion gestellt. Wir, das Präsidium und der Beirat der DGS, bitten darum, die einzelnen Thesen kritisch zu kommentieren, zu diskutieren und neue thematische Aspekte vorzuschlagen.

Leitmotiv:

Der Ausbau der erneuerbaren Energien lässt sich nicht mehr weiter entwickeln, ohne das Gesamtsystem zu verändern.

Unter Energiewende versteht die DGS eine Solarisierung der gesamten Energieversorgung. Solarisierung meint den Ausstieg aus der Nutzung von Atomenergie und der Verbrennung von fossilen Energieträgern zur Energieerzeugung und die Entwicklung einer emissionsfreien, bzw. nachhaltigen Energiewirtschaft. Damit die Energiewende zu einer Solarisierung der Energieversorgung wird, muss erstens eine massive Effizienzsteigerung erreicht werden und zweitens die gesamte Primärenergieerzeugung ausschließlich aus den erneuerbaren Energiequellen Sonne, Wind, Wasserkraft, Erdwärme, Meeresenergie, und der Bioenergie erfolgen.

Vorbemerkung

Die Thesen sind in einer Sprache verfasst, die der Bedeutung der erneuerbaren Energien entgegen kommt: Sie sind keine additiven oder alternativen Energien, sondern bilden das Rückgrat der künftigen Energieversorgung, die noch über einen begrenzten Zeitraum durch fossile und nukleare Energien begleitet werden wird. Erneuerbarer Strom wird weder subventioniert¹ noch staatlich gefördert, sondern wird allein von den Bürgern Deutschlands bezahlt und entsprechend vergütet. Erneuerbare Energien sind grundsätzlich wirtschaftlich und bezahlbar. Das bestehende Wirtschaftssystem begünstigt aber die Ausbeutung der Erde. Wir brauchen ein System, das auf Nachhaltigkeit setzt. Nicht die Forscher, Ingenieure und Techniker allein müssen sich

¹ EuGH-Urteil im März 2019: Die EEG-Umlage ist keine Beihilfe und damit keine Subvention.

um Kostensenkungen der Erneuerbaren bemühen, sondern die Ökonomen sind gefordert, ein Wirtschaftssystem zu entwickeln, das die Einführung von ökologischen Herstellungsverfahren und Produkten unterstützt.

I Thesen zu Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit

- 1. Das Primat der Ökologie bei der wirtschaftspolitischen und technologischen Umsetzung der Energiewende ist eine Bedingung für das Überleben der menschlichen Zivilisation.² Die Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien müssen an den ökologischen Anforderungen einer vollendeten Energiewende ausgerichtet werden.**

Die Umgestaltung in eine nachhaltige Wirtschaft hat bereits begonnen. Viele Banken und Unternehmen richten sich bereits an den Kriterien der Gemeinwohlökonomie (GWÖ) aus, um soziale Gerechtigkeit zu fördern und ökologische Nachhaltigkeit der Produktion sicherzustellen.³

- 2. Die Kriterien der Wirtschaftlichkeit im heutigen, traditionellen ökonomischen System dürfen im Hinblick auf die Transformation bis 2050 nicht mehr vorrangig bleiben. Da Deutschland die selbstgesteckten Klimaziele bis 2020 nicht erreichen wird, ist es schon heute sicher, dass auch die Ziele für 2030 und 2050 ohne eine Beschleunigung der Transformationsprozesse nicht zu erreichen sind. Für eine Beschleunigung ist es notwendig, die gegenwärtige Wirtschaftspolitik durch eine ökologische Klimapolitik abzulösen. Grundsätzlich gilt: Die erneuerbaren Energien müssen vor allem ökologisch von Vorteil sein, damit ein ökologisch-technologischer Niveausprung in ein nachhaltiges Wirtschafts- und Gesellschaftssystem gelingt. Damit werden die Erneuerbaren aber nicht grundsätzlich unwirtschaftlich, weil weniger Klimaschäden eintreten.⁴**
- 3. Deutschland kann auf dem Weg zu einer vollständigen Energiewende weiter voranschreiten, indem die energiewirtschaftlichen Teilbereiche des ökonomischen Systems schrittweise in nachhaltige Bahnen gelenkt werden. Ökonomische Kriterien sind in ihrer heutigen Form untauglich, weil der Energiemarkt durch massive Subventionen⁵ in Höhe von 46,2 Mrd. Euro/a verzerrt wird und er daher keine ökologische Orientierung für technologische Entwicklungen bietet.**

Obwohl das gegenwärtige neoliberale Wirtschaftssystem zutiefst unsozial und naturzerstörerisch ist⁶, zeigen das EEG, Atomausstieg und begonnener Kohleausstieg in Deutschland, dass es möglich ist, auch in kapitalistischen Wirtschaftsstrukturen den Transformationsprozess der Energiewende weiterzutreiben. Denn ökonomische Begriffe wie natürlicher oder regenerativer Kapitalismus zeigen, dass der neoliberale Kapitalismus nicht alternativlos ist, sondern in absehbarer Zeit abgelöst werden kann.⁷ Solare Wärme und solare Kraftstoffe könnten längst wirtschaftlich sein, wenn die Subventionen für Fossile Energien (in Deutschland) wegfielen und CO₂-Emissionen einen Preis hätten, der sich an den Kosten der Umweltschäden bemessen würde.

² Deutschland hat rechnerisch bereits am **2. Mai** 2018 seine natürlichen, verfügbaren Ressourcen für das Jahr 2018 verbraucht. Auf den **1. August** 2018 fiel der Erdüberlastungstag: Es ist der Tag bis zu dem die Menschheit alles verbraucht hat, was innerhalb eines Jahres nachwachsen kann.

³ Gemeinwohlökonomie: (<https://www.ecogood.org/de/>). Siehe: Beate Petersen: Bürgerenergie stärkt Gemeinwohl, Teil 1: Handlungsoption Gemeinwohl-Ökonomie, SE 3/18.

⁴ Fazit einer Studie der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA) zur Energiewende ist: Wenn bis 2050 zur Beschleunigung des globalen Umbaus des Energiesektors 13 Billionen Euro eingesetzt werden, lassen sich in der Weltwirtschaft 142 Billionen EURO einsparen.

⁵ Die Bundesregierung fördert den Klimawandel durch die Subventionierung der fossilen Energienutzung: <http://www.foes.de/pdf/2017-05-FOES-Studie-Subventionen-fossile-Energien-Deutschland.pdf>

⁶ Nicht der Klimawandel ist außer Kontrolle geraten, sondern unser Wirtschaftssystem!

⁷ Siehe John Fullerton: <https://www.energieleben.at/regenerativer-kapitalismus/>.

Fair wäre, wenn alle Wettbewerber im Energiebereich die Kosten tragen, die sie selbst verursachen.

- 4. Fossile Energieträger, Braun- und Steinkohle, Erdöl und Erdgas können vollständig durch erneuerbare Energiequellen wie Sonne, Wind, Wasserkraft, Erdwärme, Meeresenergien ersetzt werden.⁸ Auch der Import von Erdgas ist unnötig wenn man den Gebäudebestand effizient sanieren würde. Als Zwischenziel bis 2030 ist eine Defossilisierung zu erreichen, die auf 2000 kg CO₂-Emission pro Person und Jahr zu begrenzen ist.**

Ein Zubau der erneuerbaren Energien in den nächsten 15 Jahren in gleichem Maße wie in der Vergangenheit würde den Anteil der Erneuerbaren mindestens verdoppeln. Eine weitere Verdopplung wäre durch konsequente energiepolitische Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und Energieeinsparung möglich. Im Ergebnis würde der Stromanteil 120 % betragen, der Wärmeanteil 45 % und der Anteil im Verkehrsbereich 15 %. Dies wäre immerhin ein erster Schritt.

- 5. Der Ausbau der erneuerbaren Energien muss um den Faktor 10 pro Jahr zunehmen. Die darin bestehende Herausforderung, ist zu bewältigen, wenn die ökonomischen Rahmenbedingungen diesem Ziel angepasst und die Investitions- und Vergütungspolitik vereinfacht werden. Mit dem Ersatz von 15 % fossiler und biogener Brennstoffe durch erneuerbare Energien steht Deutschland seit Jahren am Anfang der Solarisierung, 85 % des Weges müssen noch gegangen werden.**

In der Sektorkopplungsstudie der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW) wird ein Mengengerüst für eine Solarisierung der Energiewende berechnet, wie es sich aus den Zielen der Pariser Klimakonferenz 2015 für Deutschland ergibt.⁹

- 6. Die Grenzkosten für Energie aus erneuerbaren Quellen ist gleich (oder nahe) Null, da keine Brennstoffkosten anfallen. Zusätzlich erzeugte Kilowattstunde verursachen also kaum Mehrkosten. Allerdings sind die Investitionskosten für diese Technologien in der Regel höher. Abgeschriebene Energieanlagen können die erneuerbaren Energien aber unschlagbar günstig produzieren. In einem Energiemarkt der Zukunft wird eine Mengensteuerung aus den verschiedenen erneuerbaren Energiequellen eine wesentliche Rolle spielen.**

Aufgrund der geringen Grenzkosten wird man erneuerbare Energieanlagen jeweils mit Priorität und maximaler Leistung betreiben, wie jeweils momentan zur Verfügung stehen. Der Erlös, der jeweils für die produzierte Energie erzielt werden kann, hängt jedoch von der Marktsituation ab und drückt sich beim Strom im jeweiligen Börsenpreis aus. Wird mehr Strom erzeugt, als verbraucht, sinkt der Börsenpreis auf null oder ins Negative. Überschussstrom muss entweder abgeregelt, gespeichert oder anderen Nutzern (power to „X“) zugeführt werden und kann so auch Gewinne erzielen. Die Erneuerbare-Energieversorgungssysteme erfordern in der Regel zunächst relativ hohe Investitionskosten, die über den Strompreis refinanziert werden müssen. Daher kann auf eine Einspeisegarantie nicht verzichtet werden. Ausschreibungen¹⁰ sind aber der fal-

⁸ Studie: Deutschland kann frei von Kohle sein:

<https://www.greenpeace.de/presse/presseerklarungen/fraunhofer-studie-fuer-greenpeace-deutschland-kann-2030-frei-von-kohle>.

⁹ Volker Quaschnig: Sektorenkopplung durch die Energiewende, HTW 2016

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

¹⁰ Mit dem Gerichtsurteil des EuGH vom März 2019 ist klar, dass die Umlage des EEG nicht unter die Beihilferichtlinie fällt. Das ist eine Ohrfeige für das BMWi, das geklagt hatte, um das EEG als Beihilfe und damit als Subvention anzusehen. Der Wechsel zur Ausschreibung ist damit begründet worden. Nun stünde einer Fortsetzung des Ausbaus der erneuerbaren Energien nichts mehr im Wege!

sche Weg für das notwendige Wachstum des Einsatzes erneuerbarer Energietechniken, weil sich die Investitionskosten über den Strompreis nicht in kurzer Zeit refinanzieren.

7. Die erneuerbaren Energietechniken müssen vorbildlich in einer Kreislaufwirtschaft werden. Das Recycling gilt für alle Energietechniken und apparative Anlagen.

Um Primärrohstoffe einzusparen ist ein konsequentes Recycling von Solarzellen, Windkraftanlagen, Elektroautos und Baustoffen notwendig. Das Betonfundament von Windkraftanlagen, die abgebaut werden, muss wieder entfernt werden. Es kann nicht angehen, dass nach ca. 100 Jahren 100.000 Ende Betonfundamente im Boden verbleiben und die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen. Auch die chemische Industrie muss auf einer neuen Rohstoffbasis aufgebaut werden, wobei das Recyceln zukünftig eine Hauptaufgabe werden wird. Damit wird zwar der Energiebedarf insgesamt wachsen, weil das Recyceln von Stoffen energetisch aufwendiger ist als das Entnehmen von Rohstoffen aus der Natur, aber diese Energie kommt preiswert von der Sonne.

II. Thesen zu erneuerbaren Energieträgern

8. Die erneuerbaren Energietechniken sind in den vergangenen Jahrzehnten zu hoher Qualität entwickelt worden. Damit stehen alle Techniken zur Verfügung, um eine 100 prozentige Solarisierung von Wirtschaft und Gesellschaft zu gewährleisten. Dank des EEG ist Strom aus Sonne und Wind wirtschaftlich und er wird in absehbarer Zeit auch ohne EEG-Umlage auskommen. Im Wärmebereich muss ein Anreizsystem analog zum EEG eingeführt werden, um solare Wärme kostendeckend zu vergüten.

9. Deutschland und Europa brauchen einen starken Ausbau der Photovoltaik und der Windenergieanlagen, um den Anforderungen an Klimaschutz und Energiewende gerecht zu werden. Der Ausbaudeckel für die Photovoltaik im EEG von 52 GW kann und muss sofort gestrichen werden. Die EEG-Umlage kann abgeschafft werden; der Einpeisevorrang für PV- und Windstrom muss aber solange erhalten bleiben, solange Strom aus fossilen Quellen zu ersetzen ist.

Jedweder Ausbaudeckel kann gestrichen werden, weil das frühere Argument der Kostenexplosion bei einem beschleunigten Ausbau der Photovoltaik, der für das Erreichen der Klimaschutzziele notwendig ist, nicht mehr greift.

10. Solarisierung des Wärmebereichs: Die Beschleunigung der Wärmewende ist für die Erreichung der Klimaziele der Dreh- und Angelpunkt. Wärme aus Sonnenenergie spart fossile und nukleare Energieträger ein und vermeidet Emissionen. Die Weiterentwicklung im Bereich der erneuerbaren Wärmeenergien ist von zentraler Bedeutung, und zwar sowohl technologisch, ökologisch und sozial. Die bestehenden Anreizmodelle reichen aber nicht aus, um im Wärmebereich Fortschritte zu erreichen.

11. Solarthermische Anlagen haben ein großes solarenergetisches, technisches und wirtschaftliches Potenzial: Solarthermie hat einen zweifach bis fünffach höheren Wirkungsgrad als Photovoltaik. Solare Wärme kann in Deutschland den Wärme- und Heizungsbedarf bis zu 50 % decken, zumal solare Wärme leichter speicherbar ist als Strom.

Solarthermische Anlagen sind mit der derzeitigen Förderung wirtschaftlich. Auch gegenüber Erdgas sind Solarthermieanlagen im Megawatt-Bereich schon wirtschaftlich auf Augenhöhe.

Ebenso kann der Einsatz von solarer Prozesswärme¹¹ in der Industrie und im Gewerbe deutlich gesteigert werden. Die Solarthermie kann mehr Bedeutung erhalten, wenn jede Kilowattstunde Thermie ebenso wie die der Photovoltaik kostendeckend gefördert würde: entweder durch Installation von Wärmezählern analog zu Stromzählern an den Anlagen oder durch eine pauschale kostendeckende flächenbezogene Vergütung der solaren Wärmetechnik.

12. Transparente Wärmedämmung (TWD) kann erheblich zur Heizung beitragen. Auch im Winter hat sie das Potenzial, durch entsprechende Techniken wie saisonale Speicherung plus TWD genügend hohe Beiträge zu leisten, um auf eine konventionelle Heizung zu verzichten.

Eine geringere derzeitige Wirtschaftlichkeit der solaren Wärme durch TWD im heutigen Wirtschaftssystem kann im Hinblick auf 2050 kein negatives Nutzungskriterium sein.

13. Bioenergien stellen eine CO₂-neutrale Energiequelle dar, die sich allerdings nur begrenzt als nachhaltig erweist. Bioenergieproduktion aus landwirtschaftlichen Monokulturen und nicht-nachhaltiger Waldbewirtschaftung ist klimaschädlich und steht in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion und zur Bodenfruchtbarkeit.¹² Bioenergie muss schrittweise durch Photovoltaik, Windkraft, Solar- und Geothermie ersetzt werden.

Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten ist es fragwürdig, dass es sich bei ca. 15 % des als „nachhaltig verfügbar“ eingestuften Bioenergiepotenzials um Abfälle aus der Lebensmittelindustrie handelt, die dringend reduziert werden müssten. Auch für energetisch nutzbare Abfälle, z.B. aus der Massentierhaltung, muss die Maxime gelten, dass die Vermeidung Vorrang vor der Nutzung hat. Es zeigt sich, dass Deutschland eine immense „Biomasseschuld“ anhäuft, die von anderen beglichen werden muss.¹³ Das spricht nicht völlig gegen eine Nutzung von Biomasse.¹⁴ Diese muss aber äußerst behutsam und in einer strikten Kaskade erfolgen, kleine Anteile können am Ende möglichst lang gestreckter stofflicher Nutzungszyklen ggf. einer energetischen Verwertung zugeführt werden, sofern sie nicht in anderer Form genutzt oder vorteilhafter, z.B. als Nährstoff, in den Kohlenstoffkreislauf des Bodens zurückgespeist werden können.

III. Thesen zu Wandlungstechniken

14. Speicher für erneuerbare Energien sind die Kernelemente für eine Solarisierung der Energieversorgung. Sie verbinden die Konversionstechniken mit den Nutzungssektoren Strom, Wärme und Kraftstoff. Vor allem saisonale Wärmespeicher erhöhen die Nutzungseffizienz solar-

¹¹ Felix Pag, Bastian Schmitt: Was sie schon immer über solare Prozesswärme wissen wollten; Sonnenenergie 2/2017, S. 46.

¹² Das EU-Parlament hat am 14.11.2018 das Aus für Biomasse auf der Basis von Nahrungsmitteln beschlossen: <https://www.topagrar.com/energie/news/eu-parlament-will-32-5-erneuerbare-energien-bis-2030-10094907.html>.

¹³ Eine Studie der Leopoldina zu den Möglichkeiten und Grenzen der Bioenergie beziffert auf Basis von Daten aus dem Jahre 2009 die jährliche Biomasseschuld auf etwa 70 Millionen Tonnen Kohlenstoff (inkl. Nahrungsmitteln, Leopoldina 2013: S.32). Dies entspricht überschlägig einem Energiegehalt von 28 % des jährlichen Endenergieverbrauchs in Deutschland. Demnach ist die „Menge an Holz, die gegenwärtig als Energiequelle genutzt wird, [...] auf Importe angewiesen“ (S.19) (www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2013_06_Stellungnahme_Bioenergie_DE.pdf).

¹⁴ Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik (https://www.akademienunion.de/fileadmin/redaktion/user_upload/Publikationen/Stellungnahmen/ESYS_Stellungnahme_Biomasse.pdf).

thermischer, bioenergetischer und geothermischer Anlagen.¹⁵ Speichertechnologien, wie Batteriespeicher, thermische Speicher und Power-to-Gas Technologien¹⁶ zusammen mit dem vorhandenen Gasnetz dienen auch dem Fluktuationsausgleich erneuerbarer Energiequellen.

Stromspeicher: Mit Akkumulatoren und Batterien¹⁷ existieren bereits ausgereifte Speichertechniken und ausbaufähige Systeme¹⁸. Ihnen kommt zurzeit nur eine geringe energiewirtschaftliche Bedeutung zu. Bis zu einem Anteil von 40 % erneuerbarer Strom im Netz sind Stromspeicher nicht notwendig, wenn flexible Kraftwerke für die Residuallast zur Verfügung stehen. Allerdings wird dieser Prozentsatz im deutschen Stromnetz gerade erreicht. Daher muss jetzt massiv in die Entwicklung und den Aufbau einer Industrie zur Herstellung von Stromspeichern investiert werden. Vor allem auf dem Gebiet der stationären Speicher gibt es Technologien mit einem großen wirtschaftlichen Potential, für das keine Rohstoffe importiert werden müssten (z.B. der Natrium-Hochtemperaturakkumulator). Für sie gibt es kaum ökologische, technische, oder soziale Probleme bei einer massenhaften Verwendung. Hier wäre eine zweite Chance für eine Energietechnik aus Deutschland.

Wärmespeicher: Eine Wärmewende kann erfolgreich in Gang kommen, wenn es gelingt, die Ära der Kurzzeitspeicher zu überwinden. Solarthermische Anlagen auf den Dächern für Warmwasserbereitung und für Heizung benötigten Wärmespeicher, um die solare Deckungsrate deutlich zu verbessern oder sogar einen Aktivsonnenhaus-Status¹⁹ zu erreichen.

15. Mit Brennstoffen, die aus erneuerbarem Strom generiert werden (Power-to-Gas, Power-to-Liquid) ist das Speicherproblem für erneuerbare Energien grundsätzlich gelöst. Die Nutzung erneuerbaren Methans ist ökologisch aber nur zu akzeptieren, wenn Methan in einem geschlossenen Kreislauf genutzt wird. Dazu muss das CO₂ für die Karbonisierung des Wasserstoffs entweder aus der Atmosphäre gewonnen werden oder aus Verbrennungsprozessen erneuerbaren Methans.

Mit Power-to-Gas und Power-to-Liquid wurden neue technische Speichermöglichkeiten entwickelt, um auf Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran als gespeicherte fossile, bzw. nukleare Energien verzichten zu können. Methan war schon immer ein wichtiger Energieträger (ein Hauptbestandteil im Erdgas), mit dem man Heizen, Kochen, Autofahren und Strom erzeugen kann. Vorhandene Erdgasspeicher und ein umfassendes Verteilnetz in der Bundesrepublik, die für erneuerbares Methan genutzt werden können, ermöglichen eine sichere Versorgung. Das Gasnetz als Energiespeicher für alle Nutzungssektoren kann damit auch eine Ergänzung für den Ausbau des Stromnetzes sein, zumal die gesamte Infrastruktur dafür bereits vorhanden ist.

Der Nachteil ist, dass Methan ein Kohlenwasserstoff ist, der zu CO₂ und H₂O verbrennt und damit die Atmosphäre mit Kohlendioxid belastet. Daher muss das CO₂ für die Karbonisierung des Wasserstoffs aus der Atmosphäre gewonnen werden. Auch diese Techniken sind bereits entwickelt worden. Die Energieversorgung wird damit zwar nicht vollständig dekarbonisiert, aber vor allem defossilisiert: Power to Gas, Power to Fuels, Power to Chemicals unter Verwendung von erneuerbaren Energien sind die Ziele für eine vollständig auf regenerativen Energien

¹⁵ <https://www.pv-magazine.de/unternehmensmeldungen/experten-fordern-speicher-als-co2-freie-flexibilitaeten-fuer-die-energiewende/>.

¹⁶ Auch Wasserstoff kann in Zukunft als Energiespeicher eine große Rolle spielen, wenn sich die LOHC-Technologie durchsetzen kann. LOHC - Liquid Organic Hydrogen Carrier: <https://www.pv-magazine.de/2018/11/30/hydrogenious-lohc-wasserstofftechnologie-in-usa-bekannter-als-in-der-heimat-deutschland/>.

¹⁷ Zum Beispiel Redox-Flow-Batterien auf der Basis von Natrium oder Vanadium.

¹⁸ Jörg Sutter: Sonne auf Abruf, Sonnenenergie 4/2017, S. 36.

¹⁹ www.energetikhaus100.de.

und Materialien basierende nachhaltige Kreislaufwirtschaft.

- 16. Die Solarisierung der Energiewende ist das Gebot der Stunde. Um sie in Deutschland vollständig umzusetzen, müssen die erneuerbaren Energien alle Bereiche der Sektoren Strom, Wärme und Kraftstoffe abdecken. Die Verbindung verschiedener Energiesektoren bedeutet aber nicht nur eine zunehmende Elektrifizierung, sondern führt durch eine Zusammenführung von Wärme-, Gas- und Stromnetzen zu einer Solarisierung des gesamten Energiesystems. Sie führt durch die Redundanz verschiedener solarer Energienetze zu einer hohen Stabilität der Energieversorgung mit einer höheren Zuverlässigkeit als die heutige.**

Im Prozess der Energiewende ist die Kopplung der Sektoren frühzeitig ins Blickfeld geraten, weil zurzeit ca. 43 % erneuerbarer Strom ins Netz eingespeist wird, während erneuerbare Wärme nur einen Anteil von 15 % hat und erneuerbare Kraftstoffe erst bei ca. 5 % liegen. Trotz der Vorrangregelung der Netzeinspeisung erneuerbaren Stroms greifen EVU und Netzbetreiber immer häufiger zur Abschaltung vor allem von Windkraftanlagen, weil der erneuerbare Strom nicht verwertet werden kann.²⁰ Die Verbindung mit den Energieversorgungssektoren Wärme und Kraftstoff dient dazu, „überschüssigen“ erneuerbaren Strom einer nützlichen Verwendung zuzuführen. Zum Beispiel kann er regional in vorhandenen Energiesektoren genutzt werden. Der Bedarf des Stromnetzausbaus kann auf diesem Wege so gering wie möglich gehalten werden. „Überschüssiger“ erneuerbarer Strom wird zurzeit genutzt, um das Temperaturniveau von Fernwärmesystemen anzuheben (Power-to-Heat)²¹, Elektromobilität (auf Batterie- oder Brennstoffzellenbasis) zu ermöglichen oder Wärmepumpen im Gebäudesektor zu betreiben. Die Verfahren Power-to-Gas oder Power-to-Liquid (Methanol) sind Schlüsseltechnologien zur Sektorenkopplung, um für alle Sektoren Strom, Wärme und Kraftstoff verfügbar zu halten.

- 17. Wärmepumpen gespeist mit Strom können in Verbindung mit solarer Wärme, Abwärme, Erdwärme oder Energiespeicher Raumwärme bereitstellen. Ab einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 2.5²² tragen sie beim gegenwärtig erneuerbaren Stromanteil von 40 % zur CO₂-Minderung bei. Mit zunehmendem erneuerbaren Stromanteil werden Wärmepumpen immer ökologischer. Wärmepumpen im Verbund mit Solarthermie bilden die wichtigste und ökologisch tragfähigste Verbundtechnologie für eine solare Heizungsmodernisierung.**

An der Technologie der Wärmepumpe muss noch gearbeitet werden, um Effizienz und Ökobilanzen zu verbessern: Für eine ausreichende Effizienz muss zukünftig eine JAZ von 4 oder 5 erreicht werden. Vorzuziehen wäre ansonsten ein Anschluss an erneuerbares Methan. Die DGS ist überzeugt, dass die Zukunft der Wärmeerzeugung im Gebäude und in der Warmwasserbereitung aus ökologischen und exergetischen Gründen auf dieser technologischen Kombination beruht.²³

- 18. Erneuerbare Energieträger unterscheiden und ergänzen sich im Hinblick auf Verfügbarkeit, Wirkungsgrad, Flächeneffizienz, Exergiegehalt und Speicherbarkeit. Jede der Quellen hat Vorzüge und Nachteile, die sich ausgleichen. Es sollte daher keine vollständig ausgeschlossen werden (Biomasse, siehe These 13). Grundsätzlich besteht ihre Stärke gerade in ihrer Vielseitigkeit und ihrer Kombinierbarkeit untereinander, die die Basis für eine resiliente Energieversorgung bildet.**

²⁰ Im Jahre 2016 wurden zum Beispiel 5 Terrawattstunden abgeregelt.

²¹ Das kommt allerdings einer Vernichtung von Exergie gleich. Daher ist Power to gas eine effizientere Technik.

²² Aus einem Kilowatt Strom werden 2,5 Kilowatt Wärme erzeugt.

²³ Matthias Hüttmann: Fortschrittliche Wärmeversorgung, Sonnenenergie 3/2017, S. 22.

Quelle	Energieträger	Flächeneffizienz	Exergie	Speicherbarkeit
Wind, PV, Wasserkraft	Strom	Mittel	hoch	schlecht
Sonnenwärme	Wärme	Hoch	niedrig	mittel
Bioenergie	Brennstoff	Niedrig	mittel	gut

Eine erfolgreiche Investitionspolitik muss alle verfügbaren Kombinationen von erneuerbaren Energien ermöglichen und sich an Vorbildern wie z.B. aus Dänemark (Erneuerbare im Verbund) orientieren.

Solarwärme kann mit relativ hohem Wirkungsgrad geerntet werden (300-500 kWh/m²a), diese Energieform hat zwar einen geringen Exergiegehalt (das ist die Fähigkeit Arbeit zu leisten) Wärme macht allerdings den größte Anteil des Energiebedarfes im Gebäude aus. Strom kann mit einem mittleren Wirkungsgrad von ca. 15% mit Solarmodulen aus Sonnenlicht produziert werden und stellt eine vielseitige, hochwertige Energieform mit hohem Exergiegehalt dar. Bioenergie in Form von Brennholz, Pflanzenöl oder Biogas hat eine geringe Flächeneffizienz (1% Wirkungsgrad) es handelt sich aber um einen gut speicherbaren Brennstoff²⁴ der disponibel nach Bedarf eingesetzt werden kann, wenn andere erneuerbare Energieträger nicht verfügbar sind.

- 19. Die Zukunft der Nutzung erneuerbarer Energien wird von Verbundlösungen geprägt sein. Darunter ist das systemtechnische Zusammenspiel erneuerbarer Energien untereinander sowie mit Energiespeichern zu verstehen: Fluktuierende erneuerbare Energien werden zu Verbund- oder Kombikraftwerken verkoppelt. So wird bereits auf der Ebene der Erzeugung das Strom- oder Wärmeangebot verstetigt. Auf diese Weise können auch Netzdienstleistungen, bzw. Wärmedienstleistungen bereits auf der Bereitstellungsebene erfolgen.**

Das Verbundkraftwerk – auch Regeneratives Kombikraftwerk²⁵ genannt – verknüpft und steuert dezentral verteilte Wind-, Solar-, Bioenergie- und Wasserkraftanlagen. Dadurch gelingt regional ein Fluktuationsausgleich in den Versorgungssektoren Strom und Wärme. Wenn ausreichende Kapazitäten für die Residuallast regional zur Verfügung stehen (Bioenergie, Wasserkraftwerke), können regenerative Kombikraftwerke durch die gemeinsame Regelung kleiner und dezentraler Anlagen bedarfsgerecht und zuverlässig Strom und Wärme bereitstellen. Der Vorteil eines solchen Energiesystems besteht in der Versorgungssicherheit von Strom, Wärme und Kraftstoff. Kombikraftwerke sind ebenso zuverlässig und leistungsstark wie herkömmliche Kraftwerke.

IV. Energieeinsparung und -effizienz

Vorbemerkung: Ein Energiebedarf kann sowohl durch Energieeinsatz als auch durch Energieeinsparungsmaßnahmen gedeckt werden. Es geht darum, mit weniger Energie den gleichen Nutzen zu erzielen. Energiedienstleistungen können, Energie sowohl durch Kapital (Investitionen) als auch durch technisches Wissen anbieten. Energie und Kapital sind bis zu einem gewissen Grade wechselseitig substituierbar²⁶. Eng mit der Energieeffizienz hängt die Ressourceneffizienz²⁷ zusammen. Sie kann und muss um den Faktor 10 steigen. Dafür ist eine Kreislaufwirtschaft zu

²⁴ Siehe aber These 13.

²⁵ Das Regenerative Kombikraftwerk: <http://www.kombikraftwerk.de/>.

²⁶ Klaus M. Meyer-Abich (Hrsg.): Energieeinsparung als neue Energiequelle, München 1979, S. 29.

entwickeln (siehe auch These 8).

- 20. Effizienz, Suffizienz und Konsistenz sind die drei Säulen der Energieeinsparung: So selbstverständlich ein effizienter Umgang mit Energie wäre, so wenig ausreichend ist eine Fokussierung auf sie allein. Effizienz minimiert Verbräuche lediglich relativ, eine Reduktion des absoluten Energieverbrauchs ist aber unumgänglich. Um den Ressourcenverbrauch absolut zu verringern – auch Erneuerbare haben Grenzen – ist es letztendlich notwendig, Energiesuffizienzmaßnahmen zu ergreifen. Suffizienz hinterfragt den Bedarf, Effizienz setzt auf sparsame Technologie, Konsistenz, also die Zusammensetzung oder Beschaffenheit von Energie, bedeutet, ausschließlich erneuerbare Energien einzusetzen. So ist es möglich, Rebound -, Wachstums-, Einkommens- und Komforteffekte zu begrenzen.**
- 21. Allein durch eine Steigerung der Energieeffizienz um den Faktor Drei, kann der notwendige Ausbau der erneuerbaren Energien auf ein Drittel des Ersatzes der fossilen und nuklearen Energien reduziert werden.²⁸ Sie ist daher aus ökologischer, aber auch aus ökonomischer Sicht ein unverzichtbarer Baustein der Solarisierung. Das Ziel einer Energieversorgung auf der Basis von 100 % erneuerbaren Energien ist auf dem Wege der Energieeffizienz rascher realisierbar.**

Zwar wäre ein vollständiger Ersatz fossiler und nuklearer Energieträger mit erneuerbaren Energiequellen in Deutschland energetisch gesehen möglich, aber ökologisch und ökonomisch ist das nicht sinnvoll. Da Strom sich gegenwärtig zu einer dominierenden Energiequelle entwickelt, würde eine Steigerung um das Vier- bis Fünffache mit Windkraftanlagen und Photovoltaik notwendig sein, um ihn auch im Wärme- und Kraftstoffbereich einsetzen zu können.²⁹ Ohne Einsparung wäre sicher eine Verzehnfachung der erneuerbaren Strommenge erforderlich. Wie in **These 6** geschrieben, ist dies zwar möglich, aber eine solche Zunahme ist in Deutschland flächenmäßig nur schwer realisierbar und auch sozial und ökologisch nicht akzeptabel.

V. Sektoren

- 22. Im Gebäudesektor sind solares Bauen und Altbausanierung die Schlüsselbereiche der solaren Energieversorgung. Die Solarisierung gelingt mit dem gemeinsamen Einsatz aller Techniken erneuerbarer Energien: Solare Heizung, solare Stromversorgung und Tageslichtnutzung sind hier die drei Hauptthemen. Die energetische Gebäudesanierung ist zwar technisch, baulich und rechtlich relativ aufwändig, aber ökologisch geht Sanierung vor Neubau. Durch Altbausanierung steigt der Wert eines Gebäudes. Passivhäuser oder Niedrigstenergiegebäude sind heute bereits im Ordnungsrecht verankert. Mit solaren Bautechniken können auch Plusenergiehäuser gebaut und ebenfalls gesetzlich verordnet werden.**

Ein Schritt in die richtige Richtung: Ab 2030 müssen alle Neubauten in der EU den neuen Standard des „Niedrigstenergiegebäudes“ erfüllen. Das fordert die 2018 verabschiedete EU-Gebäu-

²⁷ Der Protagonist dafür ist Friedrich Schmidt-Bleek, Leiter des Instituts Faktor 10 in Carnoules: http://www.faktor10-institute.org/pages/takeda_award_d.html.

²⁸ Ernst Ulrich von Weizsäcker: Faktor Fünf, München 2009.

²⁹ Volker Quaschnig: Sektorkopplung durch die Energiewende, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, 2016, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, S.7. <https://pv-speicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/2016/05/HTW-2016-Sektorkopplungsstudie.pdf>.

derichtlinie.³⁰ Mit solaren Bautechniken wie optimaler Wärmedämmung, schaltbaren Fenstern, Integration solarthermischer, transparenter Wärmedämmung und photovoltaische Anlagen in Hauswänden und auf Dächer, Integration von Energiespeichern für Strom und Wärme können heute Plusenergiehäuser gebaut werden, deren jährliche Energiebilanz positiv ist: Ein Plusenergiehaus gewinnt durch die Außenhaut des Gebäudes mehr Energie, als es verbraucht.

- 23. Wärmenetze erlauben eine rasche Anpassung und Umstellung der angeschlossenen Verbraucher auf erneuerbare Energiequellen (Solarwärme oder erneuerbares Gas). Fernwärme und solare Verbundlösungen müssen zwar wie konventionelle auch mit relativ großen Verlusten rechnen. Die Verluste sind aber ökologisch nicht relevant, wenn sie mit erneuerbarer Energie gedeckt werden, weil keine Emissionen entstehen.**

Die unvermeidlichen Verluste der Fernwärme machen sie nur scheinbar unwirtschaftlich. Um sie dennoch gering zu halten kann man z. B. Wärmepumpen als Repeater in Wärmenetze einbauen, um die Temperatur über den Weg konstant zu halten. Eine Einspeisung solarer Wärme in Nah- und Fernwärmenetze unterstützt eine schrittweise Umstellung auf erneuerbare Wärmeenergie im Industriebereich und in Städten und Gemeinden bis hinunter auf die Quartiersebene.

- 24. Dezentrale und bürgernahe Stromnetze beschleunigen die Solarisierung. Zurzeit stehen nicht genügend Stromnetze zur Verfügung, um den erneuerbaren Strom, Kohle- und Atomstrom gleichzeitig aufzunehmen. Auch Stromspeicher in großem Stil stehen noch nicht zur Verfügung (Power-to-Gas ist noch nicht etabliert).³¹ In dem Maße jedoch, wie zentrale fossile Großkraftwerke verschwinden (Atom- und Kohleausstieg), wird die Ebene der Übertragungsnetze in ihrer gegenwärtigen Funktion vermindert und die Mittel- und Niederspannungsebenen verstärkt.³²**

- 25. Im motorisierten Verkehrssektor gibt es einen großen Nachholbedarf. Er ist zurzeit der ineffizienteste Energiesektor und derjenige, der keine Emissionsreduzierung in den vergangenen Jahren nachweisen kann. Eine Umstellung von fossilem Kraftstoff auf erneuerbaren Strom oder Treibstoff (e-Methan, e-Methanol, Wasserstoff) ist ökologisch dringlich. Der Rohstoffverbrauch für die Autoherstellung ist aber generell viel zu hoch. Eine Abkehr vom motorisierten Individualverkehr kann stattfinden, wenn er als ein Baustein einer zukunftsfähigen Mobilität verstanden wird.³³**

Auch das 1-Liter Auto ist noch nicht „weg vom Fenster“, insbesondere dann nicht, wenn es mit erneuerbarem Kraftstoff betrieben wird. Eine Umstellung auf synthetische Sekundärbrennstoffe wie erneuerbaren Wasserstoff, erneuerbares Methan auf der Basis Power-to-Liquid erfordern zwar relativ aufwendige Technologien, sind aber grundsätzlich bereits entwickelt und ökologisch vertretbar. Synthetische Brennstoffe haben den großen Vorteil, dass sie in großem Stil

³⁰ Die EU-Gebäuderichtlinie heißt eigentlich mit vollem Namen „Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“.

³¹ Vattenfall plant mit Partnern eine erste großindustrielle Power-to-Gas-Anlage für grünen Wasserstoff: <https://www.pv-magazine.de/2019/04/04/vattenfall-plant-mit-partnern-erste-grossindustrielle-power-to-gas-anlage-fuer-gruenen-wasserstoff/>.

³² Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Vorschlag von Bernward Janzing, unterschiedliche Preiszonen für erneuerbaren Strom in Deutschland einzurichten, um den Strom vor allem dort zu verwenden, wo er erzeugt wird. (TAZ vom 21.03.2019).

³³ Tatiana Abarzua: Verkehrswende und globale Gerechtigkeit, Sonnenenergie 1/2019, S. 36.

speicherbar sind und eine gegenwärtig vorhandene Infrastruktur (z. B. Tankstellennetz) genutzt werden kann.

VI. Strategische Überlegungen und Akteure der Energiewende

- 26. Erneuerbare Energien und Energieeffizienzsteigerungen sind nicht genug: Sie sind zwar technisch der richtige Weg, doch es braucht ökonomische, politische und soziale Veränderungen, die ebenfalls essentielle Komponenten der Energiewende sind. Mit den bisher entwickelten und genutzten Techniken kann die Energiewende zwar technologisch geschafft werden, aber Energietechnologien allein führen nicht automatisch zu den notwendigen politischen und wirtschaftlichen Veränderungen.³⁴ Die Politik muss die notwendigen Rahmenbedingungen schaffen, wie z. B.: Beendigung der Subventionen von fossilen Energieträgern, Einführung einer CO₂-Steuer und einer ökologischen Steuerreform, die Ressourcen verteuert sowie die Aufhebung der energiepolitischen Blockade gegen den Ausbau erneuerbarer Energietechniken.**
- 27. Mit dem Ausbau und der Entwicklung der Erneuerbaren geht notwendiger Weise ein energie-wirtschaftlicher Strukturwandel einher. Es genügt nicht, „grünen“ Strom oder „grüne“ Wärme in die alten „schwarzen“ und teilweise zentralen Netze zu leiten. Vielmehr müssen wir uns von veralteten Industrieverfahren und alten Energieversorgungsmustern lösen³⁵. Die gesamte Infrastruktur der Energieversorgung wird sich entsprechend dem Primat der Ökologie ändern müssen:**
- 1. Verbund- bzw. regenerative Kombikraftwerke, in denen erneuerbare Energiequellen zusammenschaltet und reguliert werden, sind die regionalen Versorgungszentren des zukünftigen Energiesystems.**
 - 2. Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung übernehmen die Energieversorgung in den Regionen. Sie ist nachhaltiger, weil die Energie dort gewonnen wird, wo sich die Energiequelle befindet und Transporte durch Netze und Leitungen reduziert oder vermieden werden.**
- 28. Atomkraftwerke tragen zur Erderwärmung bei. Sie sind nicht klimaneutral, wie immer behauptet wird. Zwar sind sie im Betrieb frei von CO₂-Emissionen, aber jeder nukleare Verbrennungsprozess setzt zusätzliche Wärme frei, die nur dadurch in den Weltraum abgestrahlt werden kann, weil sich die Temperatur der Biosphäre zusätzlich erhöht.**

Mit anderen Worten, einzig und allein die solare Strahlungsenergie, die auf die Erde trifft und dem Leben auf unserem Planeten dient, sowie zu einem kleinen Teil der Nutzung erneuerbarer Energien durch den Menschen, ist klimaverträglich, weil sie bilanziell und damit vollständig wieder abgestrahlt wird. Die Erde heizt sich normalerweise von selbst nicht auf. Eine Rückkehr der Energiewende zur Atomkraft oder schlimmer noch die Entwicklung von Kernfusionsreaktoren, löst – unabhängig von den Gefahren durch radioaktive Verseuchung sowie der prinzipiellen Unbeherrschbarkeit der Atomtechnologie – daher die Klimaprobleme der Menschheit nicht.

³⁴ Jürgen Renn, Robert Schlögel: Manifest zur Energiewende – Warum wir einen radikalen Systemwechsel brauchen, Tagesspiegel 5. März 2018. <https://www.tagesspiegel.de/wissen/manifest-zur-energiewende-warum-wir-einen-radikalen-systemwechsel-brauchen/21023736.html>.

³⁵ Zum Beispiel kann sich die Stahlindustrie von Koks und Kohle lösen und mit Methan oder Wasserstoff das Erz reduzieren. (<https://www.solarify.eu/2018/02/10/688-hybrit-bald-fossilienfreier-stahl/>).

- 29. Eine europäische Energiewende im Strombereich ist hilfreich und notwendig: Europa verfügt über alle Formen erneuerbarer Energiequellen, wenn auch nicht in jedem Land oder jeder Region gleichermaßen entwickelt, erschlossen und genutzt. Viele, vor allem südliche Staaten, verfügen über ein energetisches und wirtschaftliches Potenzial zur Erzeugung von erneuerbarem Strom, das erheblich größer ist als in Deutschland.³⁶ Wichtiges Element einer europäischen Vernetzung ist ein intelligentes und leistungsfähiges Stromübertragungsnetz, das bei der lokalen Stromerzeugung entstehende Schwankungen großflächig ausgleicht.**

Es ist energetisch und wirtschaftlich vorteilhaft, dezentrale Energieversorgungsstrukturen über „Backbone“-Netze miteinander zu verbinden. Auch Angebotsschwankungen bei Windstrom, Photovoltaik, Bioenergie und Geoenergie lassen sich europaweit viel effektiver ausgleichen: Wasserkraft aus Skandinavien, Windenergie aus Portugal und Solarstrom aus Spanien.³⁷

- 30. Die Energiewende beginnt im Kopf³⁸: Dezentralität ist ein wesentliches Merkmal der Solarisierung der Energieversorgung. Sie ist mit der Energiegewinnung vor Ort und mit dem Energiekonsum einer Vielzahl lokaler Anwendungsbereiche ein Vorteil gegenüber der fossil-nuklearen Energiegewinnung. Das Gelingen der Energiewende fußt damit vor allem auf der Motivation und der Überzeugung der Menschen in den Städten und Gemeinden, dass die Energiewende sinnvoll und bewältigbar ist. Dabei ist ein Bewusstseinswandel im Gange, der die Menschen aktiviert, die Dinge selber in die Hand zu nehmen.**

Der Vorzug der Dezentralität besteht darin, dass erneuerbare Energien erstens direkt vor Ort genutzt werden können und zweitens vor Ort der Kenntnisstand am größten ist, welche Energien in welcher Weise genutzt werden können.³⁹

- 31. Sozialverträglichkeit und Akzeptanz der Solarisierung: Wenn eine sozialverträgliche Energieversorgung hinsichtlich Kosten, Handhabung und Teilhabe angestrebt wird, dann verträgt sie sich eher mit einem nachhaltigen Energiesystem, das ökologische, ökonomische und soziale Aspekte gleichermaßen berücksichtigt. Eine Energietechnik muss, um sozialverträglich zu sein, mit den Zielen, Grundsätzen und Werten der Gesellschaft übereinstimmen. Daraus kann Akzeptanz für die Energiewende entstehen.**

Die Akzeptanz ist allerdings in der deutschen Bevölkerung mehrheitlich gewährleistet, wenn es auch gegnerische Bürgerinitiativen gibt, die berücksichtigt werden müssen. Akzeptanz wird eher von politischen Institutionen des Bundes und der Länder durch falsche, bzw. unsachgemäße energiepolitische Verlautbarungen, Lobbyarbeit, Profitinteressen und durch das Scheinargument, des Verlustes an Arbeitsplätzen untergraben. Sie können die Energiewende regional und bundesweit verzögern und damit die Versorgungssicherheit der Bürger gefährden.

- 32. Die Energieversorgung für eine Digitalisierung der Arbeits- und Kommunikationsbereiche muss ausschließlich auf erneuerbarem Strom basieren. Sie können für den Ausgleich der fluktuierenden Energiedarangebote von Sonne und Wind mit gespeicherter Energie, Bioenergie und Erdwärme zukünftig digital verknüpft werden. Zur Optimierung des Zusammenspiels der verschiedenen Energiequellen stellen Informations- und Kommunikationstechnologien ein wich-**

³⁶ Michael Schreyer, Lutz Mez: ERENE – Eine europäische Gemeinschaft für erneuerbare Energien, Heinrich-Böll-Stiftung 2008, S. 9-10.

³⁷ Anlässlich des Weltklimagipfels (UNFCCC) in Kattowitz wurde eine neue Studie vorgestellt, die ein Modell der finnischen Universität LUT für eine Energiewende in ganz Europa vorstellt: <http://energywatchgroup.org/neue-studie-100-erneuerbare-energie-in-ganz-europa>.

³⁸ Nicole Allé: Die Energiewende gestalten, energiezeitung Heft 23, Herbst 2017, S. 8.

³⁹ Siehe auch die Webseite: <http://erneuerbarkomm.de/rechner/> für örtliche Potenzialanalysen.

tiges und ggf. digitales Know-how zur Verfügung. Sie tragen dazu bei, dezentrale Strom- und Wärmenetze mit hoher Netzstabilität zu garantieren.

Ohne Digitalisierung ist die Energiewende nur schwer umsetzbar, weil sie mit einer enormen Zunahme von kleinen und großen Kraftwerken verbunden ist. Heute gibt es in Deutschland ca. 300 Kraftwerke⁴⁰, in Zukunft werden es ca. 15 Mio. sein, die verbunden und koordiniert werden müssen.

Anhang zur Information

Primärenergie aus Sonne und Wind haben bisher sowohl Strom aus Atomkraftwerken ersetzt wie auch aus Kohlekraftwerken.

Beim Ersatz von Atomstrom ist die CO₂-Bilanz in Deutschland gleich geblieben, weil hier nur eine CO₂-freie Energiegewinnung durch eine andere (EE) ersetzt wurde. Atomstrom hatte im Jahr 2004 einen Anteil an der Stromversorgung von 32,1 Prozent⁴¹. Der Anteil im Jahr 2017 des erneuerbaren Stroms betrug 40,4 %⁴². Im Jahre 2011 betrug der Atomstromanteil 17,8 % und 11,6 % im Jahre 2017.⁴³ Seit der Energiewende wurden ca. 20,5 % Atomstrom durch erneuerbaren Strom, bzw. CO₂-neutralen Strom ersetzt. Es bleiben also 20 % EE- Strom, die Kohlestrom ersetzen. Die rechnerische CO₂-Emissionsreduktion in Deutschland geht fast vollständig auf den Ersatz von Kohlestrom zurück; die tatsächliche CO₂-Emissionsreduktion wird allerdings verringert durch Kohlekraftwerke, die ihren Strom ins Ausland schicken.⁴⁴ Die Steigerung der Energieeffizienz spielt mit minus 6,0 % seit 2008 nur eine geringe Rolle⁴⁵. Die Daten zur Stromerzeugung in Deutschland sind auf der Webseite des Fraunhofer ISE zu finden:

<https://www.energy-charts.de/index.htm>

Zur Kritik am Wirtschaftswachstum: <https://www.zeit.de/wirtschaft/2018-09/postwachstumsoekonomie-wirtschaftswachstum-ressourcen-eu-lebensqualitaet-offener-brief>

Dank

Der Beirat der DGS dankt allen, die an den Thesen zur Energiewende durch Hinweise, Kommentare und Kritiken mitgearbeitet haben, insbesondere:

Horst Bertram, Susanne Euler-Bertram, Franz Karg, Klaus-Wilhelm Köln, Niklas Martin, Berit Müller, Peter Müller, Jörg Sutter.

⁴⁰ Von PV-, Solaranlagen und Blockheizkraftwerken einmal abgesehen.

⁴¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/29295/umfrage/anteil-der-atomenergie-an-der-stromerzeugung-in-deutschland/>.
<https://www.strom-magazin.de/info/stromerzeugung-in-deutschland/>.

⁴² Braunkohle 24,3 %, Steinkohle 15,2 %, Atomenergie 13,1 %, Erdgas 8,4 %, Wind 18,8 %, Bioenergie 8,7 %, Solarstrom 7,0 %, Wasserkraft 3,9 %, Andere 0,6 %
(https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/daten-zu-erneuerbaren-energien/Stromerzeugung_2017.pdf, vom 02.01.2018.).

⁴³ Siehe Fußnote 40.

⁴⁴ Gerd Stadermann, Klaus Oberzig: Energieeffizienz dient nicht der Energiewende, SE Heft 4 2016, S. 24.

⁴⁵ AG Energiebilanzen: Daten und Fakten, <https://ag-energiebilanzen.de/2-0-Daten-und-Fakten.html> abgerufen Januar 2018.