

positionen

Konzept für eine zukunftsfähige Energieversorgung

Inhalt

Zusammenfassung	3
1. Ausgangssituation und Zielsetzungen	7
2. Ziel-Szenario für das Jahr 2040	11
2.1 Kernpunkt Senkung des Energieverbrauchs	12
2.2 Kernpunkt Strom effizient und sparsam nutzen	13
2.3 Kernpunkt Ausstieg aus Atom- und Kohlestrom	14
2.4 Kernpunkt Ausbau Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	15
2.5 Kernpunkt Die Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung	17
3. Strategien für die langfristige Umwandlung des Energiesystems	20
3.1 Neue Komplementärtechnologien und Flexibilitätsoptionen	20
3.2 Bessere räumliche Verteilung von Windenergie	21
3.3 Neues Strommarktdesign	23
3.4 Maßnahmen der Wärmewende	25
3.5 Neue Institutionen und Instrumente und für die Energiewende	27
3.6 Neue Akteure zur Demokratisierung der Energiewende	28
3.7 Sozial-ökologische Steuer- und Finanzreform	30
4. Kurzfristig notwendige Beschlüsse und Maßnahmen	31
5. Mobilitätssektor	37
6. Suffizienz	39
Nachwort	40
Anhang I	41
Anhang II	41
Endnoten	42

Zusammenfassung

Im vorliegenden Konzept für eine nachhaltige Energiezukunft stellt der BUND ein Szenario für die Energieversorgung im Jahr 2040 vor und formuliert Maßnahmen und Strategien, die zum Erreichen eines solchen Zielszenarios notwendig sind. Das Szenario basiert auf der Grundannahme, dass die Energieversorgung bereits im Jahr 2040 hundertprozentig aus erneuerbaren Energiequellen erfolgen muss, um den Anforderungen des Pariser Klimaabkommens und der Umsetzung der „Sustainable Development Goals“¹ gerecht zu werden. Zum anderen beruht es auf den BUND-Zielen des Naturschutzes und der Begrenzung des Flächenverbrauchs. Energieeinsparung und Energieeffizienz nehmen deshalb neben dem schnellen Ausbau der erneuerbaren Energien und dem zügigen Ausstieg aus der Energiegewinnung aus atomaren und fossilen Quellen eine Schlüsselrolle ein.

Das Ziel – 100 % erneuerbare Energien

Das Konzept des BUND für eine nachhaltige Energiezukunft zielt auf eine hundertprozentige Deckung eines deutlich verminderten Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien bis spätestens 2040 ab. Das Ziel ist es, einen gerechten Beitrag Deutschlands zu beschreiben, um die Klimaschutzziele des Pariser Klimaschutzabkommens zu erfüllen. Darüber hinaus sind Maßnahmen zur Unterstützung anderer Länder erforderlich, um Klimagerechtigkeit international herzustellen.²

Die Emissionsreduktionen Deutschlands zur Begrenzung der globalen Erderwärmung auf 1,5° C müssten insgesamt noch rascher und deutlicher sein. Die bisherige Ausrichtung der Klimaschutzkonzepte der Bundesregierung auf das Jahr 2050 reicht nicht mehr aus. Daher setzt der BUND die Zielmarke auf das Jahr 2040.

Bis zum Jahr 2040 müssen die Treibhausgasemissionen jedoch mindestens um 95 Prozent reduziert werden, um die Vorgaben von Paris zu erfüllen. Die in diesem Konzept aufgezeigten Maßnahmen stellen ein Mindestmaß dessen dar, was zugunsten des Klimaschutzes umgesetzt werden muss.

Sofortiger Atomausstieg und stufenweiser Ausstieg aus Kohle, Erdöl, Erdgas

Der BUND setzt sich für eine künftige Energiepolitik ein, die sowohl die Anforderungen des Umwelt- und Naturschutzes erfüllt, als auch den Klimaschutz im notwendigen Maße berücksichtigt. Dazu bedarf es des sofortigen Atomausstiegs und eines zeitnahen Kohleausstiegs bis deutlich vor 2030.³ Um den fossilen Ausstieg klimagerecht zu organisieren, sieht unser Beispielszenario folgende Eckpunkte vor: Braunkohleverstromung bis spätestens 2025 und Steinkohleverstromung bis spätestens 2030 beenden sowie den Ausstieg aus der Nutzung der anderen fossilen Energien nicht nur bei der Stromerzeugung, sondern auch im Wärme- und Mobilitätssektor bis spätestens 2040. Der Umbau der Energiewirtschaft wird mittelfristig mit dem Ersatz von Erdgas und Erdöl durch Gase und Flüssigkeiten aus erneuerbaren Energien⁴ verbunden.

Kernelemente Energieeinsparung und Energieeffizienz

Kernelemente der Energiewende sind Energieeinsparung und Energieeffizienz, um den raschen und ressourcenschonenden Ausbau der Erneuerbaren Energien zu gewährleisten, konkret den Flächenverbrauch zu minimieren. Mit Energieeffizienz kann der gesamte derzeitige Energieverbrauch bestehender Anwendungen mehr als halbiert und Energieverschwendung so weit wie möglich beendet werden. Dies verbessert die Möglichkeiten zum umwelt- und naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien.

Allerdings werden Stromanwendungen im Verkehrs- und Wärmesektor sowie strombasierte neue Energieträger den Strombedarf erhöhen. Der Stromsektor wird daher künftig eine bedeutendere Rolle spielen. Durch die intelligente Kombination von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien können die Energie- und Wärmewende kostengünstig und sozial verträglich umgesetzt werden. Dafür sind neue Finanzierungssysteme und eine unabhängige Koordination von Maßnahmen notwendig.

Bei der energetischen Gebäudesanierung sollen Sanierungsfahrpläne für alle Gebäude erstellt und mit lokalen Wärmenutzungsplänen verbunden werden. Eine Gebäudewerterhaltungsrücklage, die Aufteilung von Modernisierungskosten nach dem Drittelmodell und die Förderung von Contracting lassen bestehende Hemmnisse der Wärmewende überwinden.⁵

**Übersicht über das Gesamtenergiekonzept
– Primär- und Endenergie in TWh**

	2015	2040
Primärenergie	3.900	1.200
Verluste	-1.400	-200
Endenergie	2.500	1.000
davon Strom brutto	650	715 (Gesamterzeugung)
netto	520	680 (Endenergie)

Das Stromsystem flexibler gestalten

Das Stromsystem muss flexibler werden, um den fluktuierenden Leitenergieträgern Wind und Sonne steuerbaren Ausgleich zu bieten. Dazu gibt es schon heute eine Vielzahl an Optionen. Die Technik der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) spielt hierbei eine wichtige Rolle wenn sie künftig gasbasiert und flexibel die Residualenergie liefert bzw. als Back-Up-Kapazität dient. Der Vorteil der KWK besteht auch darin, dass sie einerseits die eingesetzte Energie hocheffizient nutzt und andererseits Strom- und Wärmewende verbindet. Ein zunächst erhöhter Verbrauch von Erdgas zur Stromerzeugung kann im Gebäudesektor durch eine gesteigerte Effizienz eingespart werden, ohne Importe zu erhöhen. Längerfristig muss Gas aus erneuerbaren Energien in KWK-Anlagen eingesetzt werden. Weitere zentrale Flexibilitätsoptionen sind das Lastmanagement, Batteriespeicher, naturverträgliche

Speicherkraft- und Pumpspeicherwerke sowie das Gasnetz und die bestehenden Gasspeicher. Die Kopplung des Strom-, Wärme- und Mobilitätssektors wird zusätzliche Flexibilität im Gesamtsystem schaffen, erhöht aber auch den Koordinierungsaufwand.

Naturverträglicher Ausbau der erneuerbaren Energien

Der naturverträglichen Ausbau erneuerbarer Energien und insbesondere die Minderung von Flächeninanspruchnahme sind entscheidend für den langfristigen Erfolg der Energiewende. Wichtiges Kriterium ist, die Biodiversität national und regional zu erhalten und zu verbessern.⁶ Windenergie soll daher auf durchschnittlich 2 Prozent (regional zwischen 1 und 3 Prozent) der Landesfläche (Vorranggebiete) ausgebaut werden. Beim Einsatz von Biomasse werden vorrangig Rest- und Abfallstoffe genutzt. Bei Verwendung von Anbaubiomasse sind mehrjährige Kulturen von Blüh- und Wildpflanzen anstelle von Mais einzusetzen.⁷ Wasserkraft wird nicht weiter ausgebaut, da der Gewässerschutz und die Durchgängigkeit der Gewässer Vorrang haben, ausgenommen die Modernisierung von Bestandsanlagen mit Verbesserung der Gewässerökologie.⁸ Die Photovoltaik wird vorrangig auf und an Gebäuden ausgebaut, Freiflächenanlagen sollen auch Nutzen für den Naturschutz und/oder die Landwirtschaft haben.

Berechnungen des BUND sowie von wissenschaftlichen Instituten zeigen, dass durch die Halbierung des heutigen Energieverbrauchs auf ein nachhaltig verträgliches Maß ausreichende Energiemengen in Deutschland aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden können.⁹

Insbesondere durch den Ausgleich zwischen fluktuierenden Quellen (Wind, Sonne) und flexibel steuerbarer Stromerzeugung kann durch die genannten Flexibilitätsoptionen eine Bereitstellung der erforderlichen Leistung gesichert werden.

Dezentrale Energie in Bürger*innenhand

Der BUND setzt auf eine dezentrale, regionale Umsetzung der Energiewende in Bürger*innenhand. Das große Engagement und die Investitionen der Bürger*innen hat bisher maßgeblich zum Erneuerbaren-Ausbau beigetragen und ist künftig sogar noch entscheidender, um das „Gemeinschaftsprojekt Energiewende“¹⁰ umzusetzen und die hohe Akzeptanz zu erhalten. Hierzu braucht die Bürgerenergie auch in Zukunft Förderbedingungen, die sie ihre Projekte sicher realisieren lässt. Insbesondere die bisherigen staatlich festgelegten Einspeisevergütungen für Strom aus erneuerbaren Energien können das gewährleisten und sollten wieder hergestellt werden. Die Energiewende erfordert zudem neue Instrumente, um sie verbrauchsnahe und regional verankert zu gestalten. Regionale Stromvermarktungskonzepte sind ebenso zuzulassen und zu fördern wie die Eigenstromnutzung durch Mieter*innen.

BUND-Szenario für eine mögliche Energiezukunft

Um die Ziele und Forderungen des BUND auf deren Umsetzung hin zu prüfen, wurde ein Szenario als Beispiel für eine Energiezukunft entwickelt, die diesen Ansprüchen weitgehend genügen kann. Dieses Szenario, ermittelt auf Grundlage des Tools „Prosim“, kann nicht die Ansprüche einer systemischen Modellierung erfüllen, setzt aber Energieverbräuche klar in

Zusammenhang mit dem Flächenverbrauch, verbindet Energieeinsparung und Energieangebot und die Verteilung der Energiemengen auf Anwendungsbe-
reiche.

Auf dieser Grundlage ist das Konzept ambitioniert und zugleich machbar. Es zeigt anhand eines möglichen Szenarios der Energieversorgung im Jahr 2040 die notwendige Zielrichtung der Energiepolitik auf, zeigt, welche Übergänge erforderlich sind und welche kurz- und mittelfristig notwendigen Maßnahmen ergriffen werden müssen, um das Ziel zu erreichen. Die technischen Möglichkeiten zu seiner Umsetzung liegen vor. Wir benennen zugleich wichtige rechtliche und wirtschaftliche Instrumente und Maßnahmen, die auf den verschiedenen politischen Ebenen ergriffen und umgesetzt werden müssen. Unser politisches Ziel ist eine umwelt- und naturverträgliche, kostengünstige und sozial gerechte sowie sichere Energieversorgung aus 100% erneuerbaren Energien.

Die **Kernforderungen** des BUND sind:

- Sofortiger Atomausstieg und Verankerung im Grundgesetz.
- Klimaschutz als gesetzliche Pflichtaufgabe im Einklang mit den Pariser Klimaschutz-Beschlüssen durch Schaffung eines ambitionierten Klimaschutzgesetzes mit sektoralen Zielen und Maßnahmenplänen.¹¹
- Ausrichtung des Ausstiegs aus der Kohleverstromung an den Klimaschutzzielen, bedeutet den Kohle-Ausstieg deutlich vor dem Jahr 2030. Keine Genehmigungen für neue Kohlekraftwerke oder Tagebaue; Verkleinerung der bestehenden Tagebaue im Einklang mit den Klimazielen.

- Umwelt- und naturverträglicher Ausbau erneuerbarer Energien, Abschaffung von Deckeln und Korridoren des EE-Ausbaus, Abschaffung der Ausschreibungen. Umstieg auf 100 Prozent erneuerbare Energien spätestens bis zum Jahr 2040.
- Verstärkung der Energieeffizienz durch eine verbindliche, langfristige Energiesparstrategie, eine unabhängige Bundesstelle für Energieeffizienz zur Steuerung und Koordination von Maßnahmen, Energiesparfonds, Verschärfung der EU-Ökodesign-Richtlinie, Top-Runner-Programm, Ökologische Steuerreform und flächendeckende Einrichtung von Energieagenturen und Klimaschutzmanager*innen.
- Beschleunigung der Wärmewende durch Erstellung von Sanierungsfahrplänen für alle Gebäude, Erhöhung der energetischen Sanierungsrate auf 3 Prozent, Einführung des „Drittmodells“ im Mietrecht zur Kostenumlage bei energetischen Sanierungen, Einführung einer Gebäudewertrücklage.
- Bürgerenergie erhalten und ausbauen. Zusammenschlüsse von Bürger*innen sowie Kommunen zur Beteiligung und Mitwirkung an der Energiewende (vor Ort) verbessern und durch demokratische Entscheidungsgremien sowie neue Finanzierungsinstrumente unterstützen.
- Flexibilisierung des Stromsystems zur Anpassung an die fluktuierenden Erneuerbaren Energien. Dazu zählt die gasbasierte KWK als auch längerfristig wichtige Option, die flexibilisiert durch Wärmespeicher und in Verbindung mit dem Ausbau von Wärmenetzen und erhöhter installierter Leistung, zur Versorgungssicherheit beiträgt. Mittelfristig bedarf es der Umstellung von fossilem auf erneuerbares Gas.
- Schaffung eines neuen Systems des Strommarktes für regionale Stromprodukte mit 100 Prozent Strom aus erneuerbaren Energien. Verbesserung der Möglichkeiten für Mieterstrommodelle mit Nutzung von Photovoltaik und KWK.
- Schaffung und Erweiterung von Pflichten und Möglichkeiten für die Energiewende im Raumordnungsrecht, Bau- und Planungsrecht zur umweltverträglichen Planung.
- Grundlegende Neuerstellung der bisher überdimensionierten Netzentwicklungs- und Bundesbedarfspläne Energie mit hoher Transparenz. Nur die Leitungen, die für die Energiewende mit dem Ziel einer vollständigen erneuerbaren Energieversorgung benötigt werden, dürfen gebaut werden. Dezentrale/regionale Konzepte sind zugunsten der Minderung des Leitungsbaus und der Auswirkungen auf Natur und Mensch vorrangig zu verfolgen.
- Abschaffung von Subventionen von Energieverschwendung, fossilen und nuklearen Energien und Abwärme sowie von klimaschädlichen Begünstigungen vor allem von Großzeugern und Großverbrauchern bei Kostenumlagen. Sozial gerechte Gestaltung von Kostenumlagen, Abgaben und Entgelten im Rahmen der Neuauflage einer sozial-ökologischen Steuerreform, d.h. Erhöhung und Einführung von Steuern und Abgaben auf Energieträger und CO₂-Emissionen mit sozialem Ausgleich.

1. Ausgangssituation und Zielsetzungen

Industrialisierung und Wirtschaftswachstum erschienen in den letzten zwei Jahrhunderten nur möglich durch den massiven und immer weiter ansteigenden Einsatz von fossilen, später auch nuklearen Energieträgern; eine Philosophie, die in vielen Köpfen heute noch präsent ist. Die Zunahme der Schadstoff- und CO₂-Emissionen, die mit unabsehbaren Gefahren verbundene Nukleartechnik und die begrenzten Ressourcen der fossilen Energieträger erfordern jedoch eine grundsätzliche Wende. Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur durch den Menschen ist eine nicht mehr zu leugnende Tatsache mit unabsehbaren Folgen, die alle Länder betreffen wird. Insbesondere die massive Nutzung von Kohle, Öl und Gas belasten die Atmosphäre und haben bereits jetzt zu einem Anstieg der durchschnittlichen globalen Temperatur von einem Grad Celsius geführt. Die Energiewirtschaft sowie die Gebäudebeheizung, die Industrie und der Verkehrssektor sind die größten Verursacher.

Auf internationaler Ebene wurde 2015 in Paris das Klimaschutzabkommen vereinbart und ist nach der Ratifizierung maßgeblicher Staaten wie China, der USA, Indien und der EU im November 2016 in Kraft getreten. Zentrales Element des Abkommens ist das Ziel der internationalen Gemeinschaft, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2, möglichst unter 1,5 Grad Celsius, zu begrenzen.

Die bisherigen Selbstverpflichtungen der Staaten hinter diesen Anspruch allerdings weit hinterher, umgesetzt ist das Wenigste. Würde weltweit weiter im gegenwärtigen Ausmaß emittiert, wären bereits in 20 Jahren so viele Treibhausgase in der Atmosphäre, dass die Grenze von 2 Grad Celsius vermutlich nicht gehalten werden könnte. Für die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 Grad bleibt ungleich weniger Zeit: Fünf bis maximal neun Jahre noch auf heutigem Emissionsniveau und die Grenze wäre erreicht.

Angesichts des Reaktorunfalls von Fukushima hat die damalige Bundesregierung die schon 2000 beschlossene „Energiewende“ als zentrales politisches Ziel gesetzt.¹² In ihrer Koalitionsvereinbarung¹³ Ende 2013 hat sie erneut die Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2025/2035 und – als Langfristperspektive – bis zum Jahr 2050 bekräftigt. Die „Energiewende“ soll zum ökonomischen und ökologischen Erfolg werden: Die Stromversorgung soll bis 2035 zu 55 bis 60%, bis 2050 zu mindestens 80% auf erneuerbaren Energien beruhen¹⁴, die Emissionen an Treibhausgasen sollen bis zu diesem Zeitpunkt um 80 bis 95% gegenüber dem Stand von 1990 vermindert werden.

Um die Energiewende zu bewerkstelligen, hat die Bundesregierung verschiedene Beschlüsse gefasst und Maßnahmen unternommen, wie den Ausstieg aus der Atomenergie bis spätestens 2022 oder die Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 sowie dessen Novellierungen.

Die Bundesregierung hat allerdings auch eine Reihe von kontraproduktiven Maßnahmen unternommen, so die Deckelung des Ökostromausbaus im EEG. Dadurch kann allenfalls die Produktion der Atomkraftwerke durch die erneuerbaren Energien substituiert werden. Der Anteil der fossilen Kraftwerke wird dagegen von heute 53% auf 55% im Jahr 2025 steigen.¹⁵ Das ist aus Sicht des Klimaschutzes unverantwortlich.

Auch zahlreiche weitere Gesetzesänderungen laufen der Erreichung der genannten Zielsetzungen zuwider. Änderungen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) und des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) begrenzen den Ausbau von Flexibilitätsoptionen und bringen die Erhöhung der Energieeffizienz nicht ausreichend voran.

Neben dem sofortigen Atomausstieg hat die Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens oberste Priorität. Klimaschutz *kann* aber nicht mittels Atomenergie/Kernfusion sowie umweltgefährdenden und risikoreichen Techniken des „Carbon Capture, Transport and Storage (CCTS)“¹⁶, ob mit Kohle oder Biomasse, „Fracking-Techniken“ oder „Climate Engineering“ gelingen, entsprechende Bestrebungen sind zu beenden bzw. zu verhindern.

Beschlüsse für den Klimaschutz bedeuten noch nicht, dass damit bereits eine Energiewende herbeigeführt worden sei. Zwar hat der Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland im Strombereich bereits einen beachtlichen Status erreicht, wie die folgende Tabelle zeigt, reicht jedoch nicht aus, um den gesetzten Klimaschutzzielen gerecht zu werden.

Primärenergieverbrauch und Bruttostromerzeugung in Deutschland (absolut und prozentual)

	Mineralöl, Erdgas	Stein- und Braunkohle	Atomenergie	Erneuerbare Energien	Sonstige	Summe
Primärenergiever- brauch 2015 ¹⁷ – PJ –	7.318,3 (55%)	3.260,0 (24,5%)	998,0 (7,5%)	1.663,2 (12,5%)	66,5 (0,5%)	13.306
Bruttostromerzeugung 2015 ¹⁸ – TWh –	62,5 (9,7%)	273,0 (42,2%)	91,5 (14,1%)	188,3 (29,1%)	31,8 (4,9%)	647,1
Bruttostromerzeu- gungskapazitäten (Spitzenleistung) 2014 ¹⁹ – GW –	29,3 (14,5%)	57,7 (28,6%)	12,7 (6,3%)	94,6 (46,8%)	7,7 (3,8%)	202,5

¹ Petajoule (PJ) = 277,8 Gigawattstunden (GWh), GW = Gigawatt

Wie die Zahlen zeigen, ist Deutschland von einer Vollversorgung durch erneuerbare Energien noch weit entfernt. Soll die Energiewende ein ökologischer und ökonomischer Erfolg werden, muss der Ausbau der erneuerbaren Energien außerdem mit einer deutlichen Verminderung des Primär- und des Endenergieverbrauchs Hand in Hand gehen²⁰.

Die Zielsetzung der Senkung des Primär- und Endenergieverbrauchs ist durch Energieeinsparung – geringerer Energieeinsatz pro Einheit Nutzenergie

und durch effiziente Energieanwendungen – mehr Nutzenergie pro gegebenen Energieeinsatz – erreichbar. Zusätzlich muss der durch Energieverluste (derzeit vor allem durch Abwärme von Großkraftwerken) über die Endenergie hinausgehende Primärenergieverbrauch gesenkt werden, insbesondere durch Kraft-Wärme-Kopplung. Dezentrale Erzeugung und Nutzung von Energie senken die Transportverluste.

Darüber hinaus haben Regierung und Parlament bisher keine ausreichenden Antworten auf die weitrei-

chenden Dimensionen und Anforderungen erkennen lassen, die sich aus der Energiewende ergeben:

- Eine solche Umwandlung der Energieversorgung lässt sich nicht mittels einzelner Beschlüsse und Maßnahmen erreichen. Es geht vielmehr um einen tiefgreifenden Strukturwandel, der gestaltet werden muss und der alle bisherigen Energieträger, Energieanlagen, Energieversorger und -verbraucher*innen sowie deren Organisationen umfassen muss²¹.
- Eine weitere Fehleinschätzung betrifft den zur Verfügung stehenden Zeitrahmen. Bis 2050 mag heute als eine noch ferne Zukunft erscheinen. Die Umsetzung des Pariser Abkommens verlangt aber einen deutlich schnelleren Fahrplan, als ihn die Bundesregierung vorsieht. Denn das Abkommen enthält auch für Deutschland die explizite Anforderung, dass die Staaten zusätzliche Maßnahmen umsetzen müssen. Dies gilt umso mehr, da die notwendigen Transformationen nicht nur technische Maßnahmen umfassen, sondern die Energiewende eine gesellschaftliche und wirtschaftliche Umorientierung notwendig macht. Unverzögliches Handeln ist erforderlich, sowohl was die technischen Lösungen als auch ein gesellschaftliches Umdenken betrifft.
- Der Strommarkt spiegelt die bisherigen alten Verhältnisse wider und trägt nur unzureichend den neuen Leittechniken Windenergie- und Photovoltaikanlagen Rechnung. Die Bereitstellung von Residualenergie²² und Systemdienstleistungen²³ sowie der Netzausbau müssen auf den dezentralen Charakter der erneuerbaren Energien zugeschnitten werden. Für entsprechende Flexibilitätsoptionen fehlen die geeigneten Rahmenbedingungen.
- Es bedarf geeigneter Komplementärtechnologien, Flexibilitätsoptionen, Speicher- und Umwandlungskapazitäten, die die Stromerzeugung aus den (fluktuierenden) erneuerbaren Energien ergänzen,

den zusätzlich benötigten Strom erzeugen, Systemdienstleistungen bereitstellen und den Überschussstrom sinnvoll verwenden bzw. speichern. Diese Technologien müssen in das dezentrale System passen und auf Dauer die Kriterien der Effizienz und Umweltfreundlichkeit erfüllen. Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist dabei eine wichtige Option.

- Kein Platz ist hingegen für „End-of-Pipe“ und „Reparatur“-Technologien für konventionelle und belastete Energieträger, die in der Regel noch dazu Folgeprobleme nach sich ziehen²⁴.
- Die bisherigen (großen) Akteure der Energieversorgung sind nicht in der Lage, den notwendigen Wandel in der Energieversorgung zu bewirken. Dazu ist eine wesentlich größere Bandbreite an Akteuren erforderlich, von den Bürger*innen selbst über die Kommunen zu den Unternehmen, die die Energieversorgung zu ihrer Angelegenheit machen müssen. Auch hier lassen Regierung und Parlament bis jetzt die Einsicht vermissen, diese neuen Akteure mit wirksamen Maßnahmen unterstützen zu wollen und schränken sogar deren Möglichkeiten ein, z.B. durch die Pflicht zu Ausschreibungen. Es gilt vielmehr, neue Formen der gesellschaftlichen Organisation und Mitwirkung zu praktizieren, die eine soziale, faire und wirtschaftliche Entwicklung erlauben und diese praktisch zu fördern²⁵.

Die „Energiewende als Gemeinschaftswerk“²⁶ ist ein sehr anspruchsvolles gesellschaftliches Ziel, aber – wie alle seriösen wissenschaftlichen Studien zur **Klimakrise** zeigen²⁷ – unverzichtbar. Die Energiewende ist machbar, ohne dass andere wichtige gesellschaftliche Ziele wie der Naturschutz oder der gesellschaftliche Konsens aufgegeben werden müssten.

Die folgenden Ausführungen sollen genau das zeigen. Der BUND fordert eine deutliche Anhebung der natio-

nenalen Klimaschutzziele, einen raschen Ausstieg aus fossilen Energien und eine deutlich beschleunigte Umstellung auf erneuerbare Energien. Er setzt sich für eine natur- und sozialverträgliche Energieversorgung ein, die bis 2040 nahezu 100% auf erneuerbare Energien umgestellt sein muss²⁸. Sparsame und effiziente Nutzung von Energie ist die Grundlage für eine umwelt- und naturverträgliche, kostengünstige und soziale Versorgung mit erneuerbaren Energien. Deshalb müssen sich Primärenergie- und Endenergieverbrauch bis zu diesem Zeitpunkt gegenüber dem heutigen Stand mehr als halbieren – bezogen auf bestehende Anwendungen. Der Gebäudebestand muss bis dahin nahezu klimaneutral sein, was mit einer qualitativ hohen jährlichen energetischen Modernisierungsrate von ca. 3% (des Gebäudebestandes)²⁹ erreichbar ist.

Die Treibhausgasemissionen insgesamt müssen um mindestens 95% bis spätestens 2040 gesenkt werden³⁰. Als Zwischenziel fordert der BUND die Senkung der Treibhausgas-Emissionen um 65 bis 80% bis zum Jahr 2030. Die Energieversorgung muss auf dezentralen Strukturen basieren und von einer breiten Palette an Akteuren getragen werden. Damit dieses gelingt, müssen insbesondere die Bürger und Bürgerinnen die Möglichkeit haben und Unterstützung erfahren, wenn sie sich in puncto Energieeffizienz, Energieeinsparung, erneuerbare Energien und Energiedienstleistungen engagieren.³¹ Darüber hinaus muss ein breiter Markt für Energiedienstleistungen auf- und ausgebaut werden. Der Strommarkt und die Netzinfrastruktur müssen von dezentralen Strukturen ausgehen und daran angepasst werden.³² Die Energiewende und die künftige Energieversorgung müssen sozialverträglich gestaltet sein, das heißt, effiziente Energienutzung muss für alle bezahlbar sein. Erforderliche Steuer- und Abgabenerhöhungen auf Energie und CO₂ sind durch Transferleistungen und Förderung von Einsparung für Haushalte mit geringem Einkommen zu kompensieren. Bei allen Maßnahmen muss der Naturschutz mit dem Ziel des Erhalts der Biodiversität gewahrt und verstärkt werden.

Der BUND zeigt mit dem folgenden Konzept mögliche Schritte und Wege, auf welche Art und Weise die Energiewende zu realisieren ist. Im Wärmebereich ist eine Senkung des Verbrauchs um im Mittel 70% des Bedarfs durch heute schon verfügbare Maßnahmen möglich³³. Der Verkehrsbereich wird nur im Hinblick auf seinen End-Energiebedarf berücksichtigt, der durch integrierte Mobilitätskonzepte und weitgehende Umstellung auf Elektromobilität bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge um 70%³⁴ sinkt.

Der Stromsektor wird damit zum entscheidenden Bereich, da der Anteil der Stromverwendung am Endenergieverbrauch von bisher ca. 25% auf ca. 70% steigt. Aufgrund der hohen energetischen Qualität von Strom soll dieser jeweils so effizient wie möglich eingesetzt werden³⁵. Es bestehen große Potenziale, sowohl was die Senkung des Strombedarfs durch effiziente Anwendungen und sparsame Nutzung, als auch was die effiziente Erzeugung, Umwandlung und Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien betrifft.

Ein Kern dieses Konzepts ist ein Szenario des BUND auf Basis seiner Kriterien des Umwelt- und Naturschutzes für den langfristigen Einsatz der erneuerbaren Energien im Jahr 2040 (Kap. 2). Der BUND hat zugleich verschiedene Vorschläge entwickelt, um den o.a. Anforderungen gerecht zu werden (Kap. 3). Dazu müssen Regierungen und Parlamente jetzt und unverzüglich die richtigen (zielführenden) Beschlüsse fassen und Maßnahmen unternehmen, um den ökologischen Umstieg der Energieversorgung und -nutzung rechtzeitig und geordnet bewirken zu können (Kap. 4)³⁶ und um ein Scheitern der Energiewende zu verhindern.

2. BUND-Ziel-Szenario für das Jahr 2040

Für die o.a. Zielsetzungen des BUND wird im Folgenden ein Ziel-Szenario für die Energiewende dargestellt und im Anschluss aufgezeigt, welche Strategien und Maßnahmen notwendig sind, um die Ziele zu erreichen und welche Zwischenschritte dafür notwendig sind. Dabei ist jedoch klar, dass dieses Szenario keine Prognose darstellt, sondern es soll hiermit eine Richtung und wünschenswerte Entwicklungen aufgezeigt werden.

Künftige technische, preisliche und politische Entwicklungen werden die reale Entwicklung beeinflussen. Das hier entworfene Szenario soll entsprechend als Beispiel dienen, anerkennend, dass andere Szenarien möglich sind und es ohnehin eine Bandbreite von möglichen Entwicklungen gibt. Es lässt sich aktuell nur schwer voraussagen, welcher Technologienmix bzw. welche aktuell noch unbekannt Neuentwicklungen eine eventuell noch günstigere Situation herbeiführen könnten. Da sowohl die Nutzungsweisen verschiedener Energieträger in verschiedenen Sektoren miteinander immer mehr verbunden sind, kommt es auch auf eine „konzertierte“ Aktion in den Energienutzungsbereichen an. So könnte es erforderlich sein, dass beispielsweise mehr Energie eingespart wird, wenn der Ausbau erneuerbarer Energien stockt.

Dieses Szenario orientiert sich wesentlich an den BUND-Zielen des Naturschutzes und der Begrenzung des Flächenverbrauchs. Dies setzt den Rahmen der Nutzung für erneuerbare Energien insbesondere der Windenergie, der Wasserkraft, der Biomasse.

Der Zielzeitpunkt des Jahres 2040 wurde entsprechend den Zielsetzungen des international vereinbarten Klimaschutzes gewählt.

Beim Zuschnitt des Szenarios wurde Wert darauf gelegt, heute bereits verfügbare Technologien einfließen zu lassen und zugleich einzubeziehen, bei welcher kurzfristig anzubahnenden Strategie genügend

Spielräume für eine spätere Justierung der Versorgung erhalten bleiben. Künftige Entwicklungen in technischer, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher Hinsicht können daher in eine Neuauflage dieses Konzeptes immer wieder eingehen. Der Zielpunkt – 100% erneuerbare Energien umweltverträglich und sozial tragfähig mit hoher Versorgungssicherheit – bleibt der Gleiche im Jahr 2040.

Das Szenario wurde mit der Methodik PROSIM („Wattweg.net“) berechnet. Diese setzt Energieangebote mit dem Energieverbrauch in allen Sektoren in Relation und berücksichtigt hierbei, welche Energiemengen mit welchen Flächennutzungen verbunden sind. Die Methodik wurden in zahlreichen Workshops für regionale Energiepläne mit Erfolg angewendet³⁷. Das Mengengerüst wurde mit der Studie des Fraunhofer-Instituts ISE abgeglichen³⁸, die ihre Erkenntnisse auf Grundlage von zeitlich hochauflösenden Simulationen gewonnen hat. Für eine mögliche räumliche Verteilung der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wurde auf die VDE-Studie zum „Zellularen Ansatz“³⁹ Bezug genommen, der auch eine Minimierung des Stromnetzausbaus zugrunde liegt.

Das Gesamtszenario ist auf eine 100%ige Deckung des Energieverbrauchs in Deutschland aus Energiequellen in Deutschland ausgelegt. Dies schließt Import und Export nicht aus, konzentriert diese aber auf einen jeweils zeitlich sinnvollen Ausgleich zwischen Deutschland und anderen Ländern in Europa.

Die einzelnen Sektoren der Energieverwendung und Energieerzeugung/Bereitstellung werden künftig komplexer verbunden sein. Die Gewichtung verschiedener Erzeugungsweisen ist insbesondere mit den Möglichkeiten zur Zwischenspeicherung und dem Ziel der Minderung von Stromtransporten und dem Netzausbau verbunden worden.

Das BUND-Szenario hat folgenden Zielrahmen: Bis zum Jahr 2040 soll eine hundertprozentige Versorgung durch erneuerbare Energien erreicht werden. Dabei sind die *Ziele des Natur- und Landschaftsschutzes* einzuhalten. Das Mengengerüst für die Leistungsbereitstellung und die Speicherung nach den Jahren 2040 ist darauf ausgerichtet, den *Flächenverbrauch und den Stromnetzbedarf* zu minimieren. Die künftige dezentrale Energieversorgung soll eine aktive Mitwirkung der Bürger*innen auf regionaler Ebene garantieren und mit hoher Versorgungssicherheit verbinden.

Nicht akzeptabel sind für den BUND folgende Elemente, die in anderen Szenarien zum Tragen kommen:

- ein übermäßiger Einsatz von Biomasse, ob aus Deutschland oder durch Import aus anderen Ländern;
- ein durchgehend hoher Netto-Stromimport⁴⁰;
- Einsatz von CO₂-Abscheidung, Transport und Speicherung (CCTS) bei Kohle und Erdgas, eine teure, ineffiziente und gefährliche Technologie⁴¹, und von Biomasse-CCTS⁴², wodurch zusätzliche Naturräume für Energiezwecke mit dem Risiko von Grundwasser- und Naturschäden genutzt werden müssten;
- Stromimport aus Solaranlagen in Nordafrika, wie z.B. beim „Desertec“-Projekt, was nach neueren politischen Entwicklungen aber ohnehin ausscheiden wird. Die dortigen Potenziale sollten durch und für die ansässige Bevölkerung nutzbar gemacht werden;
- Geothermie zur Stromerzeugung, die in manchen Szenarien noch 5 bis 10% des Strombedarfs decken soll. Die Entwicklung der letzten Jahre weisen nicht darauf hin, dass die Stromgewinnung aus Geothermie einfacher und kostengünstiger würde, im Gegenteil steigen Probleme und Kosten. Zudem wird oft vergessen, dass tiefengeothermische Potenziale

nach ca. 30 Jahren erschöpft sind und neue Bohrungen an anderer Stelle erforderlich werden⁴³.

Damit wird der „Suchraum“ für die Kernpunkte der Energieerzeugung des Szenarios eingeschränkt.

Das Technologiekonzept im Rahmen des Szenarios besteht auf der Angebotsseite im Wesentlichen aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen als Leiterzeugungstechniken, gas- und Biomasse betriebenen⁴⁴ KWK-Anlagen sowie weiteren Flexibilitätsoptionen zur Bereitstellung der Residualenergie, wie Strom- und Wärmespeichern und Lastmanagement als Ausgleichselemente. Für den Wärmebereich kommen KWK-Anlagen, Wärme aus hocheffizienten Wärmepumpen sowie der Solarthermie hinzu. Auf der Bedarfsseite setzt das Konzept auf weitgehende Realisierung von Energieeinsparung, Energieeffizienz durch technische Maßnahmen und struktureller Förderung eines sparsamen Verhaltens in allen Energiesektoren.

2.1 Kernpunkt – Senkung des Energieverbrauchs

Weitere *Voraussetzungen* für das Energieszenario des BUND sind die folgenden Einsparungen gegenüber dem heutigen End-Energieverbrauch:

- 70 bis 80% beim Wärmebedarf durch die Dämmung von Gebäuden sowie den Einsatz von Lüftung mit Wärmerückgewinnung, die Optimierung der Prozesswärme in Gewerbe und Industrie und den Einsatz effizienter Techniken zur Wärmeerzeugung;
- 50 bis 60 % beim Strom bei bisherigen Anwendungen durch Verbesserung der Wirkungsgrade der Geräte und die Sicherstellung, dass bei Betrieb, Ersatz und Neukauf von Geräten jeweils die energieeffizienteste Technik verwendet wird. Ebenso wird die längere Nutzung von Geräten und sparsame Nutzungsweise unterstellt;

- 70% bei der Mobilität durch die Verstärkung des Öffentlichen Nahverkehrs, Verlagerung auf Fuß- und Radverkehr, die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene, den Ausbau des Schienennetzes vor allem in der Fläche und durch die Verminderung von Warentransporten durch die Förderung regionaler Strukturen und Effizienzgewinne durch Elektromobilität⁴⁵.

2.2 Kernpunkt – Strom effizient und sparsam für bisherige neue Anwendungen nutzen

Im Strombereich sollte und kann der konventionelle Strom-Verbrauch durch intensive Stromsparprogramme um jährlich ca. 3 %-Punkte (um 55 % von 520 auf 240 TWh/a) gesenkt werden. Verschiedene Studien haben abgeschätzt, dass eine Absenkung des Endenergieverbrauchs Strom von 520 TWh auf mindestens 320 TWh (-40%) möglich ist⁴⁶. In jedem klassischen Anwendungsbereich von Strom (Beleuchtung, Kraft, IKT) bestehen technische Einsparmöglichkei-

ten von 50 – 70 %, Stromanwendungen in Wärme können durch KWK-Abwärme und Solarthermie ersetzt werden. Eine längere Nutzung von Geräten spart zudem Herstellungenergie. Sprich: Die Potentiale zur Senkung des Stromverbrauchs durch technische Maßnahmen sind vorhanden, es muss der politische Rahmen geschaffen werden, um diese zu realisieren. Hinzu kommen Einsparpotentiale durch sparsames Verhalten und Regelung von Stromanwendungen. Vielfach wird Strom verbraucht, ohne dass dem eine reale Dienstleistung gegenübersteht⁴⁷.

Mittelfristig wird der Stromverbrauch jedoch durch neue und zusätzliche Anwendungsbereiche (Elektromobilität, Informations- und Kommunikationstechnologien und Wärmepumpen, Einsatz von Strom für Prozesswärme in der Industrie) zunehmen. Im Szenario für das Jahr 2040 gehen wir von folgenden Stromverbräuchen und Einsatzzwecken aus:

BUND-Szenario: Stromverbräuche und Einsatzzwecke 2040

Einsatzzweck	TWh/a
<i>Strom bisheriger (konventioneller) Einsatz</i>	240
<i>Stromeinsatz für effiziente Wärmepumpen</i>	30
<i>Strom für Elektromobilität</i>	140
<i>Strom für Erzeugung Methan für stoffliche Verwendung</i>	40
<i>Strom für Prozesswärme Industrie</i>	160
Zwischensumme Stromnutzung	610
<hr/>	
<i>Zusätzliche Stromerzeugung für Erzeugung Power-to-Gas (100 TWh)</i>	65
<i>abzüglich Rückverstromung (35 TWh)</i>	
<i>Stromnetzverluste</i>	40
Gesamtstromerzeugung	715

An dieser Stelle sollte betont werden, dass elektrischer Strom thermodynamisch unabhängig von seiner Erzeugung eine hohe energetische Wertigkeit hat, ins-

besondere gegenüber Energie in Form von Wärme. Prinzipiell sollte Strom daher dort eingesetzt werden, wo es im Hinblick auf den Klimaschutz und die Sub-

stitution fossiler Energien ökologisch, technisch und wirtschaftlich keine Alternativen gibt. Dies gilt künftig in Bereichen der Umstellung der Mobilität auf elektrische Antriebe, da hiermit zugleich eine hohe Einsparung von Endenergie gegenüber Verbrennungstechniken gegeben ist, da Strom mit geringen Verlusten in Bewegung gewandelt werden kann und ansonsten nur begrenzt umweltfreundlich gewonnene Biomasse als direkt nutzbare erneuerbare Energiequelle vorliegt. Ebenso kann die Senkung des Bedarfs von Hochtemperatur/Prozesswärme in der Industrie mit der Umstellung auf besser regelbaren Stromeinsatz verbunden werden.

Bei der genannten sogenannten „Sektorkopplung“ von Strom in Wärmebereiche ist es für den BUND zentral, dass das Konzept „Power-to-heat“ nur in Ausnahmefällen Anwendung finden darf. Diese liegen in Spitzenzeiten vor, wenn sehr große Stromerzeugung aus Wind und Sonne anderweitig nicht hochwertig verwendet oder gespeichert werden kann. Zudem sollte „Power-to-heat“ nur im Rahmen von Strukturen mit Wärmenetzen und Wärmespeichern von KWK-Anlagen erfolgen. Power-to-heat darf keine neuen Strukturen der Stromheizung generieren.

Der Einsatz von Strom im Wärmebereich darf nur in hocheffizienten Wärmepumpen erfolgen, die mindestens eine sicher eingehaltene Jahresnutzungszahl von über 4,0 aufweisen.⁴⁸ Die Gebäude müssen einen niedrigen Heizwärmebedarf aufweisen.

An positiven neuen Entwicklungen setzt das Beispiel -Szenario des BUND insbesondere auf die Power-to-Gas-Technologie. Auch in der Wasserstofftechnologie sind Fortschritte zu erwarten, selbst wenn es hier noch am oft verkündeten Durchbruch der Brennstoffzellentechnologie mangelt, ebenso bei der Entwicklung von (Kurzzeit-)Batterien und dem Einsatz von umweltfreundlichen, ungefährlichen Speicher-materialien mit spezifisch hoher Kapazität⁴⁹.

2.3 Kernpunkt Ausstieg aus Atom- und Kohlestrom

Ziel des BUND ist, die bisherigen Erzeugungsstrukturen auf der Basis von Atom- und Kohlekraft rasch zu ersetzen. Dies dient der Minderung unverantwortlicher Risiken der Atomenergie, dem Klimaschutz ebenso wie der Minderung gesundheitsschädlicher Schadstoffemissionen wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Feinstaub und Quecksilber aus Kohlekraftwerken, der Vertreibung der Bevölkerung aus ihren Heimatorten, der Zerstörung von Natur und Grundwasserschäden bei der Braunkohleförderung.

Auf Basis dessen lauten die Eckpunkte des BUND Energie-Szenarios wie folgt:

- bis 2017 Ausstieg aus der Atomenergienutzung
- bis 2025 Ausstieg aus der Braunkohlenutzung
- bis 2030 Ausstieg aus der Steinkohlenutzung
- bis 2040 Ausstieg aus der fossilen Erdgasnutzung.

Der Ausstieg aus der Kohleverstromung soll bis zu den Jahren 2025 bis 2030 vollzogen werden, denn der Weiterbetrieb von Kohlekraftwerken ist nicht mehr zu rechtfertigen⁴⁹. Die Schäden an Umwelt, Gesundheit, Klima und Natur sind immens. Würden diese Schäden allesamt in eine monetäre Bilanzierung eingehen, wäre diese Art der Stromerzeugung ohnehin völlig unwirtschaftlich gegenüber den erneuerbaren Energien. Der übergangsweise Fortbestand der Kohleverstromung wird nur dadurch gerechtfertigt, dass Zeit benötigt wird, um die erforderlichen Ersatzkapazitäten zu errichten. Entscheidend ist die Klimaverträglichkeit des Ausstiegspfad. Der Ausstieg aus der Kohleverstromung muss sozial verträglich umgesetzt werden, insbesondere durch Schaffung neuer Arbeitsplätze in den Bereichen Energieeffizienz/Gebäudemodernisierung, Energiedienstleistungen, erneuerbare Energien.

Reduktion der Kraftwerksleistung und der jährlichen Stromerzeugungskapazitäten pro Jahr

Zeitraum	Atomenergie	Braunkohle (bis 2025)	Steinkohle (bis 2030)	Summe Reduktion pro Jahr
<i>Sofortausstieg</i>	12,5 GW 90 TWh			
2015 – 2020		2,0 GW 15,5 TWh	1,0 GW 4,0 TWh	3,0 GW 19,5 TWh
2020 – 2025		2,0 GW 15,5 TWh	1,6 GW 7,0 TWh	3,6 GW 22,5 TWh
2025 – 2030			3,0 GW 12,0 TWh	3,0 GW 12,0 TWh
				insgesamt
Summe	12,5 GW 90 TWh	20 GW 155 TWh	28 GW 115 TWh	60,5 GW 360 TWh

Jährlich sollte also eine Kapazität von 3,0 bis 4,5 GW alter Atom- und Kohlekraftwerke abgeschaltet werden. Bei den Kohlekraftwerken sollten diejenigen mit dem höchsten Alter und den höchsten CO₂- und Schadstoffemissionen zuerst stillgelegt werden. Damit sinkt die Stromerzeugung aus Atomenergie und Kohle bis zum Jahr 2030 um jährlich 24 TWh⁵¹, was einer jährlichen Senkung von ca. 4% der jährlichen Bruttostromerzeugung entspricht. Es sei hier angemerkt, dass dieser Atom- und Kohleausstieg auch die Großhandelspreise anheben dürfte zugunsten einer besseren Marktteilnahme von Erdgas/EE-Gaskraftwerken – KWK- und Gas- und Dampfkraftwerken (GuD-Anlagen).

2.4 Kernpunkt – Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Auf der Basis von wissenschaftlichen Untersuchungen hat sich, politisch breit unterstützt, der Orientierungswert von durchschnittlich 2% der Landesfläche als Planungsraum für Windkraft an Land herauskristallisiert. Dadurch können einerseits die Auswirkungen auf Natur und Landschaft mini-

miert werden, andererseits ist das Potenzial (ca. 400 TWhel/Jahr Windstrom onshore) ausreichend, um zusammen mit Energieeffizienz und anderen erneuerbaren Energieträgern den Bedarf zu decken. Konkret handelt es sich um ca. 40.000 Windkraftanlagen onshore mit je durchschnittlich 4,0 Megawatt (MW) und 2.500 Jahres-Vollbenutzungsstunden⁵³, also nur ein Drittel mehr Windkraftanlagen als heute, dafür aber größer und höher mit mehr Leistung und Windausnutzung. Die Windenergieanlagen sollten prioritär verbrauchsnahe und in den jeweiligen Regionen in den windhöufigsten Gebieten genutzt werden. Gemäß regional unterschiedlicher Gegebenheiten sowohl was die Windhöufigkeit betrifft, als auch den notwendigen Naturschutz angeht, kann die Planungsfläche zur Nutzung der Windenergie zwischen 1% und 3% variieren. Hierzu sollte eine bundesweite Raumordnungsplanung erfolgen und mit Planungen der Bundesländer und regionalen Planungsbehörden verbunden werden.⁵⁴

Der Ausbau der **Offshore-Windenergie** sollte nur auf die Leistung der bisher genehmigten Anlagen

von 10 GW⁵⁵ beschränkt werden, wobei mit 4.000 Vollbenutzungsstunden zu rechnen ist (= 40 TWhel/Jahr Windstrom offshore). Diese Einschränkung dient dazu, die Eingriffe in die Naturräume des Meeres und des Wattenmeeres ebenso zu begrenzen wie den ansonsten erforderlichen Stromnetzausbau. Überdies würde ein übermäßiger Ausbau der Offshore-Windkraft den Ausbau der weiteren relativ teuren und zentralen Stromerzeugung in der Hand weniger Großinvestor*innen begünstigen, während der BUND auf dezentrale Energieanlagen und Akteure setzt.

Photovoltaik (PV) sollte prioritär auf Gebäuden, Dächern und Fassaden angebracht werden. Im BUND-Szenario wird von einer PV-Stromerzeugung von 190 GWp bzw. 190 TWh/Jahr (ca. 15 qm pro Person im Durchschnitt)⁵⁶ ausgegangen. Zusätzlich können Flächen für PV-Freilandanlagen genutzt werden, vor allem auf Deponien, an Rändern von Bahnen und Straßen- und Lärmschutzwänden, Überdachungen von Parkplätzen oder Radwegen. Soweit PV-Freilandanlagen auf Freiflächen installiert werden, sollen diese Flächen auch dem Naturschutz und der Landwirtschaft dienen können und einen Beitrag zur Biodiversität leisten⁵⁷. Die Errichtung von PV-Freilandanlagen kann temporär erfolgen, wenn die Nutzung der PV auf und an Gebäuden langsamer als gedacht erfolgt. Die Freiflächen-PV benötigt maximal 0,10 bis 0,15% der Landesfläche für eine Kapazität von 20 GWp bzw. einer Stromerzeugung von 20 TWh/Jahr. Örtliche und regionale Kurzstromspeicher zur Glättung der Stromeinspeisung aus PV-Anlagen sollten in der gleichen Netzebene wie die PV-Anlagen stehen. PV-Stromerzeugungsspitzen bis zu 210 GW können damit auf ca. 80 GW, also die Bedarfsspitze, geglättet werden, was den Netzausbau mindert⁵⁸.

Die **Biomasse** trägt bislang ca. 45 TWh zur Stromerzeugung bei. Trotz der auch auf lange Sicht aufgrund der prioritären Nahrungsmittelproduktion und des Schutzes der Biodiversität in Wald und Natur begrenzten Kapazitäten hat sie eine wichtige Funk-

tion als Residual- und Regelenergie im Energieverbund und sollte so weit wie möglich in KWK eingesetzt werden. Holz sollte vor allem aus Reststoffen der Holzverarbeitung bzw. aus Altholz oder der Landschaftspflege in KWK eingesetzt werden, mit Wärmenutzung in Wärmenetzen für Städte und Industrie. Auch Kurzumtriebspflanzen können eine Rolle spielen, wenn diese ökologisch sinnvoll eingesetzt werden⁵⁹. Im BUND-Szenario wird maximal 50% des jährlichen Holzzuwachses zur energetischen Nutzung angesetzt und dies nur im Rahmen der Verarbeitungs- und Nutzungskaskade. Biogasanlagen sollten vorrangig Reststoffe aus der Land- und Holzwirtschaft sowie der Biotop- und Landschaftspflege nutzen⁶⁰. Der Einsatz von Mais ist zugunsten von Pflanzen mit geringem Dünger- und ohne Pestizideinsatz zu reduzieren. Biogasanlagen sollten flexibler betrieben werden können⁶¹. Längerfristig ist ohnehin ein integrierter Verbund von Biomasse, Biogas und Power-to-Gas-Erzeugung auf Basis erneuerbarer Energien anzustreben⁶².

Die Stromerzeugung aus **Wasserkraft** bleibt auf dem bisherigen Niveau, wobei auf Grund der Priorität des Gewässerschutzes kein weiterer Ausbau und eine ökologische Verbesserung bestehender Anlagen erfolgen sollten.⁶³

Stromerzeugung aus **Geothermie** wird in diesem Zusammenhang nicht weiter einbezogen, da sich die bisherige Entwicklung als sehr begrenzt erwiesen hat und künftige real nutzbare Potentiale nur im Bereich von 0,1–1% des gesamten Endenergiebedarfs liegen⁶⁴.

Beim Ausbau erneuerbarer Energien ist auf den Herstellungsaufwand hinsichtlich Energie und die Auswirkungen der Bereitstellung und Nutzung von Rohstoffen zu achten. Da verschiedene erneuerbare Energieträger sich in ihrer Bereitstellung von Energie ergänzen, gilt es, *das Gesamtsystem zu optimieren*. Auch bei der Umsetzung von Einspar- und Effizienztechniken sind integrierte Lebenszyklusanalysen zu

erstellen, die sowohl den Herstellungsaufwand (z.B. bei Dämmstoffen) als auch das anschließende Recycling betrachten. Schadenswirkungen sollten bezüglich der gesamten Prozesskette minimiert werden.

BUND-Ziel-Szenario Stromerzeugungsquellen 2040

Stromerzeugung (Quellen) aus	TWh/Jahr	Spitzenleistung
		GW
<i>Windenergie an Land</i>	400 ⁶⁵	160
<i>Windenergie offshore</i>	40	10
<i>Photovoltaik Gebäude/Dächer</i>	190	190
<i>Photovoltaik Freilandanlagen</i>	20	20
<i>Biomasse</i>	45	40
<i>Wasserkraft</i>	20	4-5
Gesamtstromerzeugung EE	715⁶⁶	

Es ergibt sich eine jährliche Gesamtstromerzeugung von 715 TWh. Der entsprechende Ausbau von Windkraft- und Photovoltaikanlagen von jeweils ca. 6 bis 7 GW im Jahr ist mit den heute vorhandenen technischen Mitteln und den Kapazitäten bei Hersteller*innen und Handwerk machbar⁶⁷. Voraussetzung ist allerdings, dass jegliche Hemmnisse durch Ausbau-„Deckel“ und „Korridore“, die Belastung der Eigenstromerzeugung⁶⁸ sowie sonstige bürokratische und finanzielle Belastungen entfallen.

Aus der Gesamtstrommenge können 100 TWh aus Erzeugungsspitzen von Windkraft- und Photovoltaikanlagen in Power-to-Gas-Anlagen eingesetzt werden, wo sie in Wasserstoff/Methan umgewandelt werden. Diese können dann nach kurzfristiger oder saisonaler Speicherung in Gas- und Dampf (GuD)-Kraftwerken und KWK-Anlagen ca. 35 TWh Strom erzeugen und damit den jeweiligen Stromspitzenbedarf in den Regionen decken. Die Gesamtleistung dieser Anlagen kann im Bereich von 60 bis 70 GW liegen.

Eine der größten Herausforderungen einer künftigen, vorrangig auf Strom aufbauenden Energieversorgung ist die zeitliche Dynamik dieser fluktuierenden Strombereitstellung und ihr Ausgleich und ihre Speicherung. Verschiedene Simulationsberechnungen zeigen, dass diese Herausforderung nicht nur lösbar, sondern verbunden mit hoher Versorgungssicherheit auch umsetzbar ist⁶⁹.

2.5 Kernpunkt - Die Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung

Wesentliches Element des schnellen Ersatzes von Atom- und Kohlestrom hinsichtlich der Bereitstellung von gesicherter Leistung sollen die auf Erdgas/Bio-gas/Holz/Power-to-Gas basierende, flexibel zu handhabende KWK und der Einsatz von Stromspeichern sein. Diese Anlagen jeglicher Größenordnung sind nicht nur effizienter als die bisherige vorherrschende Kondensationsstromerzeugung (weitgehend ohne Wärmenutzung), sondern sind – im Gegensatz zu Atomenergie- und Kohlekraftwerken – flexibel steuerbar, wenn sie mit Wärme(puffer)speicher oder Wärmenetzen verbunden sind. Dann sind sie ideal geeignet, in Ergänzung der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien den Bedarf an Residualenergie zu decken.

KWK ist kein Brennstoff, sondern ein effizientes und rationelles Energietransformationsprinzip, bei dessen Stromerzeugung auch die Abwärme genutzt wird. KWK trägt besonders zur Senkung des Primärenergieverbrauchs und der Vermeidung von aktuell jährlich ca. 1.400 TWh ungenutzter Abwärme bei⁷⁰. KWK verbindet lokal die Stromwende mit der Wärmewende auf der Basis der Verbindung der Energiewende mit dezentralen Stadt- und Regionalentwicklungszielen. KWK trägt zur Versorgungssicherheit und der Minderung des Stromnetzausbaus bei. Da die KWK-Anlagen und -strukturen mittel- und langfristig mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden können, sind sie keine „Brückentechnologien“, die man wieder „abbrechen“ müsste, sondern Schlüsseltechnologien

der Energiewende, die Versorgungssicherheit mit Speichertechniken (Wärme / Gas) verbinden.

Zur Bereitstellung von gesicherter Spitzenstromleistung sollten daher KWK-Anlagen einen wesentlichen Beitrag leisten. Entscheidend ist dabei, dass sie ihre Betriebsweise umstellen und weniger wärme-, sondern eher stromgeführt fahren. Dann liefern sie nicht mehr – wie derzeit in der Regel – die heute unnötige Grundlast, sondern können flexibel auf die schwankende Nachfrage und das schwankende Angebot von Strom aus Wind und Sonne reagieren. Notwendig dafür ist u.a. der Bau von Wärmespeichern⁷¹. Die bisherige KWK-Stromerzeugung mit 20 GW an Leistung und 5.000 Volllaststunden sollte mittelfristig von einer größeren Leistung mit immer weniger Volllaststunden erbracht werden⁷². Der KWK-Stromanteil kann dann – im Zuge von Energieeinsparung im Wärmebereich – längerfristig auf ca. 80 TWh mit 40 GW und 2000 Volllaststunden (aus 45 TWh Biomasse und 35 TWh Gas aus Wind- und Solarstrom) sinken.

Der Betrieb von KWK-Anlagen – überwiegend mit Erdgas betrieben und mit Wärmespeichern verbunden – wird zunehmend auf den Ausgleich und die Ergänzung schwankender Stromerzeugung aus Wind und Sonne ausgerichtet. Zugleich erfolgt auf der Grundlage des Ausbaus von KWK-Strukturen der Übergang von Erdgas zu Gasen aus erneuerbaren Energien.

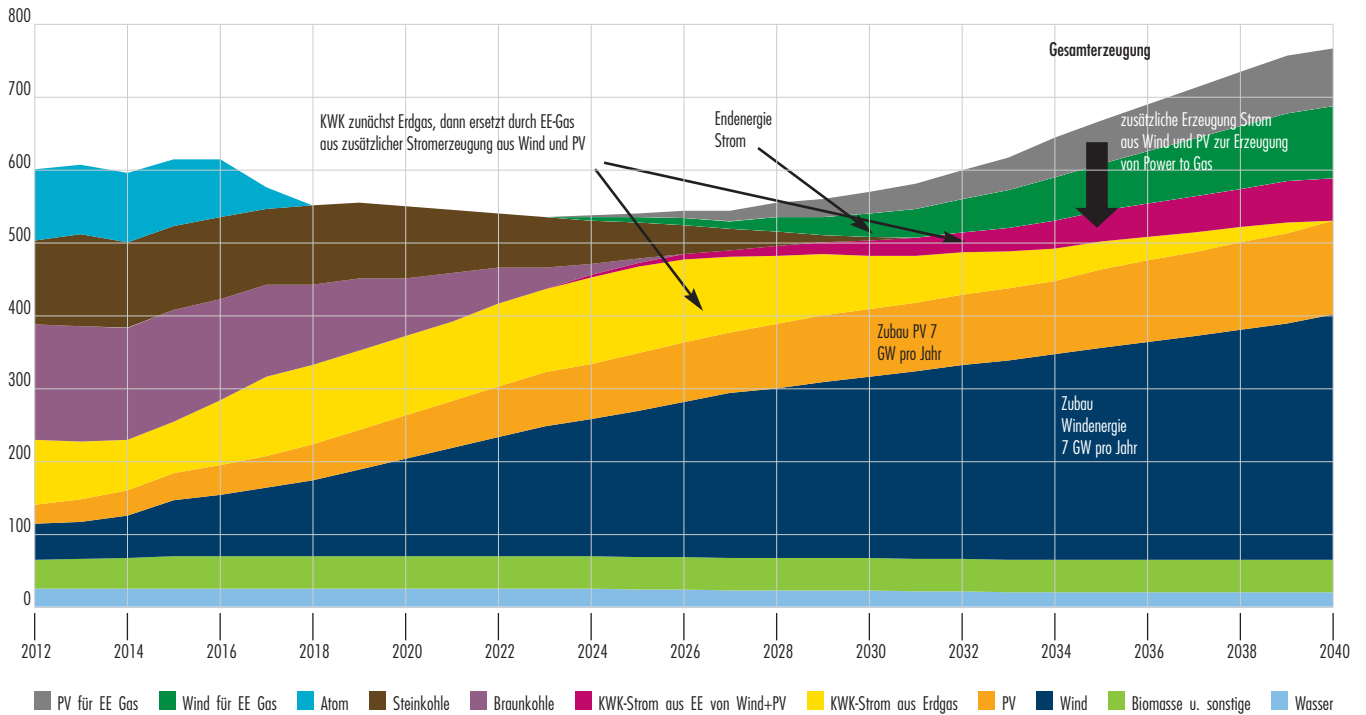
Zusammen mit 100 TWh Wärmeauskopplung kann KWK (neben ca. 100 TWh Wärme aus Wärmepumpen und 120 TWh Wärme aus Solarthermie) ein Drittel eines deutlich reduzierten Niedertemperatur-Wärmebedarfs (von 800 TWh auf 320 TWh) decken.⁷³

Auch die Abwärme von GuD-Anlagen sollte soweit möglich in Wärmenetzen der Kommunen und Industrie genutzt werden. Biogasanlagen sollten ihre Stromerzeugungsleistung erhöhen und flexibel eingesetzt werden, falls nicht ohnehin bei größeren Anla-

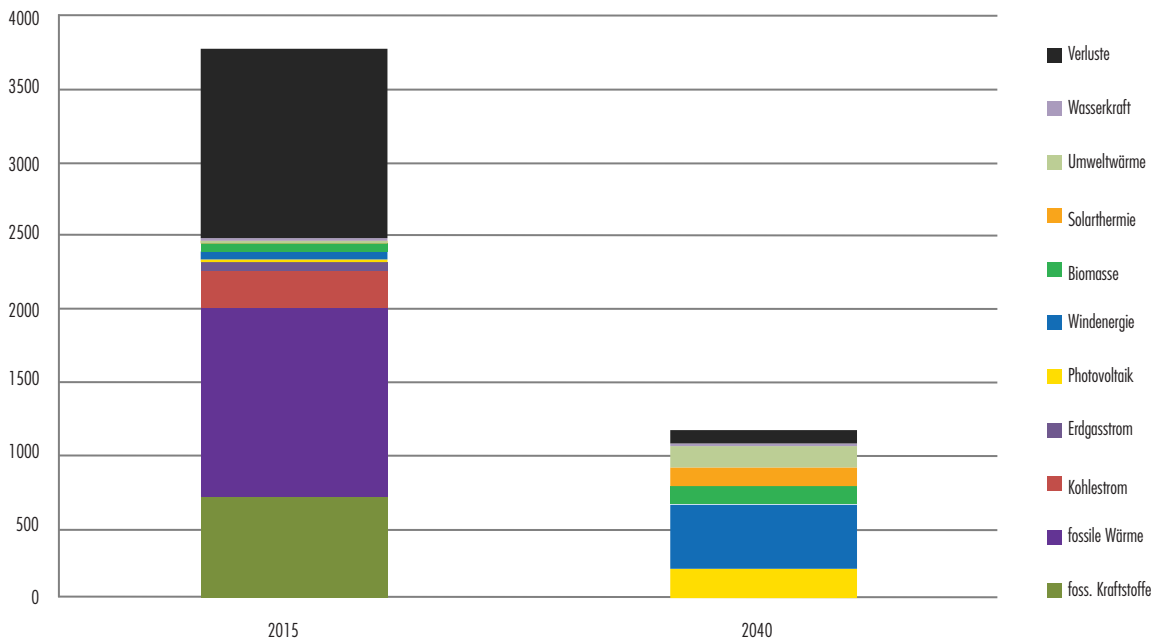
gen Biogas zu Methangas gereinigt ins Gasnetz eingespeist wird. Aus dem bei dieser Gastrennung anfallenden CO₂-Gas kann wiederum, wenn es mit einer Elektrolyseanlage zusammengeführt wird, Methan erzeugt und ins Gasnetz eingespeist werden. Spätestens ab dem Jahr 2025 sollte der Ausbau der Gasherstellung aus erneuerbaren Energien (EE-Gas) mittels Power-to-Gas oder Power-to-Liquid intensiviert werden. Der hierzu erforderliche zusätzliche Ausbau von Windkraft- und Photovoltaikanlagen ist in den oben genannten Ausbautzahlen berücksichtigt. Das hieraus erzeugte EE-Gas transportiert einen großen Anteil von Wind- und Sonnenenergie ohne Stromnetzausbau und kann in den großen vorhandenen Gaskavernen über lange Zeiten gespeichert werden. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Versorgungssicherheit geleistet.

Mit diesen Entwicklungen ließen sich die CO₂-Emissionen im Strombereich von heute jährlich 300 Mio. t CO₂ auf nahezu Null im Jahr 2040 senken. Der Zielpfad der Bundesregierung für die CO₂-Reduktion für die Jahre 2020 und 2030 würde damit deutlich unterschritten werden. Zusätzlich würde der Primärenergieverbrauch ebenfalls deutlich gesenkt, da die Kondensations- und Abwärmeverluste der konventionellen Kraftwerke wegfielen⁷⁴.

Entwicklung und Anteile der einzelnen Energieträger zur Stromerzeugung nach dem BUND-Szenario (in TWh)



Primärenergieverbrauch und -quellen 2040 in TWh



3. Strategien für die langfristige Umwandlung des Energiesystems

Es würde den Rahmen des vorliegenden Energiekonzepts sprengen, alle Charakteristika des künftigen Energiesystems im Einzelnen zu entwickeln und darzustellen. Vielmehr werden im Folgenden beispielhaft einige Strategien aufgezeigt, um den erforderlichen strukturellen Wandel hin zu einer wirklichen Energiewende bewirken. Dazu zählen sowohl technische Lösungen als auch politische und gesellschaftliche Maßnahmen, die den Herausforderungen, die in Kap. 1 skizziert wurden, begegnen zu können.

3.1 Neue Komplementärtechnologien und Flexibilitätsoptionen zu den (fluktuierenden) erneuerbaren Energien

Das zukünftige Stromsystem basiert auf den fluktuierenden erneuerbaren Energien (FEE) Wind- und Sonnenenergie als Haupterzeuger. Solange jedoch keine Vollversorgung durch erneuerbare Energien erreicht ist, müssen die Komplementärtechnologien sowohl die ergänzende Versorgung (Residualenergie) – wenn das unmittelbare Stromdargebot aus erneuerbaren Energien gemessen an der Nachfrage nicht ausreicht –, als auch die Systemdienstleistungen bereitstellen, insofern und solange die erneuerbaren Energien dazu (noch) nicht vollständig in der Lage sind. Außerdem fällt bei relativ geringer Stromnachfrage Strom aus FEE an, der nicht sofort verbraucht und daher gespeichert und mit möglichst geringen Verlusten bei Bedarf wieder „aktiviert“ werden sollte. Die Komplementärtechnologien müssen neben der Effizienz der Technik und eines möglichst geringen Kohlenstoffgehalts der eingesetzten Brennstoffe ein hohes Maß an Flexibilität aufweisen, um den Anforderungen zu jeder Zeit gerecht werden zu können (Flexibilitätsoptionen).

Dabei fallen den KWK-Anlagen wie gezeigt eine herausragende Rolle zu. Sie stehen in jeder Leistungsgröße zur Verfügung, sind schnell einschaltbar und können – versehen mit Wärmespeichern und ggf. angeschlossen an Wärmenetze – flexibel auf den Ver-

lauf der Stromnachfrage reagieren. In KWK-Anlagen sind fast alle Energieträger einsetzbar, bevorzugt sollten gasförmige Energieträger eingesetzt werden. In den nächsten Jahren wird es sich dabei zum überwiegenden Teil noch um fossiles Erdgas handeln. Auch Biogasanlagen sollten eine gewisse Rolle für die Regelenergie spielen. Die installierte Leistung des Gas-KWK-Anlagenparks ist daher weiter zu erhöhen bis auf die für Deutschland notwendige Gesamtleistung (siehe Kap. 2)

Ab 2030 sollten diese KWK-Anlagen – ohne dass technische Änderungen erforderlich sind – auf Methan aus Power-to-Gas-Anlagen umgestellt werden. In Power-to-Gas-Anlagen wird Strom eingesetzt – künftig aus erneuerbaren Energien –, um mittels Elektrolyse Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten. Der Wasserstoff (H_2) kann als solcher gespeichert und mit ihm bei Bedarf in Brennstoffzellen wieder Strom erzeugt werden. Dieses System verspricht einen Strom-zu-Strom-Wirkungsgrad von ca. 50%. 3 bis 5% Wasserstoff können dem vorhandenen Gasnetz problemlos beigemischt werden⁷⁵. Bei den Mengen, die zu speichern sind, gibt es für den Wasserstoff jedoch schnell Begrenzungen bei den Lagerkapazitäten. Bei großen erzeugten H_2 -Mengen wird man deshalb den Wasserstoff in einem weiteren Umwandschritt mit CO_2 z. B. aus Biogas (in Bioreaktoren oder in Gasphasenprozessen, wie im Sabatier-Prozess) zu Methan (CH_4) umwandeln. Dieses „PtG-Methan“ kann einfach anstelle des fossilen Erdgases ins deutsche Gasnetz eingespeist und in den in Deutschland vorhandenen unterirdischen Gasspeichern gespeichert werden. Bei Bedarf an regelbarem EE-Strom wird dieses EE-Gas dann in den (bestehenden) Gas(heiz-)kraftwerken wieder verbrannt und dabei Strom erzeugt. Der elektrische Wirkungsgrad hierbei beträgt zwischen gut 20% (kleine BHKW) und knapp 40% (GuD). Die restliche Energie fällt als Wärme an und kann mittels KWK bei der Rückverstromung im BHKW oder Gaskraftwerk als Nutzwärme verwendet

werden.⁷⁶ Power-to-Gas erlaubt somit die Nutzung des vorhandenen Gasnetzes und der Gasspeicher als weitere Flexibilitätsoption.

Power-to-Gas-Anlagen könnten als saisonale Speicher fungieren. Für die Überbrückung kurzer Zeiten könnten (Halb-) Stundenspeicher bei Windkraft und (Halb-) Tagesspeicher bei der Photovoltaik in Frage kommen. Damit können Wind- und Sonnenstrom besser integriert und Strom aus Windspitzen nutzbar gemacht werden. Sukzessive sollten die Halbstundenspeicher auf Mehrstunden-Speicher ausgebaut werden. Speicher könnten als chemische Speicher am Windpark direkt, innerhalb des lokalen Netzgebietes stehen oder können auch vorhandene **Pumpspeicherkraftwerke** sein, die Strom mehrerer Windparks der Umgebung zwischenspeichern.

Der Strom der Photovoltaik-Mittagsspitze kann in lokalen oder auch in Quartiers-**Batteriespeichern** zwischengespeichert werden, zur späteren Eigenverwendung oder zur optimierten Abgabe ins allgemeine Stromnetz.

Als Speichertechnologien⁷⁷ kommen in Frage:

- kleine, schnelle Speicher mit hoher Ein- und Auspeiseleistung. Dafür eignen sich Schwungräder und Supercaps für kurze Zeiten (Minuten) und chemische Speicher (Batterien, Redox-Flow⁷⁸). Diesen Stromspeichern ist gemeinsam, dass sie einen hohen Wirkungsgrad zwischen 80 bis 90 % aufweisen. Zur Entlastung der Netze sollten sie möglichst nahe an der Erzeugung oder konkreten Netzengpässen positioniert werden (Quartierspeicher). Wesentlich wird es sein, den Ressourcenverbrauch von seltenen Metallen bzw. mit umweltgefährdender Gewinnung zu minimieren bzw. zu vermeiden.
- Power-to-Gas-Technologie mit einer Kapazität von 200 TWh in vorhandenen (Erd-) Gasspeichern⁷⁹.

- vorhandene Pumpspeicherkraftwerke, die aber nur eine Speicherung über Stunden und wenige Tage abdecken können. Die Errichtung von neuen Pumpspeichern verbietet sich – in vielen Fällen – aus Gründen des Naturschutzes. Vorhandene Speicherkraftwerke können so betrieben werden, dass sie in Zeiten niedrigen Angebots von Wind- und Sonnenstrom die Lücke schließen, in Zeiten von hohem Angebot dagegen ihre Speicher füllen.

- Eine weitere kostengünstige Ausgleichsmöglichkeit bietet sich durch die Sektorkopplung. Bei der Wärmeversorgung können KWK-Anlagen zu Zeiten, wenn Wind und Photovoltaik nicht in der Lage sind, die Stromnachfrage vollständig decken. Die zu diesem Zeitpunkt eventuell nicht benötigte Wärme kann in einem Wärmespeicher „zwischengelagert“ werden. Auch Wärmenetze können diese Funktion erfüllen. Im Gesamtsystem wird die gleiche Wirkung wie mit Stromspeichern erzielt.

Umgekehrt kann Strom aus Wind und Photovoltaik, der nicht aktuell in bisherigen stromspezifischen Anwendungen verwendet werden kann, gezielt und in begrenztem Umfang⁸⁰ zur Wärmeerzeugung mittels Elektro-Wärmepumpen verwendet werden. Diese Möglichkeit lässt sich besonders effektiv im Rahmen von Fernwärmenetzen realisieren, eignet sich aber auch für große Einzelverbraucher mit entsprechender technischer Ausstattung. KWK-Anlagen verbunden mit Wärmepumpen können somit die gleiche Funktionalität wie Stromspeicher bieten, und dies kostengünstiger und mit der Überbrückung von mehreren Tagen.

3.2. Bessere räumliche Verteilung von Windenergie und Photovoltaik

Eine bessere regionale und verbrauchsnahe Verteilung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bringt viele Vorteile. Es stärkt grundsätzlich die Partizipationsmöglichkeit aller Bundesbürger*innen, es stärkt Kommunen und Wertschöpfung vor Ort und trägt –

wenn es auf verstärktes Bürger- und Kommunalengagement setzt – auch zur Demokratisierung und letztlich Akzeptanz der Energieerzeugung bei. Es kann die Energieerzeugung insgesamt sicherer und effizienter machen. Aus Sicht des Naturschutzes ist aber vor allem der Effekt relevant, dass es den Ausbau des Übertragungsnetzes verringern kann. Bisher gilt jedoch das Credo, dass die Anlagen vor allem dort gebaut werden sollten, wo die Erzeugung „am billigsten“ wäre. Eine viele Jahre sehr zurückhaltende und teils heute noch fortgesetzte Erneuerbaren-Politik der südlichen Bundesländer hat stark zu einer sehr ungleichen Verteilung gerade beim Windenergieausbau beigetragen.

Wäre ein zeitlich-räumlicher Ausgleich der (fluktuierenden) Stromerzeugung in einfacher Weise durch einen immensen Stromnetzausbau („Deutschland als Kupferplatte“) möglich, wäre dies kein Problem. Der Stromnetzausbau ist jedoch mit erheblichen Eingriffen in Natur- und Landschaft sowie mit Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern verbunden, so dass diese Restriktionen berücksichtigt werden müssen und die Minimierung des Stromnetzausbaus als eigenständiges Umweltziel aufgefasst werden muss. Die möglichen Auswirkungen auf Umwelt, Natur, Klima und Gesundheit müssen deshalb von Beginn an, schon beim Einstieg in den Szenariorahmen, einbezogen werden. Zumindest ist eine Abwägung zwischen räumlicher Verteilung von Kapazitäten, Bedarfsdeckung und Stromnetzangebot erforderlich.

Dieses Ziel ist erreichbar durch die gezielte Stärkung des Ausbaus vor allem von Wind- und Photovoltaik in solchen Bundesländern und Regionen, die heute erst wenig ausgebaut haben, in Verbindung mit der Betrachtung des regionalen Bedarfs. Damit können Umweltwirkungen minimiert werden. Ein solcher Ansatz einer räumlichen Verteilung wurde erstmalig im Juli 2015 durch die VDE-Studie zum „Zellularen Ansatz“⁸¹ vorgestellt. Kernpunkt der Überlegung ist, die Erzeugungskapazitäten weitgehend an dem

Strom(spitzen)bedarf der jeweiligen Region, gleichzusetzen mit dem Bundesland, zu orientieren, so dass durch die Begrenzung von Überkapazitäten der Stromnetzbedarf reduziert wird. Innerhalb der Regionen erfolgt ein Ausgleich zwischen fluktuierendem Wind-, Photovoltaikstrom und flexibel steuerbaren Anlagen (Biomasse, Erdgas, EE-Gas).

Eigene Analysen zeigen, dass die mögliche räumliche Verteilung der erneuerbaren Energieanlagen auf die Bundesländer die Vorgabe, im Durchschnitt ca. 2 Prozent der Landesfläche für Windenergieanlagen in der Landesplanung vorzusehen, grundsätzlich umsetzbar sein könnte. Hierbei kann eine Variation zwischen 1 bis 3 Prozent sinnvoll sein, um in einigen Bereichen höhere Windhöflichkeit zu nutzen, in anderen Bereichen wertvolle Bereiche von Wald und Natur vom Einsatz von Windenergie freizuhalten. Der „zellulare Ansatz“⁸² des VDE sollte hierzu weiterentwickelt werden, um die Ziele einer verbrauchsnahe Stromerzeugung aus erneuerbaren Energie mit Zielen des Naturschutzes und der Minderung des Stromnetzausbaus in Einklang zu bringen.

Die derzeitige Planung der Übertragungsnetze sollte mit Konzepten eines dezentralen Stromsystems sowie der Optimierung von Verteilnetzen und mit dem Energietransport in Gasnetzen abgeglichen werden.⁸³

Ob der daraus folgende, weitaus geringere künftig erforderliche und sinnvolle überregionale Stromtransport mittels (bestehender oder neuer) Stromfreileitungen, erdverlegten Stromleitungen oder in Form von Gas erfolgt, bleibt Aufgabe einer weiteren Optimierung. Der neue Vorrang für „Erdkabel“ im EnWG umfasst auch gasisolierte Leiter (GIL) oder neue Verlegetechniken, die eine deutlich geringere Breite der Erdbewegungen als Hochspannungskabel aufweisen⁸⁴. In die Planungen einbezogen werden müssten außerdem die Kapazitäten des Gasnetzes und der Gasspeicher, die für EE-Gas genutzt werden können

und weitere, heute noch geplante zusätzliche Stromleitungen überflüssig machen. Ohnehin ist das Stromübertragungsnetz im Durchschnitt nur maximal zu 20% ausgelastet⁸⁵. Zahlreiche Höchstspannungsleitungen werden derzeit benötigt oder geplant, weil ein bestimmter Übertragungsbedarf auf der „darunter liegenden“ 110 kV Ebene nicht ausreichend und sicher gewährleistet werden kann. Eine partielle und räumlich gezielte Entlastung von Spitzen im Übertragungsbedarf kann aber sowohl durch Abregelung, Lastmanagement bei Stromverbrauchern, Stromspeicher als auch durch regionale Power-to-Gas-Wandlung erfolgen, so dass das bestehende Stromnetz sich als weitgehend ausreichend erweisen kann⁸⁶.

Wesentlich ist für den BUND, dass bei künftigen Energienetzplanungen Strom- und Gasnetzplanungen integriert erfolgen und hierbei sowohl die Power-to-Gas-Technik als auch dezentrale Konzepte in einem öffentlich transparenten Verfahren einbezogen werden.

3.3 Neues Strommarktdesign

Hinsichtlich der Stromversorgung muss der Strommarkt optimiert werden, da er derzeitig den Anforderungen einer zukunftsfähigen Energieversorgung nicht gerecht wird. Das hat insbesondere folgende Gründe:

- Die notwendigen zusätzlichen Flexibilitätsoptionen wie z. B. flexible und hocheffiziente KWK können sich bei den aktuellen Preisen nicht refinanzieren und nicht betriebswirtschaftlich gefahren werden.
- Die bestehenden Förderinstrumente wie z. B. das KWKG oder die Speicherförderung reichen nicht aus, um in ausreichender Geschwindigkeit die notwendigen flexiblen und klimafreundlichen Kapazitäten auszubauen.
- Das EEG deckelt den Ausbau der erneuerbaren Energien statt ihn zu beschleunigen und Bürgerenergie zu ermöglichen.

- Das bestehende Strommarktdesign ermöglicht keine dezentralen Strukturen für den Ausgleich der fluktuierenden erneuerbaren Energien.

Strom aus den verbleibenden Atom- und Kohlekraftwerken blockiert die Stromnetze⁸⁷. Bei einem derzeitigen Stromexport (2015) von 50 TWh wäre ein sofortiger Atomausstieg umsetzbar⁸⁸. Mit den EEG-Reformen 2014 und 2016 und der „Strommarktreform 2.0“ im EnWG, die den Ausbau des EE-Stroms deckeln, sowie dem Verzögern des Kohleausstiegs, verschärfen sich die Widersprüche im Strommarktsystem. Das bestehende Strommarktsystem kann daher die Ziele der Energiewende – Atomausstieg, Klimaschutz und Dezentralität – nicht sicherstellen.

Viele bestehende und auch neue Kohlekraftwerke schreiben rote Zahlen, aber auch hocheffiziente neue GuD-Gaskraftwerke (z.B. Irsching). Der Ausbau der kleinen und mittleren KWK kommt kaum voran. Die Debatte über den Ausgleich des fluktuierenden Stroms aus erneuerbaren Energien wird dennoch sehr stark auf Großkraftwerke fixiert geführt. Andere Flexibilisierungsmöglichkeiten wie kleine und mittlere KWK-Anlagen kommen in dieser Debatte praktisch nicht vor. Zudem konzentriert und verengt sich der Blickwinkel der Debatte über das Strommarktdesign auf die großen Stromnetze und die Bundesebene, während die Thematik eines regionalen Ausgleichs von fluktuierendem Strom aus erneuerbaren Energien mit steuerbaren Erzeugern kaum beachtet wird.

Heute geht es vor allem um mehr Energieeffizienz, die Einführung der erneuerbaren Energien und den Ausbau effizienter und klimafreundlicher Flexibilitätsoptionen. Das Zusammenspiel von erneuerbaren Energien mit dem Energiebedarf muss so organisiert werden, dass eine hohe Versorgungssicherheit zu möglichst geringen Kosten erzielt werden kann. Das bisherige Stromsystem, das weitgehend nur auf großen zentralen Erzeugungseinheiten basierte, wo der Strom

nur in eine Richtung floss (und die Spannung in Richtung Steckdose der Verbraucher*innen immer nur abfällt), war relativ einfach zu organisieren. Bei einer Vielzahl von in Regionen und Städten verteilten dezentralen Erzeugungseinheiten, die nach zeitlich schwankenden Bedingungen und nur zum Teil gezielt steuerbar betrieben werden können, ist nicht nur deren Abstimmung untereinander zu organisieren, sondern dies ist auch mit einem sich verändernden Bedarf bei gleichzeitig stabilem und sicherem Netzbetrieb abzugleichen.

Die Aufgabe besteht also darin, zeitlich fluktuierende Stromerzeugung, die vom Verbraucher aus gesehen, sowohl lokal, regional oder überregional erfolgt, mit der Steuerung und dem Ausgleich regionaler steuerbarer Erzeugung und dies mit der Regelung des schwankenden Verbrauchs abzustimmen. Dazu bedarf es eines Energiekonzepts und einer räumlichen Betrachtung⁸⁹.

Der Strommarkt muss an den erneuerbaren Energien ausgerichtet werden und Flexibilitätsoptionen zum Ausgleich der fluktuierenden erneuerbaren Strommengen integrieren.⁹⁰

Zur Weiterentwicklung des Strommarktdesign unterbreitet der BUND einen Vorschlag, der folgende Kernpunkte umfasst:

- Erhalt und Weiterführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) mit gesicherten und dauerhaften Vergütungssätzen für den Ausbau der Stromerzeugung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien (Wind, Sonne). Dies bedeutet eine Abkehr vom kürzlich beschlossenen Ausschreibungssystem, das den Ausbau völlig unsicher gestaltet und einer Zentralisierung und der Beschränkung auf wenige große Akteure Vorschub leistet.
- Erhalt und Weiterentwicklung von EEG-Regelungen für flexible Stromerzeugung aus speicher- bzw.

regelbaren erneuerbaren Energien wie Biomasse, dabei Vorrang für hocheffiziente Strom- und Wärmeerzeugung in KWK.

- Zusammenführung von Regelungen aus EEG (Biomasse) und KWKG. Die fossile KWK mit Wärmespeicher und ggf. Wärmenetz sollte eine kombinierte Vergütung von Vorhaltung (Kapazität) und Stromerzeugung erhalten, wenn diese als Ausgleich für die geringe Darbietung von Wind- und Solarstrom erfolgt.
- Stärkung eines Strommanagements auf niedriger Ebene (Bilanzkreise) durch gezielte Anreize für den möglichst direkten Ausgleich auf lokaler bzw. regionaler Ebene. Diese Organisation soll fluktuierende Stromerzeuger (Wind, Sonne) mit steuerbaren regionalen Stromerzeugern (KWK-Strom aus Erdgas/Biogas/Biomasse/erneuerbarem Methan) und regionalen Speichern (Batterien, bestehende Pumpspeicherwerke), zusätzlich mittels der Steuerung des Bedarfs (Demand-Side-Management, positive und negative Leistung von Stromverbrauchern), integrieren. Die Marktregeln müssen so gestaltet werden, dass sie den physikalischen Anforderungen des Stromsystems dienen.
- Umsetzung der Verordnungsermächtigung im EEG, um erneuerbare Stromangebote auf regionaler Ebene zu schaffen („Grünstrom-Markt-Modell“)
- Schaffung von vereinfachten Mieterstrommodellen, bei denen Mieterinnen und Mieter, beispielsweise vermittelt durch Genossenschaften, Wohnungsunternehmen, Stadtwerke usw., Strom aus Anlagen (erneuerbare Energien und/oder KWK) im eigenen Gebäude oder in der Siedlung beziehen können. Die EEG-Umlage sowohl auf eigenverbrauchten Strom (bisher anteilig) als auch auf Mieterstrom aus diesen Anlagen sollte gestrichen werden.⁹¹

3.4 Maßnahmen der Wärmewende

Während beim Strom heute immerhin über 30% aus erneuerbaren Energien stammen und die Bundesregierung den weiteren Anstieg nun bremsen will, stagniert der Anteil erneuerbarer Energien im Wärmebereich bei nur ca. 13%. Während für Strom aus erneuerbaren Energien Einspeisetarife einst gesetzlich gesichert wurden, wurden ähnliche Instrumente für erneuerbare Wärme, wie Vergütungen, nicht eingeführt. Die Gebäudestrategie der Bundesregierung zeigt zwar auf, dass die Senkung des Heizwärmebedarfs mit der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Wärme kombiniert werden muss. Ein konkreter Umsetzungspfad ist jedoch offen, es fehlen effektive Instrumente, Hemmnisse werden nicht abgebaut.

Der BUND spricht sich aus für Energieeffizienz, für KWK, für Solarthermie und auch für Wärmepumpen, wenn diese eine hohe Effizienz aufweisen⁹². Welche Maßnahmen in welchem Fall eingesetzt werden sollten, kann nur eine organisierte Planung mit individuellen Sanierungsfahrplänen für Gebäude und einer verpflichtenden Wärmenutzungsplanung für die Quartiere einer Kommune aufzeigen.

Der BUND fordert, für alle Gebäude innerhalb von 10 Jahren verpflichtend einen *Sanierungsfahrplan* aufzustellen⁹³. Dieser führt auf, welche Maßnahmen innerhalb des Modernisierungszyklus baulich und technisch zu welchen Zeitpunkten anstehen und sich daher die Mehrkosten für höhere Standards wirtschaftlich darstellen werden. Dies ist vergleichbar mit einer „Vorsorgeuntersuchung“ für die Gebäude. Alle Hauseigentümer können dann Bau- und Finanzierungspläne für die nächsten Jahre und Jahrzehnte erstellen. Zugleich kann dies im Rahmen von Wärmekatastern der Kommunen mit der lokalen Energie- und Wärmenetzplanung abgestimmt werden. Anstelle einer Konkurrenz von Solarthermie, Erdwärme, Holzheizung und Kraft-Wärme-Kopplung könnte eine rational und transparent geplante Wärmesanie-

mit Hauseigentümern, Kommunen und Wärmelieferanten systematisch umgesetzt werden.

Der BUND schlägt weiterhin die Einführung einer Pflicht zur „Rücklage zur Gebäudewerterhaltung“ vor, einer Rücklage, wie es sie bei Eigentümergemeinschaften schon gibt⁹⁴. Dies stellt sicher, dass bei anstehender Sanierung bzw. bei möglichen Anschlüssen an Wärmenetze, die Hauseigentümer die Maßnahmen finanziell leisten können. Die staatliche Förderung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sollte gezielt diejenigen fördern, die bei der Sanierung höhere Standards bzw. diese frühzeitiger als andere umsetzen.

Bei der *Zusammenführung von Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)* sollten weiterhin hohe Anforderungen an den Heizwärmebedarf angelegt werden, wenn erneuerbare Energien verwendet werden. Eine Harmonisierung sollte ohne Kompensierung erfolgen. Daher sollten sich Anforderungen⁹⁵ abgestuft a) auf den Heizwärmebedarf, der durch Wärmedämmung und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung gesenkt werden kann, b) auf die Effizienz von Systemen der Wärmelieferung beziehen. Schließlich haben Gebäude und Energietechnik verschiedene Modernisierungszyklen. Und im dritten Schritt sollte die Vorbereitung für eine 100%ige Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien stehen, die auch schrittweise umgesetzt werden kann.

Die heutige Entscheidung z.B. zwischen Gaskessel, Wärmepumpe, Holzheizung oder BHKW, sollte nicht einfach nur individuell getroffen werden. Es ist Aufgabe der Kommunen, gemäß ihrem Auftrag zur „Daseinsfürsorge“ für gemeinschaftliche Strukturen zu sorgen, die nachhaltige Kostenvorteile gegenüber Einzellösungen bieten. Die *Kommunen sollten über das Baugesetzbuch verpflichtet werden, Wärmenutzungskonzepte für ihre Quartiere zu erstellen*, die in die

Bauleitplanung integriert werden⁹⁶. Sie identifizieren die nutzbaren Ressourcen und legen fest, in welchen Gebieten Wärmenetze⁹⁷ ausgebaut oder errichtet werden sollten bzw. wo Gasnetze Vorrang haben oder wo Wärme nicht leitungsgebunden genutzt werden kann.

Der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen bietet die Grundlage für Versorgungen, die heute noch auf Basis von Erdgas betrieben werden, die sodann mit KWK verbunden werden und in wenigen Jahrzehnten auf Gas aus erneuerbaren Energien umgestellt werden können. Wärmenetze bewirken eine Bündelung des Wärmebedarfs und ermöglichen damit Leistungsklassen, die zu einer besonders energie- und kostengünstigen Wärmeversorgung führen und außerdem ein optimales Zusammenspiel mehrerer, auf erneuerbarer Energie basierender Erzeuger ermöglichen⁹⁸. Außerhalb von Gas- und Wärmeleitungsbezirken⁹⁹ können Gebäude mit Wärme aus einer „vollsolaren Heizung“ (Sonnen-Luftkollektoren mit Wärmepumpe) versorgt werden. Wesentlich ist, dass der in KWK erzeugte Strom auch als Nutzer- bzw. Mieterstrom ohne großen Aufwand direkt genutzt werden kann.

Zudem gilt es das „Nutzer-Investor-Dilemma“ zu lösen. Der BUND, der Deutsche Naturschutzring (DNR) und der Deutsche Mieterbund haben schon vor Jahren das „Drittmodell“ für eine gerechte Verteilung der Modernisierungskosten vorgeschlagen. Die Mieterhöhung wäre für die Mieter*innen warmmietneutral, d.h. Mietererhöhungen würden durch Heizkosteneinsparungen kompensiert. Vermieter*innen tragen ohnehin anstehende Investitionskosten künftig aus ihrer Gebäudewerterhaltungs-Rücklage. Das letzte Drittel würde durch staatliche Förderung finanziert, die weitgehend durch zusätzliche Steuereinnahmen refinanziert werden können¹⁰⁰. Zugunsten des Mieterschutzes sollten Energieausweis und Heizkostenabrechnung in einem transparenten Instrument kombiniert werden, prognostizierte Heizkosteneinsparungen müssen nachgewiesen werden.

Insgesamt ist ein abgestimmtes Vorgehen der Ministerien für Bau, Klimaschutz, Energie sowie für Recht und Verbraucherschutz erforderlich, ausgerichtet an den Zielen von Gebäudewerterhalt, Arbeitsplätzen, Wohnkomfort, Energieeinsparung, Kostensenkung und Klimaschutz.

Die Bilanz der Erzeugung und Nutzung von Wärme sieht im BUND-Szenario folgendermaßen aus. Auf der einen Seite steht eine deutliche Senkung des Gesamtwärmebedarfs von 1300 TWh (800 TWh Niedertemperaturwärme, 500 TWh Hochtemperaturwärme) um ca. 65% auf 470 TWh, auf der anderen Seite konzentriert sich die Wärmebereitstellung auf die wesentlichen Techniken, KWK-Abwärme, Wärmepumpen, Solarthermie sowie Stromwärme für Prozesswärme.

Zukünftige Quellen der Wärmebereitstellung

Wärmebereitstellung	TWh/Jahr
Abwärme aus KWK Biomasse	50
Abwärme aus KWK Rückverstromung von Power-to-Gas	50
Niedertemperatur Wärmepumpen	120
Solarthermie	120
Hochtemperatur Prozesswärme aus Strom	170
Gesamtbereitstellung	510
-Verluste	- 40
Wärmebedarf	470

Auch im Wärmebereich zeigt sich, dass in den nächsten Jahren nur die Maßnahmen durchgeführt und staatlich gefördert werden sollten, die dem schon zum Jahr 2040 zu erreichenden Zielsystem entsprechen, um Pfadabhängigkeiten zu vermeiden. Eine Erneuerung von Heizkesseln sollte daher nur in Ver-

bindung mit einem Einbau einer KWK-Anlage bzw. Wärmenetzanschluss oder einer weitgehenden solarthermischen Versorgung erfolgen.

Ferner muss der Ausstieg aus der Nutzung von Mineralöl und Erdgas im Wärmebereich frühzeitig eingeleitet werden. Daher fordert der BUND, dass in Neubauten ab 2025 keine Ölheizungen und ab 2030 keine Erdgasheizungen mehr zugelassen werden. Im Gebäudebestand werden bei Heizungsaustausch ab 2030 keine Ölheizungen zugelassen. Der Anteil der Solarthermie soll ab 2030 in Neubauten und im Gebäudebereich bei Heizungsaustausch bei mindestens 50% Solarthermie liegen.¹⁰¹

3.5 Neue Institutionen und Instrumente für die Energiewende

Die Energiewende in Deutschland ist eine lange andauernde Aufgabe (und wird 2040 keineswegs abgeschlossen sein). Die langfristigen Zielsetzungen der Energiewende insgesamt, die erheblichen Anstrengungen, die zur Ausschöpfung der Potenziale notwendig sind, machen deutlich, dass es nicht nur gilt, einen langen Weg zu beschreiten, sondern dass dabei kontinuierlich und konsequent Schritt für Schritt unternommen und zudem heute damit begonnen werden muss. Ein verzögerter oder halbherziger Beginn und/oder längere „Pausen“ lassen die zu unternehmenden Maßnahmen für jeden einzelnen und für die Volkswirtschaft insgesamt zu einem enorm hohen Berg anwachsen, der dann nur mit gesellschaftlichen Verwerfungen und kaum zu bewältigenden Folgekosten abgetragen werden kann.

Theoretisch sehen viele Bürger*innen ein, dass erhebliche Maßnahmen notwendig werden, um die Klimakrise aufzuhalten. Praktisch werden sie aber noch nicht realisiert, und der Zeitpunkt 2050 für die zeitlich von der Bundesregierung gesetzten Ziele erscheint noch fern. Deshalb werden verfügbare Mittel eher für andere Zwecke verwendet statt in Ener-

gieeffizienzmaßnahmen. Das Problem ist mit der Altersvorsorge vergleichbar. Auch hier sind viele (kleine) Teilschritte notwendig, mit denen rechtzeitig, das heißt schon in relativ jungen Jahren, begonnen werden muss. Die Menschen neigen allerdings dazu, diese Vorsorge zu verschieben; langfristige Vorausschau und –planung – über ein ganzes Leben hinweg – ist keine allgemeine Verhaltensweise.

Hier kommt der Staat ins Spiel. Eine seiner zentralen Aufgaben besteht darin, diese langfristige Vorsorge zu planen, sie zu organisieren und ihr Kontinuität zu verleihen. Im Fall der Altersvorsorge hat er dies mittels der gesetzlichen Rentenversicherung getan. Diese Maßnahmen greifen in den Gestaltungsfreiraum der Bürger*innen ein und werden daher (zunächst) kaum auf ungeteilte Zustimmung stoßen. Politiker*innen fürchten die Wählergunst, wenn sie einschneidende Maßnahmen durchsetzen. Gerade, wenn, wie in diesem Fall, das Langzeitziel noch weit entfernt erscheint, wird gerne der Weg des geringsten Widerstands bevorzugt. 2050 werden die heutigen Politiker*innen nicht mehr im Amt sein; zudem geht es um Fachpolitik, für die man glaubt, die Bürger*innen nicht sonderlich begeistern zu können. Außerdem gibt es immer wieder Sachzwänge vor allem haushaltspolitischer Art, die insbesondere finanzielle Maßnahmen im notwendigen Umfang „gerade jetzt“ nicht oder nur teilweise ermöglichen.

Um diese Fährnisse der laufenden Politik zu entschärfen und um eine möglichst stabile, kontinuierliche Vorgehensweise zu etablieren, empfiehlt sich, die notwendigen Maßnahmen und Mittel weitgehend aus dem aktuellen politischen Geschehen herauszulösen. Der BUND hat dazu drei Vorschläge entwickelt, um eine stetige und ausreichende Finanzierung sicherzustellen und eine entsprechende Institution einzurichten, die für eine ebenso dauerhafte Energieeffizienzpolitik einsteht:

- die *Gebäude-Werterhaltungs-Rücklage* mit dem Ziel, die bestehenden Gebäude rechtzeitig und planmäßig modernisieren zu können, damit ihr Wert langfristig erhalten werden kann, ohne dass dies die Eigentümer und die Mieter in finanzielle Bedrängnis bringt. Zu dieser Rücklage auf der Grundlage eines individuellen langfristigen Sanierungsplans müssten grundsätzlich alle Gebäudeeigentümer, deren Gebäude bis zur Einführung des Passivhaus-Standards im Neubau errichtet worden sind oder noch werden, verpflichtet werden¹⁰². Die Kriterien für die individuellen Sanierungspläne werden anhand eines nationalen Sanierungsplans entwickelt. In der ersten Phase werden die individuellen Sanierungspläne für alle öffentlichen Gebäude verbindlich eingeführt und die Kriterien erprobt¹⁰³.
- die Einrichtung eines *Energiesparfonds* für die zielgerichtete und systematische Förderung von Effizienzprogrammen und Energiewende-Technologien, um die diffuse und intransparente Förderlandschaft zu strukturieren und die Mittel wirksam einsetzen zu können. Der bestehende Energie- und Klimafonds müsste ausgebaut und zusätzliche Finanzierungsquellen wie z. B. die Erhöhung der Energiesteuer, eine Endenergieabgabe oder CO₂-Abgabe dafür erschlossen werden.
- die Einrichtung einer *Bundesstelle für Energieeffizienz*, die über eine eigene Rechtspersönlichkeit verfügt und auf die Ziele der Energieeffizienz verpflichtet ist. Neben der Bewirtschaftung des Energiesparfonds sollte sie die Förderprogramme auf ihre Wirksamkeit überprüfen und Anpassungen vornehmen. Eine weitere wichtige Aufgabe der Institution würde in der aktiven Unterstützung der Akteure der Energiewende bestehen.

3.6 Neue Akteure zur Demokratisierung der Energiewende

Die Energiewende bedarf eines gesellschaftspolitischen Prozesses, da ein wesentlicher Teil der Daseinsvorsorge gänzlich neu strukturiert werden muss, hin von bisher weitgehend zentralen Strukturen zu dezentralen, regionalen und lokalen Netzen. Das ist nicht ohne aktives Engagement der Bürger und Bürgerinnen zu leisten. Umso erfreulicher ist es zu sehen, dass die Energiewende bisher hauptsächlich eine Sache der Bürgerinnen und Bürger sowie institutioneller und strategischer Investoren¹⁰⁴ war, aber kaum eine Angelegenheit der traditionellen Energieversorger. Nach einer Erhebung im Jahr 2012 zeigte sich folgendes Bild¹⁰⁵:

Investoren der Energiewende¹⁰⁶

	Anlagenbestand Photovoltaik (GW)	Photovoltaik Inbetriebnahme (Mrd. Euro)
<i>Bürgerenergie</i>	15,5 (48%)	4,03 (30,4%)
<i>Institutionelle und strategische Investoren</i>	15,7 (49%)	8,5 (64%)
<i>Energieversorger</i>	1,1 (3,5%)	0,7 (5%)
Summe Photovoltaik	32,4	13,3

	Anlagenbestand Wind onshore (GW)	Wind onshore Inbetriebnahmen (Mio. Euro)
<i>Bürgerenergie</i>	15,6 (50%)	670 (26%)
<i>Institutionelle und strategische Investoren</i>	12,0 (40%)	1.050 (41%)
<i>Energieversorger</i>	3,2 (10%)	850 (33%)
Summe Wind Onshore	30,8	2.600

Dazu sind noch die zahlreichen privaten Investitionen in Energieeffizienz, (kleine) KWK-Anlagen, Biomasseanlagen usw. hinzuzählen. Das bürgerschaftliche Engagement bezieht sich dabei nicht nur auf neue Technologien, sondern es werden auch neue organisatorische und finanzielle Modelle erprobt. Diese *Bürgerenergiegesellschaften* sind mit vielfältigen Rechtsformen (GbR, GmbH & Co KG, Verein) sowie mit direktem oder indirektem Eigentum an Energieanlagen umsetzbar.

Ein Beispiel hierfür sind die *Energiegenossenschaften*. Bis Ende 2014 waren 974 Energiegenossenschaften mit über 200.000 Mitgliedern eingetragen, die ca. 1,5 Mrd. Euro in den Ausbau von erneuerbaren Energien investiert haben. Diese Wirtschaftsform zeigt exemplarisch die Vorteile dezentraler Strukturen im Energiebereich auf: Es sind Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz vor Ort ohne weiteres möglich. Dadurch wird ein enger Bezug zur Region geschaffen, die Akzeptanz für die Vorhaben in der Bevölkerung kann beträchtlich zunehmen. Energiedienstleistungen grundsätzlich aller Art können bedarfsgerecht bereitgestellt werden. Ein hoher Grad der Mitbestimmung ist gewährleistet. Es können lokale und regionale Handwerker*innen, Planer*innen, Berater*innen und Unternehmen beschäftigt werden, was die regionale Wirtschaft stärkt. Auch Projekte mit relativ hohen Investitionssummen können realisiert werden. Wichtig sind auch das dauerhaft gewährleistete Engagement und – bei Genossenschaften – die relative Insolvenzsicherheit. Genossenschaften müssen zudem nicht auf möglichst hohe Rendite ausgerichtet werden, sie können sich ehrgeizige Einsparziele setzen und dennoch wirtschaftlich arbeiten. Der Zugang zu Krediten und Finanzierungen ist relativ einfach. Auch der ländliche Raum ist nicht ausgeschlossen, im Gegenteil sind gerade hier hohe Potenziale sowohl an erneuerbaren Energien als auch an Energieeffizienz vorhanden. Insgesamt können somit Bürgerenergiegenossenschaften

mit ihren Projekten den Kern einer regionalen und dezentralen Energieversorgung bilden, was auf der überörtlichen Ebene Netzinfrastruktur in erheblichem Umfang überflüssig machen würde.

Auch bieten sich die Kombination mit Wohnen und der Verbund mit der Kommune an. Es gibt rund 2.000 Wohnungsgenossenschaften, deren Bestand energetisch modernisiert werden müsste. Weiterhin könnten sie ihren Mieter*innen bzw. Mitglieder*innen nicht nur Wärme, sondern auch Strom anbieten. Ein zusätzliches Betätigungsfeld wäre das Angebot an die Kommunen, als Genossenschaft die energetische Modernisierung des kommunalen Gebäudebestands mit in Angriff zu nehmen.

Ein wichtiger Akteur und Mittler in diesem Zusammenhang sind die Kommunen. Historisch war die Energieversorgung Teil der kommunalen Daseinsvorsorge – davon kündeten noch das öffentliche Wegerecht und die Konzessionsabgaben –, bis die meisten Kommunen die Energieversorgung an externe Versorgungsunternehmen abtraten. Zumindest gedanklich müssen sich die Kommunen wieder dieser Aufgabe annehmen, denn nur die Kommunen können den Bürgern den Zusammenhang zwischen den (abstrakten) Anforderungen des Klimaschutzes und der konkreten räumlichen Umsetzung vor Ort vermitteln. Dafür verfügen die Kommunen auch über die geeigneten Instrumente in Form der Bauleitplanung und der städtebaulichen Planung. Mittels Wärme- und Energiekonzepten für die einzelnen Gebiete müssen die Kommunen die Rahmenbedingungen für die individuellen Gebäudemodernisierungen setzen. Mit dem Ausweis von Windvorranggebieten gewährleisten sie den umweltfreundlichen Ausbau der Windenergie. Nicht zuletzt müssen sie schon allein aus Haushaltsgründen ein dauerhaftes Energiemanagement für die kommunalen Gebäude und Einrichtungen etablieren.

Getragen in kommunalem Eigentum haben weiterhin die Stadtwerke bzw. kommunale oder regionale Energieunternehmen eine wichtige Rolle in der Umsetzung der Energiewende in ihrer Region¹⁰⁷. Vorbildlich sind diese Stadtwerke, wenn sie Masterpläne zur lokalen Energiewende umsetzen und hierbei den Bürgern und Bürgerinnen ihrer Stadt Beteiligungen anbieten.

Die Energiewende impliziert neue Rollen für die Bürger und Bürgerinnen, die Unternehmen und Kommunen: Es reicht nicht mehr aus, nur Energie zu konsumieren. Vielmehr bedarf es Überlegungen und Aktionen, Energie einzusparen und ggf. selbst als Produzent*in umweltfreundlicher Energie aufzutreten. Insofern ist das bisherige bürgerschaftliche Engagement in die Energiewende eine wesentliche Grundlage für die Fortsetzung der Energiewende, das nicht verspielt werden darf, sondern im Gegenteil von der Politik intensiv unterstützt werden muss.

3.7 Sozial-ökologische Steuer- und Finanzreform

Die Steigerung der Energieeffizienz ist eine zentrale und unverzichtbare Säule des Klimaschutzes und der Energiewende. Die gezielte und absehbare Erhöhung der Energiepreise gehört zu den effizientesten politischen Instrumenten, um die Energieeffizienz zu steigern. Denn je höher die Energiepreise sind, desto schneller lohnen sich Investitionen in die Energieeffizienz. Zudem sind vielfältige Schadenskosten in den Energiepreisen nicht enthalten. Daher sollten die marktwirtschaftlichen Instrumente der ökologischen Steuerreform (ÖSR) und der ökologischen Finanzreform (ÖSF) die Energiewende unterstützen.

Für alle fossilen Energieträger und in allen Verwendungsbereichen wie Verkehr, Wärme, Industrie und Stromerzeugung sollten die Steuern entsprechend der jeweiligen CO₂-Emissionen oder anderen Umweltauswirkungen schrittweise und angemessen erhöht werden. Dies gilt auch für die durch den europäischen Emissionshandel abgedeckten Bereiche, zumindest solange von ihm keine ausreichenden Investitionssignale ausgehen. Die bis einschließlich 2016 geltende Brennelementesteuer muss in anderer Form erhoben werden¹⁰⁸, z. B. als Atomstromsteuer solange Atomkraftwerke nicht abgeschaltet sind.

Umweltschädliche Subventionen werden im Rahmen einer ÖFR konsequent abgebaut. Über den CO₂-Ausstoß und den Energieverbrauch hinaus sollen ÖSR und ÖFR auch andere umweltschädliche Aktivitäten berücksichtigen.

Die Einnahmen aus der ÖSR und die Einsparungen durch die ÖFR sollen dabei den Staat nicht bereichern. Vielmehr sollen sie den Menschen zurückgegeben werden. Hierzu bieten sich verschiedene Optionen an wie die staatliche Förderung von umweltschützenden Maßnahmen (Energiefonds), die Senkung anderer Steuern oder Abgaben, ein Öko-Bonus an alle Bürger*innen etc. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Umstellung sozial gerecht stattfindet. Der BUND wird ein Gesamtkonzept für eine Fortführung und Erweiterung der sozial-ökologischen Steuerreform vorlegen.¹⁰⁹

4 Kurzfristig notwendige Beschlüsse und Maßnahmen

Um die Energiewende im Sinne der energiepolitischen Ziele zu gestalten, müssen Regierung und Parlament unverzüglich Beschlüsse treffen und Maßnahmen unternehmen. Der BUND fordert daher zu den folgenden Beschlüssen und Maßnahmen auf.

- Ein Klimaschutzgesetz verankert die nationalen Klimaschutz und Sektorziele – nachprüfbar und sanktionierbar. Ziel ist eine Treibhausgas-Reduktion von 50% bis 2020 und mindestens 95% bis 2040 gegenüber dem Jahr 1990. Daraus werden verbindliche nationale Maßnahmenpläne abgeleitet. Die Bundesländer sollten den Klimaschutz als Teil der kommunalen Daseinsvorsorge in den Gemeindeordnungen aufnehmen.
- Auf EU-Ebene muss sich die Bundesregierung für einen wirklich wirksamen Emissionshandel mit deutlicher Absenkung des Deckels und ohne Freimengen und Hintertüren einsetzen¹¹⁰. Solange dies nicht gelingt, ist eine zusätzliche CO₂-Abgabe einzuführen. Ferner ist auch künftig in der EU ein verbindliches anspruchsvolles Ausbauziel für Erneuerbare Energien festzulegen, welches auch die Mitgliedsstaaten verbindlich umsetzen müssen, um den Weg zu einer vollständigen Energieversorgung der EU auf Basis der Erneuerbaren Energien bis spätestens 2050 aufzeigen. Dabei soll den Mitgliedsstaaten weiterhin explizit freigestellt werden, mit welchen politischen Instrumenten sie diese Ziele erreichen. Einen Zwang für technologieneutrale und grenzüberschreitende Ausschreibungen lehnt der BUND ab.
- Die noch verbliebenen Atomkraftwerke werden sofort stillgelegt. Der Ausstieg aus der Atomenergie wird im Grundgesetz abgesichert. Die Gefahren der Nutzung der Atomenergie sind hinlänglich bekannt und durch zahlreiche Unfälle, zuvorderst die Katastrophen in Tschernobyl und Fukushima, belegt. Jede weitere Produktion von Atom Müll erhöht das ungelöste (und möglicherweise unlösbare) Problem der Endlagerung.

Der Ausstieg aus der Kohlenutzung wird unverzüglich eingeleitet und gesetzlich abgesichert. Dazu müssen die ältesten Braunkohlekraftwerke sofort vom Netz genommen werden und können vor allem durch Windenergie- und Photovoltaikanlagen sowie KWK-Anlagen ersetzt werden.¹¹¹ Für die übrigen Kohlekraftwerke wird ein Ausstieg bis spätestens 2030 festgelegt. Es wird keine neuen Tagebaue geben. Die bestehende Tagebauplanung wird an den Ausstieg aus der Kohlenutzung angepasst. Der Strukturwandel wird sozial verträglich gestaltet, die betroffenen Energieunternehmen werden weder direkt noch indirekt subventioniert. Die ungebremste Nutzung des Energieträgers Kohle konterkariert das CO₂-Ziel und verschiebt es zeitlich nach hinten, ganz abgesehen von den weiteren Folgen der Kohlenutzung.¹¹² Neue Kohlekraftwerke sowie neue Tagebaue werden nicht mehr genehmigt, bestehende Tagebaue entsprechend der Klimaziele verkleinert.

- Die Nutzung der erneuerbaren Energien wird weiter naturverträglich ausgebaut:
 - ▶ Bei der Windenergie sind bundesweit im Durchschnitt 2% (1 bis 3%) der Fläche der Bundesländer, Regierungsbezirke oder Landkreise mittels eines transparenten Beteiligungsverfahrens als Vorranggebiete auszuweisen und regionalplanerisch zu sichern. Dabei sind Naturschutzvorranggebiete wie Natura2000 Flächen, Naturschutzgebiete und Nationalparke auszunehmen¹¹³.
 - ▶ Der Bau neuer Windparks offshore ist auf die bisher genehmigten Parks zu begrenzen, da die Nutzung der Offshore-Windkraft zu bisher unzureichend erforschten Beeinträchtigungen für den Arten- und Biotopschutz der Nord- und Ostsee führen kann.

- ▶ Photovoltaik wird primär auf und an Gebäuden errichtet werden. Auf maximal 0,10 bis 0,15 % der Landesfläche können auch PV Freilandanlagen gebaut werden, insbesondere auf Deponien oder am Rand von Verkehrswegen. Die Nutzung soll dem Naturschutz dienen.
- ▶ Die Wasserkraftnutzung wird nicht weiter ausgebaut. Die Erhaltung natürlicher und naturnaher Fließgewässer oder die Renaturierung verbauter Gewässer hat Vorrang vor der Wasserkraftnutzung. Wasserkraft wird nicht weiter ausgebaut, da der Gewässerschutz und die Durchgängigkeit der Gewässer Vorrang haben, ausgenommen die Modernisierung von Bestandsanlagen mit Verbesserung der Gewässerökologie.
- ▶ Bei der Nutzung der Biomasse sind vorrangig Reststoffe aus der Land- und Holzwirtschaft oder Abfallstoffe aus den Kommunen zu verwenden. Bei der Nutzung von Biomasse für die Energiegewinnung sind insektenbestäubte Blühpflanzen statt Mais zu verwenden. Der Einsatz von Pestiziden ist auszuschließen.
- Das EEG wird wieder auf seine ursprüngliche Struktur zurückgeführt: die Einspeisevergütungen werden auskömmlich fortgeführt, der neue Finanzierungsmechanismus – die Ausschreibungsverfahren – wird eingestellt. Der Zielkorridor mit 100% erneuerbarer Energien wird auf 2040 ausgerichtet, die Deckel für die einzelnen erneuerbaren Energieträger und die Begrenzung wegen angeblicher Netzengpässe¹¹⁴ werden gestrichen. Bei der Finanzierung der Einspeisevergütung durch die EEG-Umlage wird die Entlastung der Industrie gestrichen.
- Die Stromsteuer wird in eine Atomstromsteuer und eine CO₂-Steuer/Abgabe für die Verstromung fossiler Energieträger (Kohle, Erdgas, Erdöl) umgewandelt – mit Ausnahme hocheffizienter KWK-Anlagen. Dies führt ebenfalls zu einer Senkung der EEG-Umlage.
- Regierung und Parlament müssen klare Prioritäten für die Umsetzung von Energieeinsparung und Effizienzsteigerung setzen:
 - ▶ Bis 2040 soll der Primärenergieverbrauch um über 60%, der Stromverbrauch in den bisherigen herkömmlichen Anwendungen um über 50% reduziert werden (Bezug 2015). Der zusätzliche Strombedarf durch neue Anwendungen insbesondere im Mobilitätsbereich sowie bei der Informations- und Kommunikationstechnologie und im Wärmebereich wird durch hohe Effizianzorderungen minimiert. Die massive und zügige Reduzierung sowohl des Primärenergie- als auch des Endenergieverbrauchs ist eine Grundvoraussetzung für die Sicherung und die Bezahlbarkeit der Energieversorgung sowie deren Umwelt- und Sozialverträglichkeit.
 - ▶ Das Grünbuch Energieeffizienz der Bundesregierung vom August 2016 ist in Form eines Weißbuchs in eine verbindliche, langfristige Strategie zu überführen und durch konkreten Maßnahmen und ausreichenden Mitteln schnellstmöglich mit Leben zu füllen.
 - ▶ Es wird ein Energiesparfonds¹¹⁵ eingerichtet, mittels dessen die Energiewendeprojekte, die den o.a. Zielen dienen, und deren Akteure unterstützt werden. Die Verwaltung des Energiesparfonds sowie alle Verwaltungsakte, die bisher vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wahrgenommen worden sind, werden in einer Bundesstelle für Energieeffizienz mit eigener Rechtspersönlichkeit zusammengefasst.
 - ▶ Um im Wärmesektor insbesondere im Gebäudebestand die notwendigen Einsparungen zu

bewirken und finanziell bewerkstelligen zu können, sollten alle Gebäudeeigentümer*innen zur Aufstellung von Sanierungsplänen verpflichtet werden, die bis 2020 für ihre Gebäude zu erstellen sind und, angepasst an die Modernisierungszyklen der Gebäude, die notwendigen Modernisierungsmaßnahmen aufzeigen.

- ▶ Zur Finanzierung bilden die Gebäudeeigentümer*innen eine Gebäude-Werterhaltungs-Rücklage, die mittels Abschreibungsmöglichkeit und/oder Förderung staatlich unterstützt wird¹¹⁶.
 - ▶ Um das Nutzer/Investor-Dilemma aufzulösen und die Finanzierung von Modernisierungsmaßnahmen im vermieteten Gebäudebestand zu sichern, wird das Drittelmodell für die Kostenteilung eingeführt: Ein Drittel der Maßnahmen ist in der Regel Instandhaltung und wird von Vermieter*innen getragen, ein Drittel tragen Mieter*innen über eine Mieterhöhung, ein Drittel wird durch staatliche Zuschüsse getragen.
 - ▶ Das Mietrecht wird entsprechend angepasst, auch die Anforderungen für Contracting.
 - ▶ Die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare Energien Wärme Gesetz werden zusammengeführt, die Nutzung erneuerbarer Energien auch bei der Modernisierung vorgeschrieben, Neubauten grundsätzlich nur im Passivhausstandard zugelassen und ineffiziente Heizsysteme verboten.
 - ▶ Im Hinblick auf die Stromeffizienz setzen sich Regierung und Parlament auf der EU-Ebene für die Weiterentwicklung des Top-Runner-Programm und der Öko-Design-Richtlinie ein, damit die ineffizientesten Geräte noch wirksamer vom Markt verschwinden und hocheffiziente Geräte schneller verbreitet werden. Die Richtlinien sind dynamischer zu gestalten im Sinne eines echten
- Top-Runner-Ansatzes, bei dem Mindeststandards sich automatisch an die Entwicklung des Marktes anpassen und hocheffiziente Produkte von heute den Benchmark für Mindeststandards in wenigen Jahren darstellen. Die Nationale Top-Runner-Initiative sollte an konkreten Stromsparzielen ausgerichtet werden und messbare Erfolge liefern.
- ▶ Für kleine und mittlere Unternehmen werden Energieeffizienzpläne und Energiemanagement eingeführt und übergangsweise gefördert. Ebenso wird das Stromsparcontracting gezielt gefördert und propagiert. Alle Unternehmen sollten zur Einführung von Energiemanagementsystemen und zur Teilnahme an Lokalen Energie-Effizienz-Netzwerken (LEEN) oder Umweltmanagementsystemen¹¹⁷ verpflichtet werden, etwaige Ausnahmeregelungen wie die Befreiung von der EEG-Umlage sind an den Nachweis von Energiesparmaßnahmen zu knüpfen.
 - ▶ Wettbewerbliche Ausschreibungen im Programm STEP up! sollten vereinfacht und zielgerichteter beworben werden und sich auf geschlossene Ausschreibungen konzentrieren, um Projekte in Bereichen anzureizen, die nicht mit Standard-Förderprogrammen erreicht werden können (z. B. Stromsparmaßnahmen in der Papierindustrie). Leicht standardisierte Stromsparmaßnahmen (z. B. Austausch ineffizienter Geräte) sollten über eine Förderung von Akteuren vor Ort in die Breite getragen werden¹¹⁸.
 - ▶ Die Förderung von Stromsparprojekten für einkommensschwache Haushalte (Stromspar-Check PLUS) soll flächendeckend angeboten werden und auf den Bereich Wärme erweitert werden¹¹⁹.
 - Die Weltmarktpreise für Rohöl und andere Energierohstoffe sind auf einem sehr niedrigen Stand, was ein fatales Zeichen für Investitionen in erneu-

erbare Energien und Energieeffizienz gibt. Die Energiesteuern sind zudem in Deutschland im EU-Vergleich teilweise sehr niedrig¹²⁰ und steigen nicht mehr an. Die Energiesteuern geben keine richtigen Signale für den Klimaschutz.

Sie sollen daher schrittweise, vorhersehbar und mittel- bis langfristig im Rahmen einer Neuauf- lage/Fortsetzung der ökologischen Steuerreform angehoben werden. Hierbei kann eine Kombination von Primärenergiesteuer und CO₂-Abgabe sinnvoll sein. Solange noch Atomkraftwerke in Betrieb sind, muss Brennelementesteuer bezahlt werden. Erneuerbare Energien und hocheffiziente KWK werden generell von den Energiesteuern befreit. Bestehende Subventionen umweltschädlicher Maßnahmen sind zu streichen. Mögliche Einnahmen (z. B. Grundwasserabgabe bei Braunkohle) sind soweit wie möglich sicherzustellen.

- Der Ausbau der KWK zielt darauf ab, dass die Anlagen nicht mehr als Grundlastkraftwerke gefahren, sondern zu Flexibilitätsoptionen umgebaut werden. Dafür wird die KWK- Spitzenleistung zunächst auf 40 GW durch größere Anlagen und Einsatz von Wärmespeichern zum Einsatz der KWK als Flexibilitäts- option besonders gefördert. KWK-Anlagen werden als Lieferanten für Residualenergie in dezentralen virtuellen Netzen eingeplant. Hocheffiziente KWK- Anlagen werden von der Stromsteuer bzw. von CO₂- Steuer/Abgaben und EEG-Umlage befreit. Kleine KWK-Anlagen unter 50 kW_{el} werden mit einem Zuschuss gefördert, damit der bürokratische und messtechnische Aufwand, der zur Zeit wegen den Umlagen und Steuern betrieben werden muss, ersatzlos entfallen kann. Der Ausbau von Wärmenetzen und Wärmespeichern wird weiterhin gefördert. Die Pflicht zu Ausschreibungen von Anlagen zwischen 1 und 50 MW wird zurückgenommen.

- Das Bau- und Raumordnungsrecht stellt den Regionen und Kommunen das nötige Instrumentarium bereit, damit sie in ihrem jeweiligen Gebiet den Ausbau der erneuerbaren Energien im Einklang mit den raumplanerischen und naturschutzfachlichen Gegebenheiten voranbringen können. Ebenso werden *kommunale Energiekonzepte vorgeschrieben*, um eine planmäßige Modernisierung und den Ausbau der KWK in den Stadtquartieren vorbereiten und umsetzen zu können. Kommunen erhalten Förderung für Klimaschutzmanagement und Umsetzungsmaßnahmen.
- Der Strommarkt und die Netzausbauplanung sind noch auf die „alte Kraftwerkswelt“ ausgerichtet. Windkraft- und Photovoltaikanlagen als die neuen Leittechniken erfordern jedoch ein *neues Strommarktdesign*: Es sind dezentrale Anlagen, es liegt deshalb nahe, sich auf die jeweilige regionale Nachfrage einzustellen, die ergänzende Energie ebenfalls dezentral bereitzustellen und nur die Salden überregional zu beziehen bzw. nach außen abzugeben. Das erfordert eine vollständige Überarbeitung der Netzausbauplanung.
- Der *Stromnetzausbau* und – umbau soll nur soweit erfolgen, wie dieser für eine 100%ige Energieversorgung aus erneuerbaren Energien erforderlich ist. Dezentralen Konzepten, die den weitgehenden regionalen Ausgleich von fluktuierender und steuerbarer Stromerzeugung vorsehen, müssen angereizt werden. Die Stromnetzplanung ist auf dieser Grundlage und mit der Zielsetzung einer Minimierung des Ausbaus neu zu starten¹²¹. Alle Alternativen und Optionen zur Minimierung der Auswirkungen im Rahmen einer „Strategischen Umweltprüfung“ auf Ebene der Netzentwicklungsplanung sowie mit Umweltverträglichkeitsprüfungen bei der Trassenplanung und Planfeststellung sind auszuschöpfen. Die Netzplanungen müssen auf allen Ebenen transparent und nachvollziehbar durchgeführt werden.¹²²

- Um Auswirkungen auf das Landschaftsbild auszugleichen, um eine der wichtigsten Ursachen des Stromtods von Vögeln abzustellen und um gesundheitliche Gefährdungen zu minimieren, fordert der BUND nach der von den Energieunternehmen schon begonnenen Verkabelung des Niederspannungsbereichs auch die weitere *Erdverkabelung von bestehenden Freileitungen* (20–110 kV) in Deutschland. Diese Erdverkabelung sollte boden- und grundwasserschonend entlang bestehender technischer Infrastruktur erfolgen und vorrangig in für das Landschaftsbild besonders prägnanten Räumen, in oder an Siedlungen und von Windkraftparks beginnen.
- Auch das Energiewirtschaftsrecht trägt den neuen Erfordernissen des Strommarkts nicht Rechnung. Es herrscht nach wie vor der „Geist“ der zentralen Versorgung und der zentralen Versorger¹²³. Die Lieferung im Rahmen von Kundenanlagen wird der Eigenversorgung gleichgestellt und diese, wenn sie aus KWK-Anlagen und /oder Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energie stammen, vollständig von der EEG-Umlage befreit (siehe oben).
- Die Bevorzugung von Groß- und Dauerverbrauchern bei verschiedenen Umlagen und Entgelten entbehrt der Grundlage und wird gestrichen. Die Energiewende muss auch in der Industrie vollzogen und mitfinanziert werden; eine dauernde Subventionierung verhindert die notwendigen Anpassungsprozesse, die später mit umso höheren Kosten nachgeholt werden müssen. Die Subventionierung von Großverbrauchern, insbesondere durch die „Besondere Ausgleichsregelung“ im EEG ist zu beenden, sie ist auch sozial ungerecht, da kleine und mittlere Verbraucher die Entlastungen der Industrie mit finanzieren müssen. Finanzielle steuerliche Vorteile dürfen nur im Falle einer Gegenleistung für den Klimaschutz (z.B. Einsparung durch Energiemanagement, Nutzung erneuerbarer Energien) gewährt werden.
- Die verfügbare Palette an Technologien bedarf noch weiterer Verbesserungen und neuer Entwicklungen, wenn den Anforderungen des neuen Strommarktes Genüge getan werden soll. Im Blickpunkt der Förderung von Grundlagen- und Anwendungsforschung stehen vor allem Zukunftstechnologien auf den Gebieten der Energieumwandlung (Power-to-Gas, Brennstoffzellen), der virtuellen Kraftwerke und Netze, des Nachfragemanagements und der Speicherung, um die Effizienz zu erhöhen, die regional basierte Stromversorgung breit auf- und auszubauen, Überschussstrom zu vermeiden und Diskrepanzen zwischen Angebot und Nachfrage einschließlich der „Dunkelflauten“ zu überbrücken¹²⁴.
- Die Forschung für die Energiewende ist vor allem in den Bereichen Energieeffizienz (Technik, Umsetzbarkeit, Verbreitung), erneuerbare Energien (Wirkungsgrade, Umweltauswirkungen), Flexibilitätsoptionen (Regelbarkeit von Biomasse- und fossiler KWK, WP, Speicher, Power-to-X) voranzubringen. Wesentlich sind Forschungsprojekte zur besseren Umsetzung der Energiewende mit Beteiligung und Teilhabe breiter Kreise der Bevölkerung. Besonders interdisziplinäre Ansätze sind zu verfolgen. Bei der Erstellung von Forschungsplänen und den Forschungsprojekten ist auf eine hohe Beteiligung und Einbeziehung der Zivilgesellschaft und eine breite kostenfreie Bereitstellung der Forschungsergebnisse zu achten.

Bildungs-, Fort- und Ausbildungsmaßnahmen zur Energiewende sind auf allen Ebenen von Schule bis Hochschule und im Handwerk in bestehende Lehrpläne und Konzepte zu integrieren und auszubauen.

- Speichern – Strom-, Wärme- und Gasspeichern – kommt in den künftigen Energiemärkten eine zentrale Rolle zu. Deshalb wird hier – wie für den Netzausbau auch – eine planerische Vorsorge zumindest für größere Speicher getroffen. Neue Pumpspeicherwerke dürfen nur gebaut werden dürfen, wenn diese die Anforderungen des Naturschutzes erfüllen. Soweit kein Energieverbrauch oder Speicherverlust auftritt, sind Energiespeicherungen von Energiesteuern, Netzentgelten und Abgaben zu befreien.
- Die dezentrale Energiewende in Bürgerhand bleibt der Grundpfeiler des dynamischen, verbrauchsnahe und breit akzeptierten Ausbaus der erneuerbaren Energien. Ohne das Engagement der Bürger und die Akzeptanz in der Bevölkerung ist die Energiewende nicht zu realisieren. Deshalb werden Organisations- und Finanzierungsmodelle zum bürgerschaftlichen Engagement unterstützt und von bürokratischen Hemmnissen befreit. Das gleiche gilt für die Geschäftsmodelle des Contractings. Der Energiedienstleistungsmarkt wird sich nur entwickeln, wenn die Rahmenbedingungen ein wirtschaftliches Handeln ermöglichen. Das ist noch nicht der Fall.

5. Mobilitätssektor

Nach Auffassung des BUND reicht eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auch im Verkehrssektor um 95 % bis 2050 nicht aus. Wir benötigen einen völlig CO₂-freien Verkehr bereits bis 2040 um die Klimaschutzziele zu erreichen. Erzielte Effizienzverbesserungen im Verkehr wurden in den vergangenen Jahren durch einen Anstieg der Verkehrsleistung, insbesondere im Güter- und Transitverkehr, nahezu kompensiert. Allein der Güterverkehr in Deutschland hat sich zwischen 1990 und 2011 mehr als verdoppelt (DIW 2004 Quelle prüfen). Es besteht weiter eine fast vollständige Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, insbesondere vom Öl. Im gemeinsamen Konzept mehrerer Umweltverbände¹²⁵ werden im Gegensatz zu bereits existierenden Studien, die meist nur auf technologischen Lösungen abzielen, drei Handlungsfelder zur Minderung der THG-Emissionen betrachtet.

1. Verkehrsverlagerung und -vermeidung
2. Effizienzsteigerungen bei allen Verkehrsträgern sowie die Einführung alternativer Antriebe
3. Dekarbonisierung von Kraftstoffen

1. Verkehrsvermeidung

- Die Wege zwischen Wohnen, Arbeiten und Einkaufen werden durch eine entsprechende Siedlungsplanung verkürzt.
- Der Güterverkehr wird durch Internalisierung der externen Kosten teurer, wodurch sich ein Trend zur Ausweitung der Lagerhaltung und der Erhöhung der Fertigungstiefe ergeben wird.
- Auch der Luftverkehr wird durch die Internalisierung der externen Kosten trotz steigender Effizienz erheblich teurer werden, wodurch vor allem Ferienflüge weniger gebucht werden. Besonders aus Gründen der Schadstoff- und Lärmemissionen ist der Flugverkehr zu begrenzen und z. B. durch Verkehr auf die Bahn zu verlagern zu Orten die in weniger als vier Stunden erreichbar sind.

- Durch steigende Attraktivität werden Telemeeetings eine attraktive Alternative zu Dienstreisen.
- Bei landwirtschaftlichen Produkten, Nahrungs- und Futtermitteln gewinnen wieder regionale Kreisläufe an Bedeutung.
- Einschränkungen von Parkplätzen, die vorrangig gemeinschaftlich genutzten Fahrzeugen bereitgestellt werden sollten¹²⁶.

Verkehrsverlagerung

- Der Fahrradanteil soll in den Städten 35 % und im Umland 20 % des Gesamtverkehrs erreichen. Dazu müssen Radwegenetze ausgebaut und Pendlerparkplätze angelegt werden. Verleihsysteme von Lastenfahrrädern sind auszubauen und zu fördern.
- Der ÖV wird durch den Ausbau von S-Bahn, Straßenbahn- und Busnetzen verbessert sowie untereinander und mit dem Regionalverkehr vertaktet.
- Nah- und Fernverkehr werden besser vertaktet.
- Für den Güterverkehr wird die Kapazität des Schienennetzes mindestens verdoppelt.
- Der Güterverkehr auf dem Wasser wird gewässerträglich verstärkt und mit Schiene und Straße vernetzt¹²⁷.

2. Effizienzsteigerung bei allen Verkehrsträgern sowie die Einführung alternativer Antriebe

- vollständige Elektrifizierung des schienengebundenen Verkehrs¹²⁸.
- Ausbau der Elektromobilität, v.a. durch Elektrofahrzeuge, Bahn und Busse, sowie gemeinschaftliche Nutzung (Car- und Bike-sharing).
- Begrenzung des Stromverbrauchs bei KfZ auf unter 10 kWh/100 km. Verpflichtender Bezug von Strom aus erneuerbaren Energie mit Förderung von Neuanlagen¹²⁹.
- E-Leichtlastwagen für Güterverteilung.

3. Dekarbonisierung von Kraftstoffen

- Soweit keine effizientere Alternative auf Basis erneuerbarer Energien bereit steht, sollten v. a. der Schwerlastverkehr sowie der Flugverkehr auf gasförmige bzw. flüssige Kraftstoffe umgestellt werden, die aus EE-Strom (Windenergie, PV) oder Biogasanlagen (Einsatz von Abfällen und Reststoffen) gewonnen werden¹³⁰.

Hinsichtlich des Verkehrssektors geht es nicht um eine einfache Umstellung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren auf schwere und teure Elektroautos. Grundlage muss ein neuer Verbund der Mobilitätsangebote mit vor allem gemeinschaftlich genutzten Verkehrsträgern (Öffentlicher Nah- und Fernverkehr, Car- und Bike-Sharing, (Transport)-Fahrräder) sein, einer Umstellung von individuellen Fahrzeugen auf geringeren Energieverbrauch, der dann eine Umstellung auf Elektroantrieb (aus erneuerbaren Energien) erleichtert und einen begrenzten Stromzuwachs bedeutet. Mehr Effizienz, mehr gemeinschaftlich, mehr Einsatz von erneuerbaren Energien, dies sind die (zeitlich sich überlagernden) Phasen im Mobilitätssektor.

Der Endenergieverbrauch im Mobilitätsbereich wird von 700 TWh auf 215 TWh gesenkt. Ein wesentlicher Beitrag ist eine Senkung des Energiebedarfs von 15% durch Verlagerung vom Auto auf Fahrrad und Bahn. (Verbändekonzept S. 47). Auch die Flugverkehrsleistung soll um 10% gemindert werden.

Bezogen auf den Endenergiebedarf bewirkt die Umstellung des PKW-LKW-Verkehrs auf Elektromobilität den größten Effekt, da Elektroantriebe mit 90% (plus möglicher Rückgewinnung von Bremsenergie) einen weitaus höheren Wirkungsgrad haben als Verbrennungsmotoren mit 30%. Künftige (erneuerbare) Energieträger im Verkehrsbereich sind EE-Strom mit 140 TWh (Fahrräder, E-Bikes, Bahn, Kraftfahrzeuge) und Biomethan aus Biogasanlagen mit 75 TWh (vor allem für LKW) und flüssige Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien für Flugzeuge.

Um die Zielsetzungen der weitgehenden Umstellung des Mobilitätsbereiches auf erneuerbare Energien (vor allem mittels Elektroantrieb) bis zum Jahr 2040 und des emissionsfreien Fahrzeugbetriebs (Schadstoffminderung und Lärminderung) in den Städten zu erreichen, gleichzeitig ineffiziente Pfadabhängigkeiten möglichst zu vermeiden und den notwendigen Wandel von Produktions- und Infrastrukturen zu bewirken, dürfen ab dem Jahr 2025 keine Diesel-PKW und ab dem Jahr 2030 keine Benzin-Pkw mehr zugelassen werden.

Im Lkw-Bereich muss durch verbrauchsnahe Produktion der Umfang von Transporten reduziert werden. Der Gütertransport auf der Bahn muss mindestens verdoppelt werden.

In allen Fällen sind Energieträgerumstellungen im Mobilitätsbereich mit einer höheren Effizienz der Verkehrsmittel und einer besseren Auslastung insbesondere durch gemeinschaftliche Nutzung und Informations- und Abrechnungssysteme zu verbinden. Flugverkehr ist zwischen den Orten einzustellen, wo das Ziel mit der Bahn in weniger als 4 Stunden erreichbar ist.

6. Suffizienz

Selbst bei einer erhöhten Energieproduktivität wird die notwendige Halbierung des Energieverbrauchs bis 2040, selbst bis 2050, wenn die Ziele der Bundesregierung zugrunde gelegt werden, zu großen Teilen nur durch die Hinzunahme der Suffizienz zu erbringen sein. „Suffizienz“ ist die bewusste und beabsichtigte Verringerung des Bedarfs an Energie, vor allem fossiler Herkunft, an endlichen Rohstoffen und an Fläche. Suffizienzpolitik richtet sich auf ihre Begrenzung in Produktion und Konsum durch fördernde und verpflichtende Maßnahmen der öffentlichen Hand.“¹³¹

Adressaten für Suffizienz sind in erster Linie die privaten Haushalte. Suffizienzeffekte wirken dann mittelbar durch Verringerung der Nachfrage auf die übrigen Sektoren Energieerzeugung, Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die wesentlichen Zielbereiche für Suffizienz sind der private Konsum, Gebäudewärme, Ernährung und Mobilität. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Etablierung von „wahren Preisen“, bei denen die ökologischen Kosten wie Klimaeffekte, Landschaftsverbrauch und Schadstoffe angemessen berücksichtigt sind.

Neben der Senkung des Energieverbrauchs durch Energieeffizienz (weniger Energie pro Anwendung und Nutzen) z.B. durch effizientere Beleuchtung, Senkung des spezifischen Heizenergieverbrauchs usw. sollten weitere politische Initiativen ergriffen werden. Sie sollten auf die Schaffung von Strukturen abzielen, die einen Lebensstil für die gesamte Bevölkerung ermöglichen, der sich von der Orientierung ständigen Wachstums lösen kann¹³². Es geht hierbei nicht um Einschränkung, sondern um die Schaffung von Lebensbedingungen der Suffizienz, die bei Steigerung der Lebensqualität einen deutlich geringeren Verbrauch von Energie, Fläche, Ressourcen benötigen (insbesondere Gemeinschaftsnutzungen von Gebäuden, Fahrzeugen, Produkten). Allein über eine längere Nutzung von Produkten oder dem Einsatz von Produkten mit geringerer Herstellungenergie sind

Energieeinsparungen von bis zu 5% des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland möglich. Wesentlich ist, dass jegliche Subventionen oder Bevorteilungen energiewerschwenderischen Handelns bzw. Produkten gestrichen werden. Zum Thema „Suffizienz“ wird der BUND eine eigene Position erarbeiten.

Der BUND stellt fest: Suffizienzpolitik ist die Veränderung politischer Rahmenbedingungen und Strukturen, um nachhaltige ressourcenverträgliche Lebensstile zu ermöglichen. Dies bedeutet, dass sämtliche Transformationen im Kontext der Energiewende hinsichtlich Energieeffizienz, neue Technologien und Umstellungen von Energieträgern immer zusammen mit dem Thema Suffizienz zu adressieren sind¹³³. Der Einsatz technisch effizienterer Geräte oder Fahrzeuge, der Einsatz erneuerbarer Energien sollte daher immer mit der Prüfung eines kleineren Gerätes oder Fahrzeuges verbunden sein. Energieeffizienz und Suffizienz können sich somit ergänzen mit besserem Nutzen und Komfort für die einzelnen Nutzer*innen und die Gemeinschaft. Die Minderung des Primärenergieverbrauchs durch Wegfall von ungenutzter Abwärme aus Großkraftwerken beträgt im BUND-Szenario ca. 1.700 TWh/Jahr, die Minderung des Endenergieverbrauchs durch Effizienz beträgt ca. 1.300 TWh. Suffizienz kann eine weitere Minderung des Energieverbrauchs und damit Minderung des Ausbaus erneuerbarer Energien um ca. 200 TWh leisten. Mit Suffizienz kann auch nach Ausschöpfung aller Potentiale der Energieeffizienz der Ausbau der erneuerbaren Energien im naturverträglichen Rahmen gehalten werden¹³⁴. Damit können ein geringerer Energieverbrauch mit mehr Komfort, Gesundheit, Wohlbefinden und Gemeinwohl und einer Minimierung des Eingriffs in die Natur und des Ressourcenverbrauchs verbunden werden.

Nachwort

Dieses Gesamtenergiekonzept wurde durch den Arbeitskreis Energie im wissenschaftlichen Beirat des BUND erstellt. Die Anforderungen anderer Arbeitskreise (Naturschutz, Wald, zukunftsfähige Raumnutzung, Wasser, Umweltethik, Landwirtschaft, Wirtschaft) wurden auf Grundlage der BUND Positionen und Standpunkte berücksichtigt.

Unter Federführung durch Gabriele Purper, Dr. Werner Neumann und wesentlicher Mitwirkung von Dr.-Ing. Rolf Ahlers, Friedrich Arndt, Herbert Barthel, Robert Bednarsky, Marcus Bollmann, Irmela Colaço, Caroline Gebauer, Dr. Werner Görtz, Tina Löffelsend, Wolfgang Lührsen, Martin Krauß, Uwe Nestle, Harald Nölle, Klaus Prietzel, Hans-Heinrich Schmidt-Kaneffend, Uwe Welteke-Fabrizius, Wolfgang Schulz, Walter Schitteck und weiteren Mitgliedern des BUND Bundesarbeitskreis Energie wurde in einem etwa 2 Jahre dauernden Prozess sowohl ein Konzept hinsichtlich der anzustrebenden Energieerzeugungs- und Verbrauchsmengen erstellt als auch die wesentlichen politischen Schritte benannt, um das Ziel 100% erneuerbare Energie bei Einhaltung ökologischer und sozialer Ziele zu erreichen.

Der BUND fordert die Politik auf, die wesentlichen Weichen zu stellen, damit dieses Konzept zur Zielerreichung umgesetzt werden kann.

Der BUND bietet seinen BUND-Gruppen sowie interessierten Personen, Parteien, Verbänden an, dieses Konzept vorzustellen, zu erörtern und zu begründen und insbesondere um weitere, dem Ziel dienliche Vorschläge aufzunehmen.

Die Methodik zur Berechnung des Konzeptes („prosim100“) kann nicht nur auf Bundesebene, sondern auch für sowie mit Modifikationen auch für Bundesländer, Landkreise und Kommunen angewendet werden¹³⁵. Solche 100%-EE-Treffen haben schon vielfach stattgefunden und konnten vor Ort die Per-

spektiven einer effizienten 100%-EE-Energiezukunft greifbar machen. Der BUND bietet daher an, auf Anfrage weitere solcher Veranstaltungen durchzuführen.

Der BUND widmet dieses Konzept seinem früheren Sprecher des Bundesarbeitskreis Energie (1997-2004), Prof. Klaus Traube, der am 4.9.2016 im Alter von 88 Jahren verstarb. Zahlreiche seiner Strategien und Konzepte, vom Atomausstieg, Kohleausstieg, der Energieeffizienz bis zur KWK bis zum Ausbau erneuerbarer Energien, die er über Jahrzehnte in die deutsche Energiepolitik, in Enquete-Kommissionen eingebracht hatte, finden sich in diesem Konzept wieder.

Dr. Werner Neumann
Sprecher des Bundesarbeitskreises Energie des BUND
September 2017

Anhang

Anhang I

Zielszenario 160709.A plus Strombilanz, Methode: H.H. Schmidt-Kanefendt;
BUND-Szenario erstellt durch den Bundesarbeitskreis Energie des BUND.

**Der Anhang der Szenarienberechnung kann im Internet auf den Seiten
des Arbeitskreises Energie abgerufen werden:**
<https://www.bund.net/ueber-uns/organisation/arbeitskreise/energie>

Anhang II

BUND Positionen im Bereich Energie und Klimaschutz:

Erscheinungsjahr

Nr. 34	BUND Position Energie aus Biomasse	2010
Nr. 35	BUND Position Braunkohle	2001
Nr. 42	BUND Position Geothermie (wurde durch die Standpunkt Nr. 10 ersetzt (oberflächennahe Geothermie – eine Neufassung eine BUND Position Tiefen-Geothermie ist in Vorbereitung für das Jahr 2018)	2007
Nr. 48	BUND Position Zukunftsfähige Energiepolitik (wird durch diese Position ersetzt)	2011
Nr. 53	BUND Position Europaweiter Verbund von Höchstspannungssystemen	2009
Nr. 54	BUND Position Wasserkraft/2010 (Neufassung m. Ergänzung zum EEG)	2016
Nr. 55	BUND Position Kurzumtriebsplantagen	2010
Nr. 56	BUND Position Für einen natur- und umweltverträglichen Ausbau der Windenergie	2011
Nr. 61	BUND Position Solarthermie – Wärme von der Sonne	2013
Nr. 63	BUND Position Energieeffizienz im Wärme und Strombereich	2015
Nr. 64	BUND Position Klimagerechtigkeit	2015
Nr. 8	BUND Standpunkt Kraft-Wärme-Kopplung	2015
Nr. 10	BUND Standpunkt Stromeinsatz für Heizzwecke	2016

Diese und weitere Hintergrundpapiere, Standpunkte, Positionen bei:
<https://www.bund.net/energiewende/>

Endnoten

- 1 Dies gilt insbesondere für die Ziele Nr. 7 (erneuerbare Energien) und Nr. 13 (Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen). Siehe auch: www.bund.net/ueber-uns/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategie/unziele sowie <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>
- 2 BUND Position Klimagerechtigkeit http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/klima/150828_bund_klima_energie_klimagerechtigkeit_position.pdf
- 3 Entsprechend Beschluss BUND Bundesdelegiertenkonferenz 2016.
- 4 Neben derzeit genutztem Biogas wird zunehmend Gas aus der Elektrolyse von Strom aus Wind- und Sonnenenergie eingesetzt („Power-to-Gas“), das als Wasserstoff dem Erdgas beigemischt sowie als Methan-gas in bestehenden sowie auszubauenden Strukturen und Anlagen der derzeitigen Erdgasversorgung eingesetzt werden kann.
- 5 Siehe ausführlich BUND Position Energieeffizienz im Wärme- und Strombereich, Berlin 2015 https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/bund/position/energieeffizienz_position.pdf
- 6 Siehe BUND Position „Windenergie“ sowie weitere Ausarbeitungen des BUND zur Sicherstellung des Naturschutzes beim Ausbau der Windenergienutzung – https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/bund/position/natur_und_umweltvertraglichen_ausbau_der_windenergie_position.pdf
- 7 Siehe BUND Position „Energie aus Biomasse“ https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/bund/position/bund_energetische_nutzung_biomasse_position.pdf und Forschungsprojekt Energie aus Wildpflanzen : https://www.lwg.bayern.de/landespflege/natur_landschaft/089725/index.php
- 8 Siehe BUND Position „Wasserkraft“ https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/bund/position/wasserkraftnutzung_position.pdf. Auch wenn eine Leistungssteigerung bei großen Wasserkraftwerken zusammen mit ökologischer Verbessserung erfolgt, ist kein signifikanter Zuwachs der Stromerzeugung zu erwarten. In den letzten 25 Jahren stieg die Gesamtleistung der Wasserkraft von 4,0 auf 5,8 GW um 45%, die Stromerzeugung stieg (schwankend) nur um ca. 10% von 18 auf 20 TWh, möglicherweise auch durch Auswirkungen des Klimawandels. Vgl. Potentialermittlung der Wasserkraft bei <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Technologien/Wasserkraft/wasserkraft.htm>
- 9 Insbesondere die Studien Fraunhofer ISE, Was kostet die Energiewende, Freiburg 2015 [https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/Forschungsfelder/Energie-Rohstoffe/Fraunhofer-ISE_Transformation-Energiesystem-Deutschland_final_19_11%20\(1\).pdf](https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/Forschungsfelder/Energie-Rohstoffe/Fraunhofer-ISE_Transformation-Energiesystem-Deutschland_final_19_11%20(1).pdf) und Fraunhofer ISE, Energiesystem Deutschland 2050, Freiburg 2013. https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE_Energiesystem-Deutschland-2050.pdf
- 10 Bartosch/Hennicke/Weiger (Hrsg.), oekom Verlag München 2014: Gemeinschaftsprojekt Energiewende, Der Fahrplan zum Erfolg.
- 11 Siehe dazu, dass schon heute die nationalen, europäischen und internationalen Menschenrechtsgarantien einen weit konsequenter als bisher betriebenen Klimaschutz nahelegen, die BUND-Position Klimagerechtigkeit 2015
- 12 Der Begriff der Energiewende wurde schon im Jahr 1980 geprägt: Krause et al. „Energiewende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“ Frankfurt, 1980, sowie Hennicke et al. „Die Energiewende ist möglich“, Frankfurt am Main 1985
- 13 Deutschlands Zukunft gestalten, Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 18. Legislaturperiode
- 14 Bundesregierung: Die Energiewende kommt voran, Mai 2013
- 15 Eigene Berechnung. Uwe Nestle, BUND AK Energie
- 16 Wir sprechen hier von CCTS, da nicht nur die energieineffiziente CO₂-Abtrennung und grundwassergefährdende Speicherung, sondern auch der Transport von CO₂ erhebliche Gefahren mit sich bringt.
- 17 Siehe AG Energiebilanzen, Pressedienst Nr. 1/2016 „Energieverbrauch 2015 mit leichtem Zuwachs“
- 18 Siehe Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Statistisches Bundesamt, AG Erneuerbare-Energien-Statistik
- 19 Siehe Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Statistisches Bundesamt, AG Erneuerbare-Energien-Statistik
- 20 Basis ist die Senkung des Endenergieverbrauchs. Hierdurch sowie durch den Ersatz von Kondensationskraftwerken und der Nutzung von Abwärme in KWK kann der Primärenergieverbrauch gesenkt werden.
- 21 Da der Bundesregierung eine solche übergreifende Vorstellung fehlt, wundert es auch nicht, wenn ihr Einzelmaßnahmen unterlaufen, die die Energiewende konterkarieren, wie die „Bestrafung“ der Eigenversorgung durch die EEG-Umlage.
- 22 Die Residualenergie ist die im Netz nachgefragte Last abzüglich der von den fluktuierenden Wind- und Sonnenenergie bereitgestellten Energie.
- 23 Dies sind die zur Systemstabilität erforderlichen Dienstleistungen: insbesondere die Regelleistungen zur Frequenzerhaltung (Primär-, Sekundärregelung und Minutenreserve), die Spannungshaltung und die Blindleistung.
- 24 Klassische Beispiele dafür sind Carbon Capture, Transport and Storage (CCTS), die Abscheidung von CO₂ in einem Kraftwerksprozess, der anschließende Transport und die Speicherung in geologischen Formationen), Fracking zur Erdöl- und Erdgasförderung sowie Climate Engineering.
- 25 z.B. indem keine EEG-Umlage auf Mieterstrom erhoben wird.
- 26 Siehe Beschluss der Ethikkommission zukünftige Energieversorgung, Mai 2011
- 27 Siehe H. J. Schellnhuber: Selbstverbrennung, München 2015, als Kompendium des aktuellen naturwissenschaftlichen Stands zum Klimaschutz
- 28 Allenfalls verbleiben noch max. 5% der heutigen CO₂-Emissionen in Bereichen wie Zementwerke, Stahlherstellung, doch auch in diesen Bereichen gibt es Alternativen wie neue Zementsorten, Bauen mit Holz, Elektrostahl, so dass eine 100%ige Energieversorgung aus erneuerbaren Energien möglich ist.
- 29 Diese Sanierungsrate setzt sich zusammen aus Voll- und Teilsanierungen. Von über 2/3 des Gebäudebestandes, v.a. älteren Gebäude sollte der Endenergieverbrauch auf unter 30% des heutigen Niveaus gesenkt werden.
- 30 Dieses Zukunftskonzept des BUND umfasst nur den Energiesektor, nicht weitere Bereiche die relevant für THG-Emissionen sind. Insbesondere muss auch im Bereich Verkehr und Landwirtschaft ein wesentlicher Beitrag geleistet werden. Wohlgermerkt wird damit eine moderate Forderung erhoben – der völkerrechtlich verbindliche Art. 2 Abs. 1 Paris-Abkommen gibt mit der globalen Temperaturgrenze von

- „deutlich unter“ 2 Grad, also 1,7–1,8 Grad und besser noch 1,5 Grad einen Ausstieg aus den fossilen Brennstoffen bis etwa 2027 (für 1,5 Grad) bzw. 2037 (für 1,8 Grad) entsprechend den IPCC-Daten vor. vgl. BUND-Position Klimagerechtigkeit 2015, dort allerdings noch an der Zwei-Grad-Grenze orientiert. Es wird auf die Konzepte des BUND zur Verkehrswende und Agrarwende verwiesen.
- 31 Studie Energiesparen in Bürgerhand, Studie des ifeu-Instituts im Auftrag des BUND, Berlin 2015
- 32 Stellungnahmen des BUND zur Netzentwicklungsplanung: <https://www.bund.net/energiewende/erneuerbare-energien/stromnetze>
- 33 Siehe z.B. Gebäudetypologie der Hessischen Energiesparaktion, die Einsparungen von 50–80 % des Heizenergiebedarfs in Gebäuden aufzeigt. https://www.energiesparaktion.de/downloads/Wohngebäude-etyologie/hf_040106.pdf Zahlreiche Beispiele (www.zukunft-haus.info) zeigen dass dies umsetzbar ist.
- 34 Vgl. WWF, BUND, Nabu, Germanwatch, VCD (2014): Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland, Weichenstellungen bis 2050. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/mobilitaet/mobilitaet_klimafreundlicher_verkehr_in_deutschland_01.pdf
- 35 Strom kann zwar vollständig in Wärme, Wärme jedoch nur mit Verlusten in Strom gewandelt werden. Elektrischer Strom sollte v.a. dort angewendet werden, wo hohe Nutzungsgrade erreicht werden (mechanische Energie, Elektronik, Prozesswärme mit hohen Temperaturen) und Strom nicht durch Solarenergie oder Abwärme ersetzt werden kann (Niedertemperaturwärme)
- 36 Die meisten der Vorschläge sind in verschiedenen BUND-Positionen enthalten, die in diesem Konzept zu einer Gesamtschau verbunden werden. <https://www.bund.net/service/publikationen/> (siehe auch Anlage – Liste der BUND Positionen im Energiebereich)
- 37 Detaillierte Beschreibung sowie Darlegung der jeweiligen Berechnungsgrundlagen und Annahmen unter www.wattweg.net – Das EXCEL-Programm *prosim100* bildet den gesamten Energieverbrauch (Strom, Wärme, Mobilität) einer Region ab. Ziel ist es, diesen mit erneuerbaren Energien abzudecken. Hierbei wird optimiert, wie hoch die Flächennutzung für bestimmte erneuerbare Energien ist. Das Verfahren wurde auch vom Land Niedersachsen angewendet: Szenarien zur Energieversorgung Niedersachsens im Jahr 2050, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Hannover, 2016
- 38 Siehe Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE: Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems, Freiburg, Nov. 2015. Weitere Studien, die bei der Erarbeitung dieses Konzeptes einbezogen wurden sind: Fraunhofer IWES, Fraunhofer iBP, ifeu-Institut, Stiftung Umweltrecht: Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr, 2015: http://www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de/content/dam/iwes-neu/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Veroeffentlichungen/2015/Interaktion_EEStrom_Waerme_Verkehr_Endbericht.pdf und Fraunhofer IWES et al., August 2014, Kombikraftwerk 2, <http://www.kombikraftwerk.de/mediathek/abschlussbericht.html>
- 39 VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.: Der Zelluläre Ansatz, Juni 2015
- 40 Im Jahr 2015 lag der Stromexportüberschuss bei 60 TWh und somit bei ca. 10% der Bruttostromerzeugung, da der Zuwachs der Erzeugung aus erneuerbaren Energien nicht ausreichend durch die Reduktion der Stromerzeugung aus Atom und Kohle kompensiert wurde. Beim Übergang zu einer 100%igen Versorgung aus erneuerbaren Energien kann es zu Phasen kommen, in denen Deutschland zum Netto-Stromimporteur wird; dies sollte jedoch kein Dauerzustand sein wie z. B. in UBA Hintergrund: Treibhausgasneutrales Deutschland, Berlin, Okt. 2013. Hier werden 3.000 TWh (!) Stromerzeugung angesetzt, u.a. mit hohen Verlusten verbunden sein wird. Der größte Teil dieses Strombedarfs soll importiert werden.
- 41 Siehe die Stellungnahme des BUND zu CCS
- 42 Wie es beispielsweise im Rahmen des Weltklimarats IPCC diskutiert wird. Biomasse-CCS wird vorgeschlagen, wenn andere Maßnahmen des Klimaschutzes unzureichend umgesetzt werden. Es ist jedoch ebenso technisch ineffizient wie die Kohle-CCS und mit ähnlichen Gefahren für das Grundwasser sowie erhöhten Belastungen des Naturraums verbunden.
- 43 Geothermische Wärmeversorgung hingegen sollte dort weiter verfolgt werden, wo gute Erfahrungen vorliegen, zum Beispiel im bayerischen Molassebecken, Beispiel Fernwärme Unterhaching.
- 44 Zunächst fossiles Erdgas, später aus erneuerbaren Energien über Power-to-Gas gewonnen
- 45 Allein der Übergang von Verbrennungsmotoren auf Elektroantrieb (mit Energierückgewinnung beim Bremsen) mindert den Endenergieeinsatz bei Fahrzeugen um den Faktor 3–4.
- 46 Vgl. ifeu, Fraunhofer ISE et al. Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und Innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative, 2011 sowie Agora Energiewende, Positive Effekte von Energieeffizienz auf den deutschen Stromsektor, März 2014.
- 47 https://www.ifeu.de/energie/pdf/Energiesuffizienz_Endbericht_161222.pdf
- 48 BUND Position „Stromeinsatz zu Heizzwecken“, Februar 2016. Dort wird sowohl auf das Thema Wärmepumpen als auch Power-to-heat eingegangen.
- 49 Die heutige Konzentration auf Lithium kann sich verändern, zumal hier Brandgefahren bestehen und eine Abhängigkeit von wenigen Erzeugerländern droht.
- 50 Siehe Beschlüsse der BUND Bundesdelegierten-Versammlung 2015 zur Energiewende und Klimaschutz
- 51 Seit 2011 ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien jährlich um 2,5% des Gesamtverbrauchs gestiegen.
- 52 https://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf
- 53 Höhere Vollbenutzungstunden für Windenergie an Land sind mit größerer Nabenhöhe und insbesondere im südlichen Teil Deutschlands mit speziellen Anlagenkonzepten („Schwachwind“-Anlagen) zu erreichen.
- 54 Ein intelligentes räumliches Steuerungskonzept (analog zum Gegenstromprinzip der Raumordnung) muss Länder und Kommunen einbeziehen; Beschluss der BUND BDV 2014, A004 Klimaschutzpunkt
- 55 Der Offshore-Netzentwicklungsplan 2025 sieht einen Ausbau der Offshore-Windenergiekapazität von ca. 10 GW vor.
- 56 Diverse Studien und Solarkataster für Kommunen (z. B. Düsseldorf, Hessen, Frankfurt am Main) zeigen, dass für Solarenergie auf Dächern in Deutschland ca. 2 Mrd. qm, d.h. im Durchschnitt 25 qm pro Person, bereit stehen. In diesem Szenario werden davon 16 qm für PV und 4 qm für Solarthermie pro Person angesetzt. (z. B. Düsseldorf 20 qm pp). <https://www.duesseldorf.de/umweltamt/umweltthemen-von-a-z/klimaschutz/solkataster.html>

- 57 Inwieweit sich hier Synergien ergeben muss die Forschung noch zeigen: <http://www.agrophotovoltaik.de/>
- 58 Die Spitzeneinspeisungen werden durch Batterien div. Art auf den gesamten Tag verteilt. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf> (Stand 24.1.2017)
- 59 BUND Position Kurzumtriebspflanzen für die Energieholzgewinnung – Risiken und Chancen – Berlin 2010
- 60 Der Grüner Strom Label e.V. in dem der BUND Mitglied ist hat einen umfassenden Kriterien-Katalog für „Grünes Gas“ entwickelt. <http://www.gruenerstromlabel.de/gruene-gas/>
- 61 Zudem müssen Biogasanlagen auch sicherer gegen Havarien werden und sollten nicht mit Anlagen der Massentierhaltung verbunden werden. http://www.bund.net/themen_und_projekte/landwirtschaft/massentierhaltung/quelleunfaelle/
- 62 Entgegen mancher Vorstellung kann nicht nur bei Blockheizkraftwerken (BHKW), sondern auch bei großen GuD-Anlagen eine Wärmeauskopplung (KWK) erfolgen, insbesondere wenn diese zur Deckung dortigen Bedarfs bei der Industrie oder kommunaler Fernwärme eingesetzt werden.
- 63 Siehe BUND Position „Wasserkraft“ und Stellungnahme BUND zur Wasserkraft im EEG 2014 („Prämisse der Durchgängigkeit und Herstellung des guten Zustandes der Fließgewässer“)
- 64 Die Tiefengeothermieprojekte im Betrieb umfassen ca. 40 MW Stromerzeugung und 300 MW Wärmelieferung und tragen zur Energieversorgung Deutschlands 0,04% bei (2015). Zahlreiche gescheiterte Projekte lassen eine positive Entwicklung nicht erwarten. (Bundesverband Geothermie: Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland, Stand November 2016); Datenbasis www.geotis.de. Zudem ist zu beachten, dass die Energienutzung aus Tiefengeothermie zeitlich begrenzt ist, da eine Regeneration der geothermischen Ressourcen über kürzere Zeiträume nicht möglich ist. Der Zustrom von Energie aus dem Erdinneren von 0,065 W/m². Dies ist weitaus geringer als die Sonneneinstrahlung von 1000 W/m². Hydrothermale Geothermie kann lokal (z. B. süddeutsche Molasse) signifikante Beiträge leisten. In jedem Fall müssen Umweltauswirkungen, wie Grundwasserschäden verhindert und Erdbeben begrenzt werden.
- 65 Diese Strommenge kann auf durchschnittlich 2% der Landesfläche als Planungsfläche (180.000 m²/WEA) durch 40.000 WEA mit typischerweise 4 MW Leistung und 2500 Vollaststunden erzeugt werden. Die reale Flächennutzung einer WEA liegt mit 5.000 m² Baufläche und 500 m² Versiegelung weitaus geringer.
- 66 Das Verhältnis von Wind und Photovoltaikstrom innerhalb der Summe von 715 TWh kann im Bereich 440 + 210 oder 480 + 160 TWh liegen (Verhältnis 2,1 bis 3,0 : 1). In Bezug auf die Leistungen steht Windstrom zwischen 170 und 150 GW im Verhältnis zu 160 und 210 GW Photovoltaikstrom. Wesentlich ist, dass eine zeitlich räumliche Ergänzung von Wind- und PV-Strom erfolgt, bei der Flächenrestriktionen eingehalten und Speicherverluste und Netzausbau gemindert werden.
- 67 Gegenüber den bisherigen maximalen jährlichen Zubauraten von Windenergie (4,8 GW/Jahr) und PV (7,6 GW /Jahr) ist eine deutliche Steigerung erforderlich, vor allem gegenüber der mit dem EEG 2016 beschlossenen Einschränkung und Deckelung des Zubaus auf 2,5 bis 2,9 GW/Jahr.
- 68 Bezeichnenderweise ist die Eigenstromnutzung in Kohle- und Atomkraftwerken von der EEG-Umlage befreit
- 69 Fraunhofer ISE, Was kostet die Energiewende?, a.a.O.; Fraunhofer IWES- Kombikraftwerk 2, a.a.O.
- 70 Das heißt, ein Drittel des aktuellen Primärenergieverbrauchs wird nicht genutzt.
- 71 Wärmespeicher für KWK sind i.d.R. große Wasserspeicher mit z.B. 30.000 m³ in Flensburg
- 72 Die Nutzung der Abwärme aus der KWK ist ein wichtiger Beitrag zur Wärmewende vor allem über Wärmenetze, um Erdgas und Heizöl zu ersetzen. Der durch eine Erhöhung des Anteils der Erdgas-KWK entstehende Mehrverbrauch an fossilem Erdgas für die KWK in den Jahren 2016 bis 2030 kann durch Einsparung des Wärmeverbrauchs in den Gebäuden kompensiert werden, so dass hierzu keine erhöhten Importe erforderlich sind.
- 73 Siehe Verbändepapier BUND, DENEFF, B.KWK, ead, DUH, VfW, ASUE zum KWK-Gesetz Sept. 2015 und BUND Position „Kraft-Wärme-Kopplung“
- 74 Es fallen zwar Verluste aus der Methanisierung an, sie belaufen sich aber nur auf ca. 10 % der bisherigen Energieverluste und können zudem ggf. zu Heizzwecken genutzt werden.
- 75 Der DVGW geht davon aus, dass auch 10 % H₂-Beimischung im Methan-Netz möglich sein kann. Dies könnte die Verluste bei der Methanisierung reduzieren. Siehe http://www.dvgw-innovation.de/fileadmin/dvgw/gas/netze/forschungsergebnisse_smartgrid.pdf
- 76 erst im Jahr 2009 mit der Dissertation von M. Sterner eingeführt (<http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-798-2.volltext.frei.pdf>), zählt diese Technik inzwischen zu einem Kernpunkt von Zukunftsenergiekonzepten, sowohl zur Langzeitspeicherung von Strom als auch zum Ersatz fossiler Energieträger im Bereich von Kraftstoffen oder dem Ersatz von Erdöl/Erdgas im nicht-energetischen Bereich. www.powertogas.info
- 77 Sterner, Stadler et al. Energiespeicher, Springer Verlag 2014, 750 S.
- 78 Großbatterien können lokale Stromnetze stützen und überregionalen Netzausbau mindern: <http://reiner-lemoine-institut.de/smart->
- 79 <http://www.bveg.de/Themen/Erdgasspeicher/Speichervolumen-in-Deutschland>
- 80 Siehe BUND-Position „Stromeinsatz zu Heizzwecken“ Abschnitt Power-to-heat, Berlin 2016. Demnach sollten diese Überschüsse vor allem in Wärmenetzen eingesetzt werden, die über Wärmespeicher verfügen.
- 81 Siehe VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e.V., a.a.O.
- 82 Die VDE Studie geht zunächst von einer leeren Stromnetz Karte aus und berechnet den absoluten Netzbedarf und Übertragungsmengen, nicht den Ausbaubedarf. Demnach könnte das derzeitige Transportnetz bis auf bestimmte neue Leitungen zwischen Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen sowie zwischen Ostdeutschland (MV,ST,TH) und Hessen sowie Baden Württemberg ausreichend sein.
- 83 Die Studie „Dezentralität und zellulare Optimierung – Auswirkungen auf den Netzausbaubedarf“, FAU und PROGNOS AG im Auftrag der N-ERGIE AG, Nürnberg Oktober 2016, zeigt, dass andere Regeln des Strommarktes zu einem deutlich geringeren Netzausbaubedarf führen können. ebenso: Verteilnetzstudie Rheinland-Pfalz, energynautics GmbH, Öko-Institut e.V., Bird&Bird, 2014.

- 84 Siehe <https://www.siemens.com/global/de/home/produkte/energie/hochspannung/stromuebertragungsleitungen/gasolierte-uebertragungsleitungen.html> sowie <http://wp.ags-verfahrenstechnik.de/>
- 85 Siehe NEP Prüfungen und Berechnungen des Öko-Instituts.
- 86 Siehe www.dvgw-innovation.de/die-projekte/archiv/smart-grid-und-ptg/
- 87 Siehe Brainpool Studie
https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/kurzanalyse_grosskraftwerke.pdf
- 88 Siehe Arepo Consult,
https://www.ausgestraht.de/media/Studie_Atomausstieg_2015.pdf
- 89 Siehe Kap. 2 und 3.2
- 90 Siehe ausführlich BUND Stellungnahme zum Referentenentwurf des BMWI zum Strommarktgesetz, Okt.2015
- 91 Praxishandbuch Mieterstrom, Hrsg. I.Behr, M. Großklos, Springer, Berlin, 2017 mit Beiträgen von Mitgliedern des Arbeitskreis Energie des BUND.
- 92 siehe hierzu die BUND Positionen „Energieeffizienz bei Strom und Wärme“, „Kraft-Wärme-Kopplung“, „Energetische Nutzung von Biomasse“, „Stromeinsatz zu Heizwecken“ und „Solarthermie“.
www.bund.net/nc/publikationen/publikationsdatenbank/
- 93 Das BMWI hat im Mai 2017 gemeinsam mit der dena, dem ifeu-Institut und dem Passivhaus-Institut ein Verfahren für einen Sanierungsfahrplan vorgestellt. Dessen Anwendung ist jedoch freiwillig.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/kurzanleitung-in-7-schritten-zum-sanierungsfahrplan.html>
- 94 Vgl. Wohneigentumsgesetz § 21(5) Zi. 4 und § 28(1) Zi. 3 – Die Rücklage liegt üblicherweise bei ca. 1% jährlich der Herstellungskosten des Gebäudes.
- 95 Beachtet werden muss auch die voraussichtlich steigende Nachfrage für Gebäudekühlung.
- 96 Siehe auch detailliert: BUND Positionen „Energieeffizienz Strom und Wärme“, „Kraft-Wärme-Kopplung“, „Solarthermie“ und „Geothermie“
- 97 Vor allem im Gebäudebestand in Verbindung mit der Altbauanierung
- 98 „multivalente Wärmeerzeugung, z. B. KWK + Solarthermie + Abwärmenutzung + kurzzeitiger Betrieb von Power-to-heat
- 99 Vor allem im Neubau von Einfamilienhaussiedlungen, die aufgrund von Flächenverbrauch ohnehin nicht mehr erfolgen sollten.
- 100 Bei Kosten energetischer Sanierung von ca. 450 €/m² und einer jährlichen Kostenumlage von 6% steht einer monatlichen Mieterhöhung von ca. 0,75 €/m eine Energieeinsparung in gleicher Höhe (130 kWh/m² * 7 ct/kWh) gegenüber.
- 101 Die Förderung neuer fossiler Heizkessel durch die KfW muss sofort beendet werden.
- 102 Ein Gebäude, das heute (2014) im Niedrigenergiehaus-Standard errichtet wird, wird ca. 2040 modernisierungsbedürftig und sollte dann den Passivhaus-Standard erreichen.
- 103 Eigentum muss auch dem Gemeinwohl dienen, gemäß dem Grundgesetz. Daher sollte sichergestellt werden, dass die zum Ziele von Klima- und Umweltschutz erforderlichen Modernisierungen auch finanziert werden können. Es ist eine Rücklage, die eventuell mit neuen Finanzinstrumenten auch zur Finanzierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien dienen kann. Die Rücklage eines Hauseigentümers kann zur Finanzierung der Modernisierung anderer Gebäude genutzt werden und nach einigen Jahren umgekehrt.
- 104 Industrieunternehmen, Unternehmen aus dem produzierenden und verarbeitenden Gewerbe, Banken, Versicherungen, Anlagegesellschaften, Projektierer
- 105 Siehe trend:research, Leuphana Universität Lüneburg: Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland, Okt. 2013
- 106 Siehe trend:research, a.a.O.
- 107 Siehe P. Hennicke, S. Kohler, D. Seifried, et al: Die Energiewende ist möglich, 1985
- 108 Das Bundesverfassungsgericht hatte im Juni 2017 die Kernbrennstoffsteuer als verfassungswidrig erklärt, da diese nicht als Verbrauchssteuer für Endverbraucher angelegt worden ist.
- 109 Vgl. – Beschluss der BUND BDV 2016 – Umwelt- und Klimagerechtigkeit mit sozialer Gerechtigkeit verbinden und BUND Forderungen „Sozial-ökologische Finanzreform jetzt!“
<https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/bund-und-sandbag-ouren-die-zehn-groessten-profiteures-co2-emissionshandels-klimaschutz-bleibt-au/>
- 110 <https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/bund-und-sandbag-ouren-die-zehn-groessten-profiteures-co2-emissionshandels-klimaschutz-bleibt-au/>
- 111 Siehe Kohleausstiegsszenario in Kapitel 2.
- 112 Schäden an Landschaft/Vertreibung, an Gesundheit und Leben durch Feinstaub, Quecksilber, Grundwasserschäden, Bergschäden
- 113 http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/energie/20110600_energie_position_windenergie.pdf
- 114 Diese sind weniger durch fehlende Stromleitungen bedingt, als durch den Weiterbetrieb von Atom- und Kohlekraftwerken bei hohem Aufkommen von Strom aus erneuerbaren Energien
(https://www.greenpeace.de/files/publications/kurzanalyse_grosskraftwerke.pdf)
- 115 Siehe die BUND-Studie des ifeu-Instituts
www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/_migrated/publications/130528_bund_klima_energie_energieeffizienzrichtlinie_kurzstudie.pdf
- 116 Siehe Kap. 3.5
- 117 <https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96koprofit> sowie www.leen.de
- 118 Vgl. ifeu (2013), Energiesparfonds und Effizienzgarantie – Ein integratives Konzept zur Umsetzung der Energieeffizienz-Richtlinie.
- 119 www.stromspar-check.de
- 120 19 EU-Mitgliedstaaten haben höhere Steuern auf leichtes Heizöl als Deutschland.
- 121 Die Studie von FAU, Prognos et al. zeigt, dass eine dezentrale Organisation des Strommarktes, gezielter Redispatch und andere Maßnahme den Ausbaubedarf der Stromnetze, insbesondere der der HGÜ-Leitungen deutlich reduzieren können. Der Netzausbaubedarf ist daher stark vom künftigen Strommarktmodell abhängig. Grimm, Peter, Zöttl, Wunsch et al. Dezentralität und zelluläre Optimierung – Auswirkungen auf den Netzausbaubedarf –
https://www.fau.de/files/2016/10/Energiestudie_Studie.pdf
- 122 Zum Stromnetzausbau siehe die Stellungnahmen des BUND bei <https://www.bund.net/themen/energiewende/erneuerbare-energien/stromnetze/>
- 123 So wird dezentralen Anlagen und deren Betreiber „Entsolidarisierung“ vorgeworfen, siehe Bundesnetzagentur, Leitfaden zur Eigenversorgung, Konsultationsfassung 16.10.2015
- 124 Als „Dunkelflauten“ werden über Tage dauernde wind- und einstrahlungsarme Zeiten während anhaltender Kälte bezeichnet.

- ¹²⁵ Konzept der Verbände WWF, BUND, German Watch, NABU und VCD: „Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland bis 2050“, Juni 2014, https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/mobilitaet/mobilitaet_klimafreundlicher_verkehr_in_deutschland_01.pdf
- ¹²⁶ Die „öffentliche Hand“, v.a. Kommunen finanzieren hier die Bereitstellung privater Stellflächen in den Städten, was auch eine Subvention umweltbelastender Mobilität darstellt.
- ¹²⁷ Entlastend wirkt dabei auch der Wegfall des Steinkohletransports durch den Kohleausstieg.
- ¹²⁸ Ausnahmen können wasserstoffbetriebe Lokomotiven sein (Motor oder Brennstoffzelle), wie diese im Jahr 2017 erstmalig zum Einsatz kommen. <https://de.wikipedia.org/wiki/Hydrail>
- ¹²⁹ Siehe bei www.gruenerstromlabel.de
- ¹³⁰ Die Vielzahl der Möglichkeiten und Entwicklungspfade wird im Kopernikus-Projekt „Power-to-X“ erörtert, an dem der BUND mitwirkt.
- ¹³¹ Linz, Manfred, Suffizienz als politische Praxis: Ein Katalog, Januar 2015, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal Spezial, Band 49, im Internet verfügbar unter <https://epub.wupperinst.org/files/5735/WS49.pdf>
- ¹³² Das BUND-Hintergrundpapier Grundlagen und Konzepte einer Energiewende 2050 geht sogar davon aus, dass Suffizienz wahrscheinlich zu einer Postwachstums-Entwicklung führt, einschließlich zu diskutierender Folgefragen für Arbeitsmarkt, Rentenversicherung, Staatshaushalt usw.
Siehe zur weiteren Verdeutlichung der Suffizienzanforderungen die BUND-Position Klimagerechtigkeit und das BUND-Hintergrundpapier Grundlagen und Konzepte einer Energiewende 2050: (a) Auch die stofflichen Nutzungen der fossilen Brennstoffe müssen auf Null gebracht werden (Landwirtschaft usw.). (b) Mit erneuerbaren Energien, Effizienz und Suffizienz muss nicht nur die heutige Energienachfrage gedeckt werden, sondern die bei anhaltendem Wachstum potenziell steigende Nachfrage eingefangen werden. (c) Die EU und Deutschland haben statistisch seit 1990 in der EU weit mehr Emissionen ins Ausland verlagert, als wir eingespart haben, was für die Zukunft enden muss.
- ¹³³ https://www.ifeu.de/energie/pdf/Energiesuffizienz_Endbericht_161222.pdf
- ¹³⁴ vgl. Umweltbundesamt, C. Fischer et al., Konzept zur absoluten Verminderung des Energiebedarfs: Potenziale, Rahmenbedingungen und Instrumente zur Erreichung der Energieverbrauchsziele des Energiekonzepts, Bericht Climate Change 17/2016, Berlin.
- ¹³⁵ Siehe ausführliche Erläuterung zum Verfahren, den jeweils angesetzten Faktoren für Energienutzung pro Fläche etc. und Beispiele bei www.wattweg.net. Aktuell wurde das Verfahren eingesetzt bei „Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050“, hrsg. Niedersächsisches/Niedersächsisches. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Hannover 2016.

Deutschland

Ziel-Szenario für eine 100%-Erneuerbare-Energien-Region Version: 160709.A

- Ausdruck von Ansatz-Tabellen und Ergebnis-Diagrammen (Datum siehe Fußzeile)
- Szenario erstellt mit der Simulationssoftware '100prosim' (Version 05.02 141017.1e)
- 100prosim-Lizenzinhaber: Ostfalia (hsk)
- Datemodell (Version 160709) erstellt von H.-H. Schmidt-Kanefendt
- Modifikation des Datenmodells (Stand A) durch hsk

Hinweis:

Weiterführende Informationen zu den verwendeten Basisdaten und der Szenario-Methodik sind verfügbar.

Den Schlüssel bildet die im betreffenden Parameterfeld angegebenen Kennung
in grauer Schrift, im Beispiel 'So57'.

Weitere Schritte:

1. Öffnen des Internet-Auftritts: <http://wattweg.net>
2. Wechseln zur Seite: **Grundlagen**
3. Aufsuchen der Tabellen-Zeile: 05.02
4. Klick in dieser Zeile auf betreffende Dokumenten-Kennung, im Beispiel: **So**
(Dokument wird geöffnet)
5. Aufsuchen der betreffenden Textstelle,
im Beispiel mit der Absatz-Nummer: **So 57**

name	value
	So57
m	1.091

anzupassen, siehe [10] ff.).
So 57 Für den heutigen Anlagenbestand wird gemäß
8 Quadratmetern pro kW Peak angenommen
ein Energieertrag von 1.309 und im deutsche

Gesamtfläche Region	Nutzungsart (1. Ebene)	Status		Ziel		Veränderung		Nutzungsart (2. Ebene)	Status		Ziel		Veränderung		
		ha	%	ha	%	ha	%		ha	%	ha	%	ha	%	
Deutschland 35.713.752	FL1 Gebäude-& Freiflächen	Ba228	6,9	2.467.583	6,91	0	0,0	FL1.1 Solar- Dachflächen	So00	0,8	155.000	6,3	+136167	723,0	
								FL1.2 Solar- Freiflächen	So00	0,3	18.000	0,7	+9536	112,7	
	FL2 Agrar- Flächen	Ba235	52,3	18.677.082	52,3	0	0,0	FL2.1 Getreide (Stroh)	SR24	35,3	6.595.447	35,3	0	0,0	
								FL2.2a Energie-Pfl. Biogas	EP23	6,2	2.400.000	12,8	+1242000	107,3	
								FL2.2b Äquiv.Fl.Rest- Stoffe Biogas [1]	EP45	2,4	480.000	2,6	+30627	6,8	
								FL2.3 Öl- & Ethanol- Pfl. (energet.)	EP33	5,9	0	0,0	-1.094.000	-100,0	
								FL2.4 Agr.-Fl. ohne energet. Nutz.	(Übrige)	52,6	9.681.635	51,8	-148.000	-1,5	
	FL3 Wald	Ba244	30,2	10.781.414	30,2	0	0,0	FL3.1 Forst- wirtschaft	Ba250	100,0	9.703.273	90,0	-1.078.141	-10,0	
								FL3.2 Waldfl. ohne forstwirt. Nutz.	(Übrige)	0,0	1.078.141	10,0	+1078141	-	
	FL4 Sonstige	(Übrige)	10,6	3.787.673	10,6	0	0,0								
									FL5.1 Wasserkraft, Geothermie	(Gesamtfläche)	100,0	35.713.752	100,0	0	0,0
									FL5.2 Windpark-Fl. Onshore	W20	0,42	714.275	2,00	+562667	371,1
									FL5.3 Windpark-Fl. Offshore [2]	W10	0,00	81.369	0,23	+81369	-

[1] Äquivalent der durch Rest- und Abfallstoff-Verwertung vermiedenen Energiepfl.-Anbaufläche
[2] Offshore-Flächenangabe als Onshore-Äquivalent (vermiedene Onshore-Windpark-Fläche)

Szenario: H.-H. Schmidt-Kanefendt, modifiziert von hsk, D 2016-8-28 23:38:23

Ostfalia (hsk) / 100prosim 05.02 141017.1e

Erläuterungen zu den Ansätzen verfügbar, Beispiel 'Ba222': Unterlage laden von <http://wattweg.net> - Seite 'Grundlagen' - Zeile '05.02' - Spalte 'Ba'. Relevante Textstelle siehe Absatz Nr. '222'.

Quelle	Fläche		Technologie	Nutz-Anteil		Energieart	Energieertrag		Energieprod.		Deckungsbeitrag (Ziel)			Wärme im Detail		
	Status	Ziel		Status	Ziel		Status	Ziel	Status	Ziel	% von 2518577 GWh/a	Strom	Wärme	Antrieb	Niedertmp.	Prozess-
Solarstrahlung	27297	173.000	Flachkollekt.	6,04	18,6	NT-Wärme	4,061	3,666	6.700	117.965		4,7			4,7	
			Photovoltaik	94	81,4	Strom	1.208	1.467	30.969	206.515	8,2					
Wind Onshore & Offshore-Äquiv.	151.608	795.644	Windenergie-Anlage	100	100	Strom	374	554	56.737	440.787	17,5					
Laufwasser	35.713.752	35.713.752	Wasserkraftwerk	88,3	88,3	Strom	0,69	0,69	21.794	21.794	0,9					
Holz	10.781.414	9.703.273	Brennstoffgew. für Heizung	33,9	0	Festbrennst.	20,3	20,3	74.400	0						
			Brennstoffgew. für Prozesse	9,95	5	Festbrennst.	20,3	20,3	21.800	9.862		0,4			0,4	
			Kraftwerk	26	45	Strom	4,1	8,1	11.600	35.505	1,4					
Stroh	6.595.447	6.595.447	Brennstoffgew. für Heizung	0	0	Festbrennst.	12,1	15,1	0	0						
			Brennstoffgew. für Prozesse	0	0	Festbrennst.	12,1	15,1	0	0						
			Kraftwerk	0	20	Strom	4,1	8,0	0	10.605	0,4					
Energiepflanzen & Abfall-/Reststoffe (Äquiv.)	1.607.373	2.880.000	Biogas direkt für Prozesse	0	0	Gasf. Brennst.	41,6	20,0	0	0						
			Biogas BHKW	99,4	0	Strom	15,4	11,4	24.662	0						
			Biogas komprimiert	0,56	100	Gasf. Kraftst.	39,1	26,1	350	75.168					3,0	
Ölpflanzen & Ethanol-Pfl.	1.094.000	0	Ölmühle	214	100	Flüss. Kraftst.	15,6	12,5	36.633	0						
			Ölmühle BHKW	11,1	0	Strom	4,7	2,7	570	0						
					NT-Wärme	9,4	3,5			1.140	0					
Umgebungs-Wärme	2.467.583	2.467.583	Wärmepumpe	0,2	3,3	NT-Wärme	1.500	1.500	6.730	121.035		4,8		4,8		
Tiefen-Geothermie	35.713.752	35.713.752	Direktnutz.	0,28	0	NT-Wärme	2,0	2,0	198	0						
			Kraftwerk	0,64	0	Strom	0,1	0,1	25	0						
						NT-Wärme	0,6	0,0			142	0				

28,4

Energieart	Energieangebot		Technologie	Nutz-Anteil		Energieart	Wirkungsgrad		Energieprod.		Deckungsbeitrag (Ziel)			Wärme im Detail		
	Status	Ziel		Status	Ziel		Status	Ziel	Status	Ziel	% von 2518577 GWh/a	Strom	Wärme	Antrieb	Niedertmp.	Prozess-
Netto-Stromproduktion	517.294	715.207	Stromspeicher	0	14,5	Strom > Medium > Strom	22	33,4	0	34.592	1,4					
							-100	-100	0	-103.526	-4,1					
							0		NT-Wärme	29,0		0	30.022	1,2		
			Treibstoff für Verkehr	0	0	Strom > Gas > Treibstoff	50	57	0	0						
						-100	-100	0	0							
			Strom für E-Fahrzeuge	0	19,5	Lade-/Fahr-Strom	100	100	0	139.465		5,5				
			-100	-100	0	-139.465	-5,5									
Netzverluste	0	5	Strom > Gas > Prozessw.	55	0	0	0	0	0							
			-100	-100	0	-35.760	-1,4									
Strom für Prozesswärme	0	23,5	Strom > Prozessw.	100	100	0	168.074		6,7					6,7		
			-100	-100	0	-168.074	-6,7									
Methan für stoffl. Verwend.	0	5,1	Strom > Methan	39	58	0	21.013									
			-100	-100	0	-36.481	-1,4									
Srom-Verbr. (konvent.)	517.294	226.148	NT-Wärme elektrisch	10,5	0	NT-Wärme	100	100	54.465	0				0,9		

Summe Deckungsbeiträge:	9,0	19,6	8,5
Abdeckungsgrad gesamt:	37,1		
Verbrauchsminderung:	62,9		

Wärme im Detail	
% von 2518577 GWh/a	% vom jeweilig. Bedarf
Strom	19,6
Wärme	52,9
Antrieb	27,5
Niedertmp.	33,4
Prozess-	19,5
	37,5
	36,2
	62,5
	63,8

1) Einheiten:

ha	Hektar	1 ha = 10.000 m ²
MWh	Megawattstunde	1 MWh = 1000 kWh
GWh	Gigawattstunde	1 GWh = 1 Mill. kWh
a	Jahr	

2) Ersatz elektr. NT-Wärme ändert Maßstab für 'Abdeckungsgrad einzeln', bei Strom um -0,9% (urspr. 20,5%), bei Wärme um 0,9% (urspr. 52,0%).
 3) Antriebsstrom Wärmepumpen wird erst nach Bildung der Netto-Stromproduktion berücksichtigt.
 4) Die Angabe bezieht sich auf den Energiegehalt des erzeugten Methans, das stofflich genutzt wird.

Szenario: H.-H. Schmidt-Kanefendt, modifiziert von hsk, D 2016-8-28 23:38:23

Erläuterungen zu den Ansätzen verfügbar, Beispiel 'So65': Unterlage laden von <http://wattweg.net> - Seite 'Grundlagen' - Zeile '05.02' - Spalte 'So'. Relevante Textstelle siehe Absatz Nr. '65'

100%EE-Region				Deutschland (160709.A)				Basisdaten			
	Status Personen	Ziel Personen	Veränderung %					Status Referenzjahr	Ziel 100%Zieljahr		
Einwohner tatsächlich	81.843.743	81.843.743	0,0					2011/ 2012	(k.A.)		
Energieverbraucher zu versorgen*	81.755.288	41.071.689	-49,8								
*) entsprechend der Bevölkerungsdichte von Deutschland in der Zielregion											
Endenergiebedarf	Status GWh/a	Ziel GWh/a	Anteil v. (4.) %	pro Einwohner MWh/a	Strom %	Wärme %	Treibstoff %	Wärme im Detail:			
Maßstab für Deckungsgrad: 4								Niedertemp.~ %	Prozess~ %		
1 . Haushalte	715.949	715.949	28,4	8,7	19,7	80,3	0,0	75,6	4,7		
2 . Haushalte & GHD	1.099.612	1.099.612	43,7	13,4	25,6	74,4	0,0	68,7	5,6		
3 . Haushalte & GHD & Industrie	1.806.947	1.806.947	71,7	22,1	27,7	72,3	0,0	45,1	27,2		
4 . Haush.&GHD&Ind.&Verkehr	2.518.577	2.518.577	100,0	30,8	20,5	52,0	27,5	32,5	19,5		
5 . Haush.&GHD&Ind.&Verkehr (b)*	2.515.855	1.263.899	99,9	30,8	20,5	52,0	27,5	32,5	19,5		
6 . Explizite Bedarfswerte	258.647	258.647	10,3								
	aufgeteilt nach:										
	Strom		Niedertemp.-Wärme		Prozess-Wärme		Treibstoff				
	Status GWh/a	Ziel GWh/a	Status GWh/a	Ziel GWh/a	Status GWh/a	Ziel GWh/a	Status GWh/a	Ziel GWh/a			
4 . Haush.&GHD&Ind.&Verkehr	517.294	517.294	817.620	817.620	491.277	491.277	692.387	692.387			

Szenario: H.-H. Schmidt-Kanefendt, modifiziert von hsk, D 2016-8-28 23:38:23 Ostfalia (hsk) / 100prosim 05.02 141017.1e

Erläuterungen zu den Ansätzen verfügbar, zum Beispiel 'Ba56': Unterlage laden von <http://wattweg.net> - Seite 'Grundlagen' - Zeile '05.02' - Spalte 'Ba'. Relevante Textstelle siehe Absatz Nummer '56'.

Strom (konventionell, Endenergie)

Anwendungs-Effizienz Strom - Energieeinsatz: Ziel gegenüber heute	Ba72	67	%
Nutzungsdauer/Nutzungsgrad - Energieeinsatz: Ziel gegenüber heute	Ba78	50	%
Anteil Industrie+Gewerbe (Güterbereich) am Stromverbrauch: Heute	Ba80	70	%
= resultierender Gesamt-Strombedarf (konv.): Ziel gegenüber heute		44	%

Angebot: **46**

Niedertemperaturwärme (Endenergie)

Status

spezifischer Heizenergiebedarf Gebäudebestand: Heute	Ba87	148	kWh/m2/a
Anteil Raumwärme an Niedertemperaturwärme: Heute	Ba88	87,6	%
= spezifischer Heizenergie- und Warmwasser-Bedarf Gebäudebestand: Heute		169	kWh/m2/a
= spezifischer Warmwasserbedarf Gebäudebestand: Heute		21	kWh/m2/a

Effizienz durch Neubauten mit optimalem Wärmeschutz

spezifischer Heizenergiebedarf Neubauten: Ziel	Ba95	15	kWh/m2/a
spezifischer Warmwasser-Energiebedarf Neubauten: Ziel	Ba98	18	kWh/m2/a
= spezifischer Heizenergie- und Warmwasser-Energiebedarf Neubauten: Ziel		33	kWh/m2/a
= spezif. Heizenergie- & WW-Energiebedarf Neubauten: Ziel relativ zu heute		20	%

Effizienz durch energet. Sanierung von Bestandsgebäuden

spezif. Heizenergiebedarf energetisch sanierter Bestandsgebäude: Ziel	Ba104	60	kWh/m2/a
spezifischer Warmwasserbedarf: Ziel (= wie bei Neubauten)		18	kWh/m2/a
= spez. Heizenergie- und WW-Bedarf energetisch sanierter Bestandsgeb.: Ziel		78	kWh/m2/a
= spez. Heizenergie- & WW-Bedarf energet.san.Best.Geb.: Ziel rel.zu heute		46	%

Zielansätze für Effizienztechnologien

Beheizte Flächen: Ziel relativ zu heute	Ba113	100	%
Jährliche energetische Sanierungsrate: Ab Folgejahr	Ba123	2,0	%
Jährliche Neubaurate zum Ersatz von Bestandsgebäuden: Ab Folgejahr	Ba124	1,0	%
= komplett zukunftstauglicher Gebäudebestand: Ziel erreicht nach		33	Jahren
= Anteil Bestandsflächen energetisch saniert: Ziel		66,667	%
= Anteil Bestandsflächen durch Neubauten ersetzt: Ziel		33,333	%
= resultierender spez. Heizenergie- & Warmwasser-Bedarf im Durchschnitt: Ziel		63	kWh/m2/a
= resultierender NT-Wärmebedarf (Nutzenergie): Ziel gegenüber heute		37	%

Verluste in Heizungsanlagen

Jahresnutzungsgrad aller Heizungsanlagen: Heute	Ba142	77	%
Anteil verlustbehafteter Heizungsanlagen an NT-Wärme (Endenergie): Ziel	Ba134	0	%
Jahresnutzungsgrad verlustbehafteter Heizungsanlagen: Ziel	Ba146	70	%
= resultierender NT-Wärmebedarf (Endenergie): Ziel gegenüber heute		37	%

Angebot: **37**

Prozesswärme (Endenergie)

Anwendungs-Effizienz Prozessw. - Energieeinsatz: Ziel gegenüber heute	Ba147	67	%
Nutzungsdauer/Nutzungsgrad - Energieeinsatz: Ziel geg.heute (= wie bei Strom)		50	%
Anteil Industrie und Gewerbe am Prozesswärmeverbrauch: Heute	Ba158	92,9	%
= resultierender Prozesswärmebedarf: Ziel gegenüber heute		36	%

Angebot: **36**

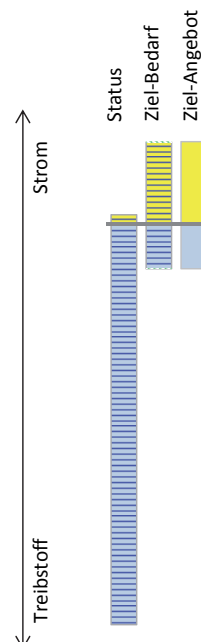
Antriebsenergie im Verkehr (Endenergie)

Anteil Kraftstoff Straße&Schiene an Endenergie Verkehr Deutschl.: Heute	Ba163	83,6	%
Ant. Elektrotrakt. Straße&Schiene an Endenergie Verk. Deutschl.: Heute	Ba165	2,3	%
Wirkungsgrad Kraftstoff-betriebener Fahrzeuge: Heute	Ba177	23	%
Wirkungsgrad Kraftstoff-betriebener Fahrzeuge: Ziel	Ba181	26	%
Wirkungsgrad Elektro-Fahrzeuge	Ba174	80	%
= spezifischer Energiebedarf Kraftstoffbetr.-Fahrz.: Ziel relativ zu heute		88,5	%
= spez.Energiebedarf Elektro-Fahrzeuge: Ziel relativ zu Kraftst.bet.Fahrz.heute		28,8	%
Verkehrsleistung Straße/Schiene: Ziel gegenüber heute	Ba189	80	%
= Anteil Elektrotraktion an Verkehrsleistung Straße/Schiene: Heute	Ba191	8,8	%
Anteil Elektrotraktion an Verkehrsleistung Straße/Schiene: Ziel	Ba194	95,0	%
= result. Kraftstoffstoffbed.Staße&Schiene relativ zu Endenenerg.Verkehr heute		3,2	%
= result. Strombedarf Straße&Schiene relativ zu Endenergie Verkehr heute		20,0	%

= Anteil Luftverkehr an Endenergie im Verkehr Deutschlands heute		14,1	%
spezifischer Kraftstoffbedarf Luftverkehr: Ziel relativ zu heute	Ba205	70	%
Verkehrsleistung im Luftverkehr: Ziel gegenüber heute	Ba209	77	%
= result. Kraftstoffstoffbed.Luftverkehr relativ zu Endenenerg.Verkehr heute		7,6	%

= result. Bedarf an Antriebsenergie im Verkehr: Ziel gegenüber heute		31	%
= result. Kraftstoffbedarf insgesamt: Ziel relativ zu Endenergie Verkehr heute		11	%
= result. Strombedarf: Ziel relativ zu Endenergie Verkehr heute		20	%

Angebot: **31**
11
20



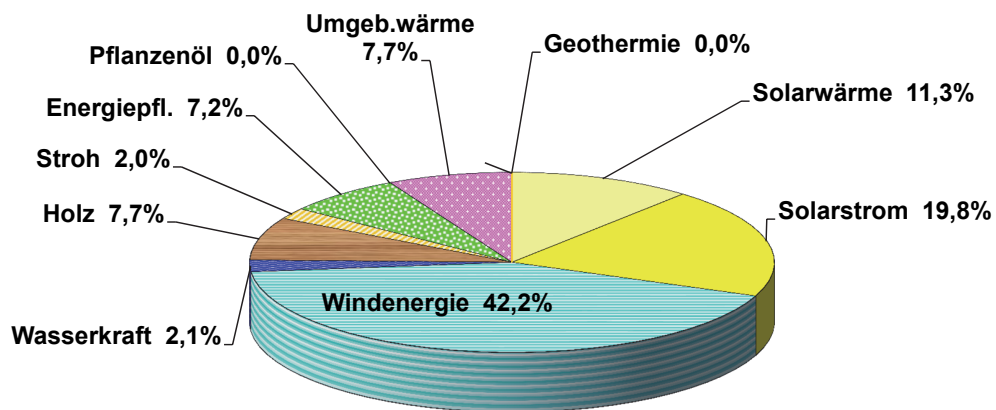
Szenario: H.-H. Schmidt-Kanefendt, modifiziert von hsk, D 2016-8-28 23:38:23

Ostfalia (hsk) / 100prosim 05.02.141017.1e

Erläuterungen zu den Ansätzen verfügbar, Beispiel 'Ba72':

Unterlage laden von <http://wattweg.net> - Seite 'Grundlagen' - Zeile '05.02' - Spalte 'Ba'. Relevante Textstelle siehe Absatz Nr. '72'.

Ziel-Anteile der Energiequellen:



100 % = Gesamte Produktion (1.045.002 GWh)

Ziel Energie-Produktion (1.045.002 GWh = 41,5%)

Ziel Endenergie-Bereitstellung (37,1%)

Ziel Anwendungsarten-Deckung*

Endenergie-Bedarf 2010 (100%)

***) Endenergie je Anwendungsart:**

1) 2) 3) Deckungsgrad (Über-/Unter-Deckung)

Stromanwendungen
45,8% (-54,2%)

Niedertemp.-Wärme
37,5% (-62,5%)

Prozess-Wärme
36,2% (-63,8%)

Antriebe
31,0% (-69,0%)

Bereitstellungsverluste

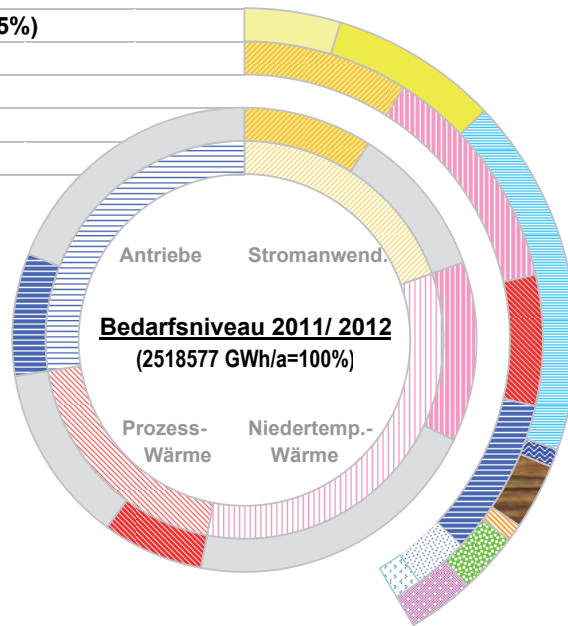
Grundstoffgewinnung

Bedarfs-Minderung

1) Bereitstellung (mittlere Ringe)

2) Bedarf (innerer Ring)

3) Bedarfsminderung (innerer Ring im Anzeige-Mod. 6)



Energie-Produktion:

- Solarwärme
- Solarstrom
- Windenergie
- Wasserkraft
- Holz
- Stroh
- Biogas
- Pflanzenöl
- Umgebungswärme
- Tiefen-Geothermie

E.ON

Ziel Anwendungsarten-Deckung*

Endenergie-Bedarf 2010 (100%)

***) Endenergie je Anwendungsart:**

1) 2) 3) Deckungsgrad (Über-/Unter-Deckung)

Stromanwendungen
45,8% (-54,2%)

Niedertemp.-Wärme
37,5% (-62,5%)

Prozess-Wärme
36,2% (-63,8%)

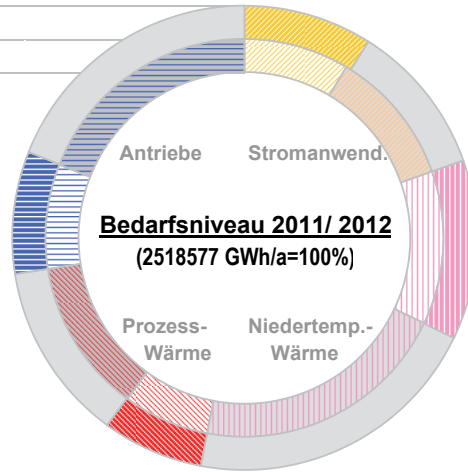
Antriebe
31,0% (-69,0%)

Bereitungsverluste

Grundstoffgewinnung

Bedarfs-Minderung

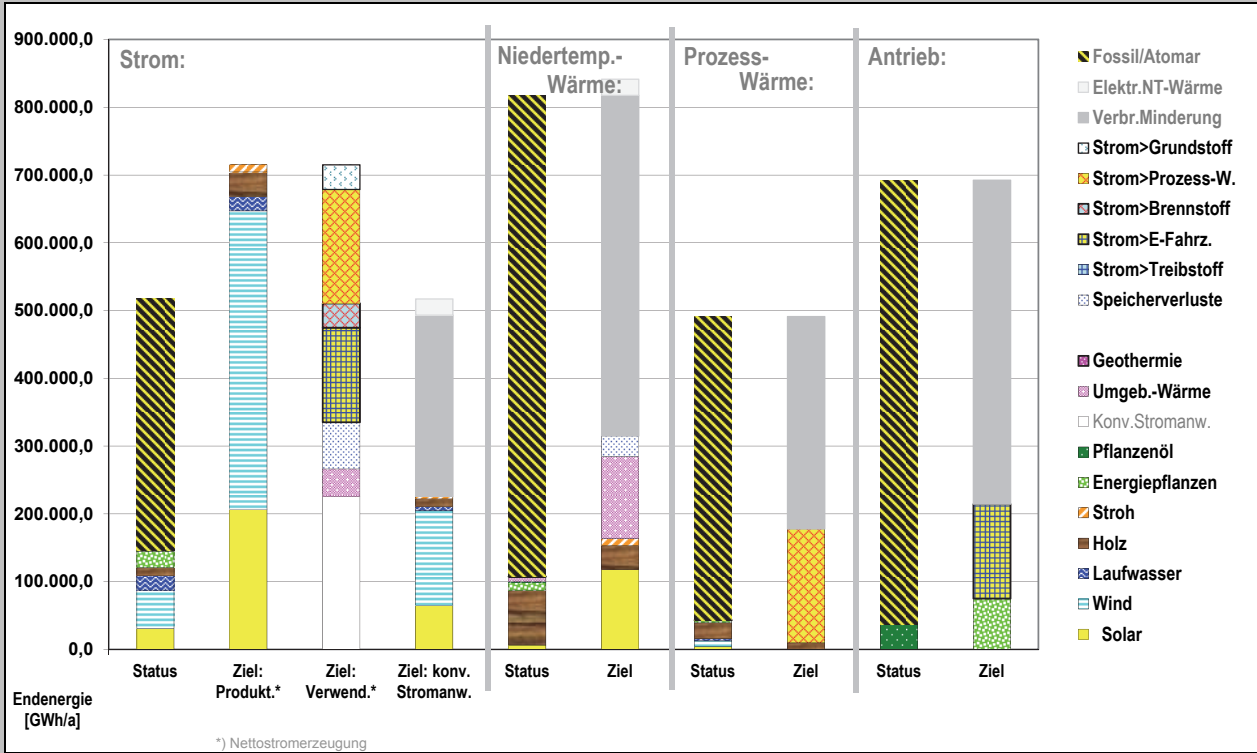
- 1) Bereitstellung (mittlere Ringe)
- 2) Bedarf (innerer Ring)
- 3) Bedarfsminderung (innerer Ring im Anzeige-Mod. 6)



Energie-Produktion:

- Solarwärme
- Solarstrom
- Windenergie
- Wasserkraft
- Holz
- Stroh
- Biogas
- Pflanzenöl
- Umgebungswärme
- Tiefen-Geothermie

E.ON



Szenario: H.-H. Schmidt-Kanefendt, modifiziert von hsk, D 2016-8-28 23:38:23

Ostfalia (hsk) / 100prosim 05.02 141017.1e

Anzeige-Modus:

0

- 0 = Komplet
- 1 = Status: Erneuerbare Energie
- 2 = Status: Erneuerbare & Fossil/atomare Energien
- 3 = Nur Ziel Produktion
- 4 = Nur Ziel mit Umwandlung
- 5 = Ohne Verbrauchsminderung und elektr. NT-Wärme

100%EE-Region Deutschland (160709.A) Energieverwendung

Szenario: H.-H. Schmidt-Kanefendt, modifiziert von hsk, D 2016-8-28 23:38:23

Ostfalia (hsk) / 100prosim 05.02 141017.1e

Wertetabelle:	Strom			Niedertemp.-Wärme		Prozess-Wärme		Antrieb	
	Status	Ziel Produktion	Ziel Konv.Anw. ¹	Status	Ziel	Status	Ziel	Status	Ziel
Bedarfs-Maßstab (Endenergieverbrauch 2010) [GWh/a]	517.294	517.294	517.294	817.620	817.620	491.277	491.277	692.387	692.387
Bedarfs-Maßstab (Elektr. NT-Wärme subst. ²) [GWh/a]			493.483		841.431				
Beitrag Erneuerbare Energien [GWh/a]	146.358	715.207	226.148	107.842	315.132	43.210	177.936	36.983	214.633
Deckungsgrad Erneuerbare Energien [%]	28,3	138,3	45,8	13,2	37,5	8,8	36,2	5,3	31,0

¹) Betrachtet wird hier der Beitrag an Erneuerbaren Energien, der nach Abzug von Strom für Prozesswärme inkl. Brennstoffsynthese, Fahrzeugantriebe inkl. Treibstoffsynthese, Grundstoffsynthese (Methan) für die stoffliche Verwendung und Wärmepumpenantrieb für die bereits heute gebräuchlichen, "konventionellen" Stromanwendungen bleibt.

²) Um die hochwertige Energieform Strom möglichst gut zu nutzen, bietet sich der teilweise oder vollständige Ersatz elektrischer Raumwärme- und Warmwasser-Erzeugung durch andere Wärmequellen im Niedertemperatur-Bereich an, zum Beispiel Solarwärme, Umgebungswärme (oberflächennahe Geothermie) oder Abwärme. Dadurch verringert sich der Bedarfs-Maßstab für Strom, während sich der Bedarfs-Maßstab für Niedertemperatur-Wärme im gleichen Maße erhöht.

Impressum

Herausgeber:

*Bund für Umwelt
und Naturschutz
Deutschland e.V. (BUND),
Am Köllnischen Park 1
10179 Berlin*

Telefon: 0 30/2 75 86-40

Telefax: 0 30/2 75 86-440

mail: info@bund.net

www.bund.net

Autor*innen:

*Gabriele Purper,
Werner Neumann und
Mitglieder des AK Energie*

ViSdP: Yvonne Weber

1. Auflage

November 2017