

Liebe Mitglieder des Arbeitskreises Energie,

ich begrüße Sie ganz herzlich zur 14. AKE-Literaturliste. Ziel ist es, Ihnen in loser Folge eine Reihe interessanter Studien, Internetseiten und Literaturempfehlungen zusammenzustellen. Angesichts der Vielzahl an neuen Studien auf dem Energiesektor handelt es sich bei der Literaturliste nur um eine Auswahl aus einer breiten Themenpalette.

Zusätzlich steht Ihnen natürlich das Archiv des Arbeitskreises unter <http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/> zur Verfügung, in dem viel Material aus unseren Frühjahrs-, Herbst- und DPG-Tagungen und die AKE-Studien zu finden sind. Hier gibt es auch eine Sammlung aller bisherigen Literaturlisten sowie eine Zusammenstellung von Web-sites mit Energiedaten.

Bitte schreiben Sie mir oder unserem Vorsitzenden Hardo Bruhns (ake@bruhns.info), wenn Sie Anregungen oder Kritik haben. Den Kollegen, die zu dieser Liste beigetragen haben, danke ich herzlich. Viel Gewinn beim Lesen wünscht Ihnen

Wolfgang Breyer
Buckenhof
wolfgang.breyer@kerntext.de

Allgemeines

Düren, M.: Understanding the Bigger Energy Picture - 2017, DESERTEC and Beyond. 2017 (121 S.)

<https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-57966-5>

In diesem Buch wird ein Überblick über das heutige Energieproblem gegeben und in Bezug zu anderen Faktoren wie wachsende Weltbevölkerung, Klimawandel und Ressourcenknappheit gesetzt. Ausgehend vom Nexus Energie, Kohlenstoff und Wasser werden die globale Energiewende unter verschiedenen Blickwinkeln und insbesondere mit Blick auf die Entwicklungsländer beleuchtet und am Ende politische Aussagen getroffen. Die Kapitel stellen einzelne Sachverhalte und Technologien in einen Gesamtkontext und diskutieren Ziele und Ansätze zur Entwicklung von Strategien für eine nachhaltige Energiewende.

IEA: World Energy Outlook 2017, Executive Summary - German version. November 2017 (17 S.)

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/world-energy-outlook-2017---executive-summary---german-version.html>

Die jährliche Fortschreibung des World Energy Outlook verwendet wie in den Vorjahren das "New Policies Scenario" als Referenzszenario; ihm liegt die aktuelle Energie- und Klimapolitik der Länder zugrunde. Zeithorizont ist das Jahr 2040. Einige Resultate: Der Bestand an Kohlekraftwerken nimmt weiter zu, wenn auch immer langsamer, der Ölverbrauch steigt weiter an, Erdgas wird zum zweitwichtigsten Energieträger. Die Elektrifizierung der Energieversorgung schreitet voran. Der Anstieg des Stromverbrauchs wird 2040 zu 80% durch erneuerbare Energien gedeckt. Dem "New Policies Scenario" wird ein neues "Sustainable Development Scenario" gegenübergestellt, das von wünschenswerten Zielen ausgeht und untersucht, was für deren Er-

reichung erforderlich wäre. Im Zentrum steht, entsprechend dem Pariser Abkommen, ein möglichst baldiger Scheitelpunkt der CO₂-Emissionen mit raschem Absinken derselben. In diesem Szenario verdoppeln CO₂-arme Energiequellen ihren Anteil am Energiemix bis 2040 auf 40%. Öl und Kohle fallen zurück. In der Stromerzeugung kommen dann erneuerbare Energien auf mehr als 60%, Kernenergie auf 15% und fossile Energien mit CCS auf 6%. Methanleckagen aus der Öl- und Erdgasindustrie, die auf jährlich 76 Mio. t geschätzt werden, müssen minimiert werden.

IEA: Perspectives for the Energy Transition – Investment Needs for a Low-Carbon Energy System. März 2017 (204 S.)

<http://bit.ly/2mKU1OR>

Die Studie wurde vom Bundeswirtschaftsministerium im Zusammenhang mit dem deutschen Vorsitz der G20-Länder im Jahr 2017 initiiert und finanziert. Sie wurde von IEA und ihrer Schwesterorganisation IRENA (International Renewable Energy Agency) durchgeführt und untersucht vor allem Umfang und Breite der erforderlichen Investitionen in die Transformation des Energiesystems zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf unter 2°C. Im Ergebnis wird eine dramatische Steigerung der Investitionen in CO₂-arme Technologien, vor allem in erneuerbare Energien und Effizienzmaßnahmen, für notwendig gehalten. Die jährlichen globalen Investitionen müssten gegenüber 2015 von 1800 Mrd. US\$ auf 3500 Mrd. US\$ verdoppelt werden.

IEA: Energy Technology Perspectives 2017 - Catalyzing Energy Technology Transformations. Executive Summary, German Version. Juni 2017 (12 S.)

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy-technology-perspectives-2017---executive-summary---german-version.html>

In der diesjährigen Ausgabe ihrer umfassenden Publikation zu Energietechnologien legt die Internationale Energie-Agentur den Schwerpunkt auf die Chancen und Herausforderungen eines breiteren und schnelleren Wechsels zu CO₂-armen Technologien. Der Zeithorizont reicht erstmalig bis 2060. Der Bericht zeigt auf, in welchem Maße saubere Energietechnologien dazu beitragen können, die neu gesteckten Ziele in Sachen Klimawandel zu erreichen, wenn technologische Innovationen konsequent bis an ihre praktischen Grenzen umgesetzt werden. Zusätzlich zu den beiden traditionellen Szenarien Referenz (basierend auf der aktuellen Klimapolitik, mit der das 2-Grad-Ziel nicht erreicht wird) und dem 2°C-Szenario wird erstmals ein "Beyond 2°C"-Szenario präsentiert, mit dem bis zum Jahr 2060 Klimaneutralität erreicht werden soll.

DNV-GL: Energy Transition Outlook 2017. September 2017

<https://eto.dnvgl.com/2017/>

Das aus dem Zusammenschluss der beiden Klassifizierungsgesellschaften Det Norske Veritas und Germanischer Lloyd hervorgegangene Unternehmen DNV GL präsentiert laut Untertitel des Berichts "a global and regional forecast of the energy transition to 2050". Im Mittelpunkt des Interesses steht die Zukunft der Öl- und Gasindustrie sowie anderer Energiesektoren. Im Gegensatz zu einem Szenarienansatz wird hier die nach Ansicht der Gesellschaft wahrscheinlichste Entwicklung dargestellt. Einige Einzelergebnisse: Ab 2030 konstanter Welt-Endenergiebedarf dank jährlich um 2,5% fallender Energieintensität des BSP; sinkende jährliche CO₂-Emissionen, aber Verfehlen des 2-Grad-Zieles.

Shell Energy Scenarios Germany. April 2017 (24 S.)

http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/what-are-scenarios/jcr_content/par/tabbedcontent/tab/textimage_25172244.stream/1504104048141/c1c44f23149c7604853b92e1be624a6ac49cd08fcfc269890448bb62f6cd0499/shell-energy-scenarios-germany.pdf

Der Mineralölkonzern Shell stellt zwei bis zum Jahr 2050 reichende Szenarien für Deutschland vor, die als „Winning the Marathon“ und „Slowing Momentum“ bezeichnet werden. Anhand der

Szenarien werden die Erreichbarkeit der deutschen Klimaschutzziele und das hierfür erforderliche Maßnahmenbündel untersucht. Die beiden Szenarien gehen aus von unterschiedlichen Annahmen für die hauptsächlichen "Treiber" des Energiesektors, nämlich Demographie, Wirtschaftsentwicklung, Politik, globale Entwicklungen und technologische Herausforderungen. Die Annahmen für die Treiber und die Ergebnisse für die Sektoren elektrische Energie, Mobilität, Raumwärme und Industrie werden ausführlich beschrieben. Im Szenario "Winning the Marathon" wird eine Absenkung der Treibhausgas-Emissionen gegenüber 1990 von 80%, im Szenario "Slowing Momentum" von 70 % erwartet.

Siemens' Position on Global Decarbonization and Climate Change, Siemens' Position on Decarbonization and Energy Transition in Germany Nov. 2017, 2+7 S.

<https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/energy-and-efficiency/the-future-of-energy-decarbonizing-is-achievable.html>

In zwei Positionspapieren betont Siemens die Notwendigkeit einer raschen Dekarbonisierung im Sinne des Paris-Abkommens und wirbt mit Blick auf die internationale Situation auf der technischen Seite insbesondere für Energieeffizienz und auf der politischen für die Einführung eines Preises für Kohlenstoff, der die Gesamtkosten von Kohlenstoffemissionen widerspiegelt; auf der nationalen Ebene plädiert Siemens u.a. bei Kraftwerken für einen Kapazitätsmarkt.

National Grid: Future Energy Scenarios 2017. Juli 2017 (119 S.)

<http://fes.nationalgrid.com/fes-document/fes-2017/>

Der britische Verbundnetzbetreiber National Grid stellt in seinem jährlich aktualisierten Bericht vier Szenarien für Großbritannien vor, von denen das Szenario "Two Degrees" den Zielsetzungen der Pariser Klimakonferenz entspricht. Dieses Szenario stützt sich vor allem auf die Verdrängung von Öl und Gas aus der Raumheizung durch Wärmedämmung und Wärmepumpen und von Öl aus dem PKW-Verkehr durch 100% Elektroautos bis 2050; der Stromsektor erreicht praktisch CO₂-Freiheit bis 2035 durch Stilllegung der Kohlekraftwerke, Ausbau der erneuerbaren Energien sowie Neubau von 14,5 GW Kernkraftwerken. In allen vier Szenarien wird ein substantieller, die eigenen Fluktuationen ausgleichender Stromhandel mit dem Festland unterstellt.

IEA: Energy Efficiency Market 2017. Oktober 2017 (143 S.)

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/market-report-series-energy-efficiency-2017-.html>

Der jährlich erscheinende Bericht verfolgt weltweit die Trends, Indikatoren, Treiber und Auswirkungen der zunehmenden Energieeffizienz, d. h. des Energieaufwands je Einheit des BSP. 2016 nahm die Energieeffizienz um 1,8% zu; im Zeitraum 2011-2016 stieg sie im Jahresdurchschnitt um 2,1%, eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Zeitraum 1981-2010, wo sie durchschnittlich nur 1,3% pro Jahr zunahm. Der Bericht bemängelt ein Fehlen politischer Maßnahmen zur Effizienzsteigerung in weiten Bereichen des Energieverbrauchs.

Bundesnetzagentur: Jahresbericht 2016 - Im Zeichen des digitalen Wandels. Mai 2017 (178 S.)

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2017/08052017_Jahresbericht2016.html?nn=265778

Auf dem Gebiet der Stromnetze (die Agentur ist auch für die Telekommunikations- und Gasnetze zuständig) berichtet die Bundesnetzagentur, dass der Ausbau der Wechselstromnetze nach langjährigem Rückstand nunmehr "Fahrt aufnehme" und belegt das mit Zahlen. Die HGÜ-Leitungen befinden sich im Planungsverfahren. Die erforderliche Netzreserveleistung von 10.400 MW für den Winter 2017/18 ist kontraktiert, zum Teil im Ausland. Die Fertigstellung der Thüringer Strombrücke 2016 hat die Anzahl notwendiger Eingriffe der Netzbetreiber in den Kraftwerksbetrieb - nach einem starken Anstieg im Jahr 2015 - verringert. Das Niveau der erforderlichen Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen bleibe aber hoch.

Öko-Institut und DIW: EKI - Der Energiekostenindex für die deutsche Industrie.
Oktober 2017 (49 S.)

<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/EKI-Bericht-2017-07.pdf>

Die Autoren definieren den Energiekostenindex (EKI) als Quotient aus Energiekosten und Bruttoproduktionswert, normiert auf den Durchschnittswert im Jahr 2010. Für die deutsche Industrie als Gesamtheit ist der EKI bis Mitte 2017 um 30,7% gefallen, wobei dieser Rückgang fast ausschließlich seit Anfang 2013 stattfand, also in einem Zeitraum fallender Preise der fossilen Energieträger einerseits und Wirtschaftswachstum andererseits. Während der Zeitverlauf der Energieträgerpreise ausgewiesen wird, werden keine Angaben zur Entwicklung der Energieeffizienz gemacht. Die Studie behandelt auch die Entwicklung des Energiekostenanteils an den Stückkosten, und zwar getrennt nach Industriezweigen hoher, mittlerer und geringer Energieintensität.

Klimawandel

IASS: The Uncertain Climate Cost of Natural Gas. Dezember 2016 (30 S.)

[http://www.iass-](http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/wp_dec_2016_en_uncertain_climate_cost_of_natural_gas.pdf)

[pots-](http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/wp_dec_2016_en_uncertain_climate_cost_of_natural_gas.pdf)

[dam.de/sites/default/files/files/wp_dec_2016_en_uncertain_climate_cost_of_natural_gas.pdf](http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/wp_dec_2016_en_uncertain_climate_cost_of_natural_gas.pdf)

Erdgas setzt bei der Verbrennung je Wärmeeinheit wesentlich weniger CO₂ frei als Kohle. Für ein vollständiges Bild der Klimawirksamkeit der Erdgasnutzung muss aber auch die Freisetzung ("leakage") von unverbranntem Erdgas bei Förderung, Transport und Speicherung berücksichtigt werden. Da Erdgas (Methan) ein Vielfaches der Klimawirksamkeit von CO₂ hat, kann die Erdgasnutzung je nach Größe der Leckagen u. U. klimaschädlicher sein als die Nutzung von Kohle und damit die vielfach propagierte Rolle des Erdgases als Brücke zwischen dem Zeitalter der Kohle und dem der erneuerbaren Energien in Frage stellen. Das Working Paper des Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) in Potsdam registriert große Unsicherheit bei der Ermittlung der Klimawirksamkeit von Leckagen; sie stellt große Diskrepanzen in den Länderberichten zu den Erdgasemissionen fest und analysiert die Ursachen. Es zeigt sich, dass mangels messtechnischer Erfassungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Extrapolationsmethoden und Annahmen zu Emissionsfaktoren gearbeitet wird. Das Working Paper regt an, die großen Wissenslücken in internationaler Zusammenarbeit zu schließen und Strategien zur kosteneffizienten Verringerung der Erdgasemissionen zu erarbeiten.

U.S. Global Change Research Program: Climate Science Special Report. 2017 (477 S.)

<http://science2017.globalchange.gov/>

Unbeeindruckt von der Politik des gegenwärtigen US-Präsidenten führt das U.S. Global Change Research Program (USGCRP) seine Arbeiten weiter. Der Climate Science Special Report bildet Band 1 des Fourth National Climate Assessment, das von der National Oceanic and Atmospheric Administration geleitet wird und an dem weitere Regierungsdienststellen beteiligt sind. Die Oberaufsicht liegt beim Office of Science and Technology Policy des Weißen Hauses, von dem der Climate Science Special Report freigegeben wurde. Der Bericht fasst den aktuellen Stand der Klimawissenschaften zusammen und deckt sich mit den Erkenntnissen des IPCC.

Erneuerbare Energien/Energiewende

bdew: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2017). Grafik- und Tabellenband. Juli 2017 (45 S.)

[https://www.bdew.de/internet.nsf/res/4A5D437AB754A529C125817C00323A64/\\$file/Awh_20170710_Erneuerbare-Energien-EEG_2017.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/res/4A5D437AB754A529C125817C00323A64/$file/Awh_20170710_Erneuerbare-Energien-EEG_2017.pdf)

Die jährliche BDEW-Publikation liegt nun in 7. Auflage vor und versteht sich als aufbereitete Quelle von Informationen, Zahlen und Fakten, die in Form von selbst erklärenden Grafiken (62) und Tabellen (3) dargeboten werden. Die wichtigsten Ergebnisse werden in einer Zusammenfassung herausgestellt.

Dazu gibt es noch einen **Foliensatz** (64 S.) in hoher Auflösung:

[https://www.bdew.de/internet.nsf/res/85E9378727B6616AC125817C00323BB6/\\$file/20170710_Foliensatz-Erneuerbare-Energien-EEG_2017.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/res/85E9378727B6616AC125817C00323BB6/$file/20170710_Foliensatz-Erneuerbare-Energien-EEG_2017.pdf)

IEA: Renewables 2017 - Analysis and forecasts to 2022. Executive Summary. Oktober 2017 (12 S.)

<https://www.iea.org/renewables/>

Im Jahr 2016 machten erneuerbare Energien (EE) zwei Drittel des globalen Zuwachses an installierter Leistung von 165 GW aus, wobei die Photovoltaik stärker zulegte als jeder fossile Brennstoff. Führend im Ausbau der EE ist China. Für die nächsten fünf Jahre erwartet die IEA einen Zuwachs der EE um 920 GW bzw. 43%. Durch entsprechende Maßnahmen der Regierungen könnte der Ausbau um weitere 30% gesteigert werden. In vielen Ländern ist der erforderliche Netzausbau eine wesentliche Hürde für die Expansion der EE. In einigen Ländern Asiens und Afrikas wird der Einsatz netzunabhängiger Versorgung auf PV-Basis eine wachsende Rolle spielen. (siehe auch die zahlreichen Grafiken im Online-Text!)

BMWi: Die Energie der Zukunft. Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende, Berichtsjahr 2015. Dezember 2016 (154 S.)

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fuenfter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.html>

Der Bericht rekapituliert die energiepolitischen Einzelziele und führt den 2015 erreichten Stand auf. Der Ausbau der erneuerbaren Energien liegt mit einem Anteil von 31,6% am Bruttostromverbrauch im Plan (2020: mindestens 35%), Primärenergieverbrauch, Energieverbrauch des Verkehrssektors und Treibhausgasemissionen dagegen nicht. Zur Nachbesserung wurde 2014 der Nationale Aktionsplan "Energieeffizienz" mit dem Schwerpunkt im Gebäudebereich lanciert. (siehe auch die folgende Literatur)

Expertenkommission zum Monitoring-Prozess "Energie der Zukunft": Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015. Dezember 2016 (198 S.)

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/fuenfter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft-stellungnahme.pdf?blob=publicationFile&v=7>

Die Expertenkommission, deren Vorsitzender Andreas Löschel bei der Herbstsitzung 2017 des AKE vorgetragen hat, sieht in ihrer Stellungnahme zum Monitoring-Bericht noch erheblichen weiteren Handlungsbedarf zur Erreichung der Energiewendeziele. Sie benennt acht Handlungsfelder, in denen wichtige Weichenstellungen anstünden. Angesichts der Nachfrageentwicklung erscheinen ihr die Ziele für die Steigerung der Endenergieproduktivität unrealistisch, ebenso wie ein Rückgang des Stromverbrauchs bis 2020 um 10% (gegenüber 2008). Eine beträchtliche Zielverfehlung erwartet sie auch beim Endenergieverbrauch im Verkehrssektor. Im Ergebnis erwartet sie auch bei den Treibhausgasemissionen eine deutliche Zielverfehlung. Die Expertenkommission schlägt vor, von der bisherigen Vielzahl von kleinteiligen Regelungen überzugehen auf einen einheitlichen und umfassenden Lenkungsmechanismus mit einer allgemeinen CO₂-Bepreisung als Leitinstrument, vorzugsweise im Rahmen des europäischen Emissionshandels.

Agora Energiewende: Das Klimaschutzziel von -40 Prozent bis 2020: Wo landen wir ohne weitere Maßnahmen? September 2017 (10 S.)

<https://www.agora-energiewende.de/de/themen/-agothem->

[/Produkt/produkt/442/Das+Klimaschutzziel+von+-](#)

[40+Prozent+bis+2020%3A+Wo+landen+wir+ohne+weitere+Ma%C3%9Fnahmen%3F/">40+Prozent+bis+2020%3A+Wo+landen+wir+ohne+weitere+Ma%C3%9Fnahmen%3F/](#)

Nach Einschätzung der Autoren wird das Klimaschutzziel von minus 40 % CO₂-Äquivalent bis 2020 "drastisch verfehlt". Als Ursachen für höhere Emissionen werden niedrige CO₂- und Ölpreise und höheres Wirtschaftswachstum angegeben. Um so nah wie möglich an das Klimaschutzziel 2020 zu kommen, werde ein Sofortprogramm "Klimaschutz 2020" unumgänglich. Vorschläge zu dessen Inhalt werden von den Autoren nicht gemacht.

DENA: dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“, Zwischenfazit. Oktober 2017 (20 S.)

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

Den Ausgangspunkt ihrer Leitstudie benennt die dena folgendermaßen: " Die Treibhausgase in Deutschland bis 2050 um 80 bis 95 Prozent zu reduzieren, erfordert nicht nur einen starken Ausbau erneuerbarer Energien und die weitere Steigerung der Energieeffizienz, sondern einen grundsätzlichen Umbau des gesamten Energiesystems. Deshalb untersucht die dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“ den Einfluss der Energiesektoren Strom, Gebäude, Verkehr und Industrie und ihre gegenseitigen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten, um eine Gesamtstrategie über alle Sektoren ableiten zu können." Mit den aktuellen Rahmenbedingungen und Marktentwicklungen sowie den geltenden politischen Entscheidungen werde das Klimaschutzziel von 80 bis 95 Prozent weniger CO₂-Emissionen bis 2050 klar verfehlt, bestenfalls würden 60% erreicht. dena plädiert für Technologie-Offenheit; unter Wettbewerbsbedingungen müssten für alle Sektoren die wirtschaftlich optimalen Transformationspfade gefunden werden. dena unterlegt diese Aussagen mit drei Szenarien.

Monopolkommission: Energie 2017: Gezielt vorgehen, Stückwerk vermeiden. Sondergutachten 77, Oktober 2017 (159 S.)

<http://www.monopolkommission.de/index.php/de/pressemitteilungen/191-energie-2017>

In ihrem Sondergutachten spricht sich die Monopolkommission dafür aus, das europäische Emissionshandelssystem zu stärken und dazu weitere Sektoren wie den Verkehrssektor einzubeziehen. Ein sektorübergreifender Emissionshandel ermögliche ein Auslaufen der Förderung erneuerbarer Energien (EE) und unterstütze die Sektorkopplung. Zur Begrenzung der Belastung der Stromverbraucher werden technologieneutrale Ausschreibungen für die Förderung von EE-Anlagen und ein regional differenziertes Netzentgelt für die Erzeugung von Strom aus EE-Anlagen vorgeschlagen.

acatech/Leopoldina/Akademienunion: Sektorkopplung - Optionen für die nächste Phase der Energiewende. November 2017 (100 S.)

<http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/sektorkopplung-optionen-fuer-die-naechste-phase-der-energiewende.html>

Die internationalen Klimaziele können nur durch einen klaren Kurswechsel zu mehr Sektorkopplung erreicht werden. Um mehr erneuerbare Energien integrieren zu können, muss das Energiesystem ganzheitlich über alle Sektoren hinweg betrachtet und optimiert werden. Eine Arbeitsgruppe des Akademieprojekts "Energiesysteme der Zukunft" (ESYS) kam u. a. zu folgenden Ergebnissen: Der Strombedarf könnte sich bis 2050 nahezu verdoppeln; als Folge muss die Kapazität der Windkraft- und Photovoltaik auf das Fünf- bis Siebenfache anwachsen. Technologien wie Elektroautos und Wärmepumpen werden immer wichtiger, aber auch synthetische Brenn- und Kraftstoffe sind unverzichtbar. Kurz- und Langzeitspeicher sowie flexible Stromnutzungsmodelle müssen die volatile Stromerzeugung ausgleichen helfen. Reservekapazitäten etwa im Umfang des heutigen konventionellen Kraftwerksparks werden benötigt. Die jährlichen sys-

temischen Mehrkosten der Energiewende werden auf ein bis zwei Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts von 2016 bzw. insgesamt 1.000 - 2.000 Mrd. € bis 2050 geschätzt. Als zentrales Steuerungselement wird ein einheitlicher CO₂-Preis vorgeschlagen. (siehe auch die folgende Analyse)

Ausfelder et al.: Sektorkopplung - Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems. November 2017 (204 S.)

<http://www.acatech.de/de/publikationen/empfehlungen/kooperationen/detail/artikel/sektorkopplung-untersuchungen-und-ueberlegungen-zur-entwicklung-eines-integrierten-energiesystems.html>

Obwohl Windkraft und Photovoltaik in den vergangenen Jahren stark ausgebaut wurden, basiert die Energieversorgung in Deutschland noch zu etwa 80 Prozent auf fossilen Energieträgern. Wie das bisherige Energiesystem funktioniert, hat die Arbeitsgruppe „Sektorkopplung“ zunächst in dieser Analyse betrachtet. Darauf aufbauend zeigt sie auf, wie das Energiesystem der Zukunft gestaltet werden sollte, damit es die Klimaschutzziele erreicht und gleichzeitig versorgungssicher bleibt. Diese Analyse im Rahmen des Akademieprojekts "Energiesysteme der Zukunft" diente als Input für die vorstehende Stellungnahme der Akademien.

acatech/Leopoldina/Akademienunion: Photovoltaik - Technologiesteckbrief zur Analyse "Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050". Februar 2016 (74 S)

<http://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/materialien/technologiesteckbriefe-zur-analyse-flexibilitaetskonzepte-fuer-die-stromversorgung-2050/>

Das Dokument ist ein Input-Papier zur übergreifenden Analyse "Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050" im Kontext des Akademieprojektes "Energiesysteme der Zukunft". Auf Basis eines Gesamtüberblicks über den Stand der Photovoltaikentwicklung werden wahrscheinliche Projektionen für die Zeithorizonte 2035 und 2050 abgeleitet. Dabei werden systematisch für alle Komponenten und Entwicklungslinien die Materialverfügbarkeit, technologische und rechtliche Aspekte sowie Eigenschaften, die die mögliche gesellschaftliche Akzeptanz bestimmen könnten, betrachtet. Stand der Datenbasis ist überwiegend 2014 / 2015. Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass selbst bei hohen zu erwartenden Produktionssteigerungen insgesamt keine kritischen Materialengpässe zu erwarten und Recycling-Verfahren etabliert bzw. machbar sind. Die Wirkungsgrade könnten bis 2050 auf ca. 24 - 35% steigen und die Gesamtsystemkosten von (2014) 935 - 1055€/Wp auf 278 - 606 €/Wp fallen.

Friedrich-Ebert-Stiftung: Uwe Nestle 2017: Reform der EU-Ökostromrichtlinie: Bremse für die europäische Energiewende? September 2017 (44 S.)

<http://www.fes.de/cgi-bin/gbv.cgi?id=13700&ty=pdf>

Die Friedrich-Ebert-Stiftung bezieht sich auf die von der EU-Kommission geplante Reform der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EERL), die für die Mitgliedsstaaten ein einheitliches, technologieneutrales Ausschreibungssystem, einschließlich grenzüberschreitender Ausschreibung, für neue Ökostromanlagen vorsieht. Dies lehnt sie aus mehreren Gründen ab: Mit dem Aufbau dieser Hürden gefährde die Kommission das Erreichen der europäischen Energie- und Klimaziele; es sei zu befürchten, dass nur noch wenige Länder eine Ausbaugeschwindigkeit erreichen, die der in Deutschland geplanten vergleichbar sei. Obendrein drohe der Verlust von Arbeitsplätzen, lokaler Wertschöpfung und Innovationen. Unter Berufung auf Arbeiten von 2004/5 meinen die Autoren, aus systemtechnischen Gründen müssten verschiedene Technologien zum Einsatz kommen und dies sei unter technologieneutralen marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht möglich.

acatech: Werkstoffe und Materialien für die Energiewende. März 2017 (40 S.)

<http://www.acatech.de/de/publikationen/materialienbaende/uebersicht/detail/artikel/werkstoffe-und-materialien-fuer-die-energie-wende.html>

Fragen der Material- und Werkstoffkunde spielen für den Umbau des Energiesystems in Deutschland eine wichtige Rolle. Der Betrieb bestehender Energieanlagen lässt sich durch den Einsatz alternativer Werkstoffsysteme optimieren und verlängern. Neuartige Material- bzw. Werkstoffsysteme ermöglichen zugleich Produktinnovationen im Bereich der regenerativen Energieversorgung. Für die Beurteilung und Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe gewinnt ein modell- und simulationsbasiertes Vorgehen zunehmend an Bedeutung. Die acatech-Publikation analysiert die Rolle von Materialien und Werkstoffen in den für den Energiesektor wesentlichen Funktionsbereichen. Der Fokus liegt auf elektrochemischen und photoelektronischen Materialklassen, Werkstoffen für Leichtbauanwendungen sowie Werkstoffen für lastflexible Kraftwerke, deren Komponenten hohen thermischen Wechselbeanspruchungen ausgesetzt sind.

Friedrich-Ebert-Stiftung: Kommunale Energieversorger: Gewinner oder Verlierer der Energiewende? WISO Diskurs, Bonn 2017 (48 S.)

<http://www.fes.de/cgi-bin/gbv.cgi?id=13361&ty=pdf>

Nicht nur die vier großen Energieversorger sondern auch viele kommunale Versorger sind durch rückläufigen Einsatz zentraler fossil befeuerter Kraftwerke in Bedrängnis geraten. Hinzu kommen Investitionsbedarf für den Ausbau von Verteilernetzen sowie Einnahmeausfälle in Zusammenhang mit der zunehmenden Eigenversorgung der Verbraucher durch PV-Anlagen. Bei den heutigen Brennstoffpreisverhältnissen und den niedrigen CO₂-Preisen gehören auch die - typischerweise von kommunalen Unternehmen betriebene - gasbefeuerten Kraftwerke zu den Verlierern des Strukturwandels. Neue Geschäftsmöglichkeiten für kommunale Versorgungsunternehmen werden im Einsatz von Energiespeichern, bei Maßnahmen zum Lastmanagement, flexiblen Backup-Kraftwerken sowie Power-to-Heat- und Power-to-Gas-Anlagen gesehen. Es werden Handlungsempfehlungen an die Politik für die Gestaltung geeigneter energie- und klimapolitischer Rahmenbedingungen formuliert.

VGB PowerTech: Windenergie in Deutschland und Europa - Status quo, Potenziale und Herausforderungen in der Grundversorgung mit Elektrizität. Teil 1: Entwicklungen in Deutschland seit 2010. Juni 2017 (13 S.)

https://www.vgb.org/studie_windenergie_deutschland_europa_teil1.html

Der Inhalt dieser Studie wurde auf der AKE-Herbstsitzung 2017 von Mitautor Thomas Linne-mann vorgetragen. Mit dem Ausbau der Windenergie hat sich entgegen früheren Erwartungen keine Glättung der Volatilität und kein nennenswerter Anstieg der gesicherten Leistung von weniger als 1% ergeben, sodass in vollem Umfang planbare Backup-Leistung vorgehalten werden muss. Selbst bei Aufsummierung der Zeitreihen der Leistung über 18 europäische Länder können nur maximal 4% der installierten Windanlagenkapazität als gesicherte Leistung angesehen werden.

Shell Wasserstoff-Studie: Energie der Zukunft? Nachhaltige Mobilität durch Brennstoffzelle und H₂. 2017 (37 S.)

<http://www.shell.de/medien/shell-publikationen/shell-hydrogen-study.html>

In dieser in Zusammenarbeit mit dem Wuppertal-Institut erstellten Studie werden aktuelle und künftige Verfahren und Ausgangsstoffe zur Erzeugung von Wasserstoff hinsichtlich Energieaufwand, Treibhausgasemissionen und Bereitstellungskosten verglichen. Es werden Fragen der Wasserstofflogistik wie Speichermethoden und Transportoptionen untersucht. Bezüglich der energetischen Nutzung von Wasserstoff konzentriert sich die Studie auf die Brennstoffzelle, zum einen für Backup-Stromerzeugung und Hausenergieversorgung, zum anderen - und das steht im Vordergrund der Studie - für mobile Wasserstoffanwendungen, vor allem in PKW. Ein Thema ist dabei auch der Aufbau einer Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur

Fossile Brennstoffe

BDEW: Realisierung zahlreicher wichtiger Kraftwerksprojekte stockt. Presse-

Information vom 24. April 2016 (mit Links zu Kraftwerkslisten)

<https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20170424-pi-realisation-zahlreicher-wichtiger-kraftwerksprojekte-stockt-de>

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft präsentiert seine neue Kraftwerksliste und berichtet, dass derzeit vier Gaskraftwerke mit einer Leistung von zusammen 780 MW im Bau und 15 Anlagen mit insgesamt 9.500 MW in Planung seien. Bei den geplanten Anlagen sei jedoch die Investitionsentscheidung zumeist noch nicht gefallen. Diese Anlagen seien zwar für die Energiewende notwendig, jedoch seien auf Grund der unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen zu erwartenden niedrigen Zahl jährlicher Vollaststunden deren wirtschaftliche Realisation unwahrscheinlich. Die Politik müsse klarmachen, dass solche Anlagen eine Zukunft haben. Ähnlich sei die Situation im Bereich der Pumpspeicherkraftwerke.

era - energy research architecture: Analyse des Exports von Stein- und Braunkohlestrom. August 2017

https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/energie/2017-08-21_Studie_Stromexporte_final.pdf

Die Stromexportüberschüsse haben sich zwischen 2011 und 2016 von 6,3 TWh auf 53,7 TWh fast verneunfacht, gleichzeitig stieg die Abregelung von Strom aus EE-Anlagen und betrug im Jahr 2015, als bisheriger Höchstwert, 4,72 TWh. Die Studie führt das auf "die zu starre Fahrweise" der Braunkohle- und Kernkraftwerke zurück. Für ausgewählte Wochenzeiträume im Jahr 2016 wird die Zusammensetzung der Stromerzeugung nach Kraftwerksarten angegeben. Es ist erkennbar, dass Steinkohlekraftwerke in hohem Maße zur Lastfolge eingesetzt wurden. Nicht ersichtlich ist die Entwicklung der - hier mit den Stromexporten saldierten - Stromimporte. Für eine wirtschaftliche Bewertung der Exportüberschüsse fehlt auch die Darstellung der Stromerlöse und die Angabe, in welchem Umfang Strom zu negative Erlösen exportiert wurde.

Sachverständigenrat für Umweltfragen: Kohleausstieg jetzt einleiten. Stellungnahme, Oktober 2017 (54 S.)

https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2017_10_Stellungnahme_Kohleausstieg.html;jsessionid=6C8EC466553007D2D86C632F969CF3FB.2_cid331

Der Umweltrat fordert den vollständigen Ausstieg aus der Kohleverstromung innerhalb von 20 Jahren. Sonst seien die Klimaziele in Deutschland nicht zu erreichen. Grundlage des Kohleausstiegs solle ein Budget der Gesamtmenge an Treibhausgasen sein, die durch Kohlekraftwerke bis zur endgültigen Abschaltung noch ausgestoßen werden dürfen. Für dieses Emissionsbudget schlägt der Umweltrat maximal 2.000 Megatonnen CO₂ vor. Der Ausstiegspfad und dessen strukturpolitische Begleitung sollten in einer Kommission gemeinsam mit den betroffenen Regionen, Unternehmen, Gewerkschaften und Umweltverbänden beraten werden ("konsensorientierter Beteiligungsprozess"). Das Gutachten macht für seinen Vorschlag neben klimapolitischen Zielen auch Nutzen hinsichtlich Umwelt- und Gesundheitsschutz geltend und analysiert die Folgen bezüglich Strukturveränderungen in den Kohlebergbauregionen sowie die Auswirkungen auf die Stromversorgung (Reserveleistung, Frequenzhaltung, Blindleistungsversorgung usw.).

Agora Energiewende: Ein Kohleausstieg nach dem Vorbild des Atomausstiegs? Eine juristische Analyse des Urteils des Bundesverfassungsgerichts vom 6. Dezember 2016. Oktober 2017 (52 S.)

https://www.agora-energieswende.de/fileadmin/Projekte/2015/Kohlekonsens/Agora_Rechtsgutachten-Kohlekonsens_WEB.PDF

Das im Auftrag der AgoraEnergiewende erstellte Rechtsgutachten kommt zu dem Ergebnis, dass ein Kohleausstiegsgesetz analog dem Atomausstiegsgesetz von 2011 rechtlich zulässig wäre. Eine Konsenslösung sei vorzuziehen, aber nicht Bedingung. Nach Ablauf einer Abschreibungs-

dauer von 25 Jahren könne eine Stilllegung auch entschädigungslos erfolgen, sofern nach Inkrafttreten des Gesetzes eine Übergangszeit von mindestens einem Jahr verstrichen ist. Bei Braunkohlekraftwerken ist wegen der Folgewirkungen auf die vom Kraftwerksbetrieb abhängigen Tagebaue von längeren Übergangszeiten und evtl. einer Entschädigung für anfallende Rekultivierungskosten auszugehen. Auch ein Verbot des Baus neuer Kohlekraftwerke sei zulässig. Dem Gutachten widerspricht der Bundesverband Braunkohle (DEBRIV), siehe nachfolgende Literaturstelle.

Bundesverband Braunkohle (DEBRIV): Agora-Rechtsgutachten zum Kohlenausstieg ist unzulänglich, oberflächlich und rein ideologisch motiviert. Oktober 2017

<https://newsletter.braunkohle.de/?na=v&id=28&nk=1237-f9b5c724a9>

In seiner Stellungnahme zum Rechtsgutachten der AgoraEnergiewende macht der Bundesverband Braunkohle geltend, dass die Braunkohlekraftwerke in Deutschland auf der Grundlage unbefristeter rechtskonformer Genehmigungen arbeiten, die dem Stand der Technik entsprechen. Der grundgesetzliche Eigentumsschutz bestehe auch nach Ablauf der Abschreibungs- oder Amortisationszeit weiter. Zudem stünden auch Tagebaue unter demselben Eigentumsschutz. Darüberhinaus lasse das Gutachten die sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen, die ein Kohleausstieg für die betroffenen Regionen und den Industriestandort Deutschland mit sich bringen würde, außer Acht.

Kernkraft

Bundesregierung: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung 2015. Bundestagsdrucksache 18/13180 vom 20. 07. 2017 (60 S.)

<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/131/1813180.pdf>

Der Jahresbericht der Bundesregierung behandelt Themen des Strahlenschutzes, der natürlichen und der zivilisatorischen Strahlenexposition, die berufliche Strahlenexposition sowie die Strahlenexposition in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie. Danach wird die mittlere natürliche ionisierende Strahlenexposition im Jahr 2015 in Deutschland von etwas über 2 mSv zur Hälfte von Radonemissionen bewirkt und die fast gleich hohe knapp 2 mSv betragende zivilisatorischer Exposition zu über 95% durch Röntgendiagnostik (und in geringen Maß Nuklearmedizin). Der Bericht geht auch auf nicht-ionisierende Strahlung ein. Er verweist auch auf EU-Publikationen (<https://ec.europa.eu/energy/en/radiation-protection-publications>)

OECD-NEA: Impacts of the Fukushima Daiichi Accident on Nuclear Development Policies. April 2017 (72 S.)

bit.ly/2p55dLw

Der Unfall im KKW Fukushima Daiichi hatte erhebliche Auswirkungen auf der Kernenergiepolitik weltweit, am stärksten in Japan selbst, wo neue Sicherheitsstandards eingeführt und die Atomaufsicht institutionell reformiert wurde, alle Anlage abgeschaltet wurden und einer Neuzulassung bedürfen, die erst bei fünf Blöcken erfolgt ist. Alle Anlagen weltweit wurden überprüft und oftmals Sicherheitsverbesserungen initiiert. Als Konsequenz wurden in einigen Ländern der Welt die Ausbauprogramme verlangsamt; Italien widerrief den geplanten Wiedereinstieg. In Ländern, die schon zuvor einen Ausstieg beschlossen hatten, wurde dieser beschleunigt. Der Bau neuer Anlagen kam aber nicht zum Stillstand: Seit 2011 gingen 38 Neuanlagen ans Netz, 33 weitere Anlagen wurden begonnen. Insgesamt wurden die Prognosen für den künftigen Beitrag der Kernenergie nach unten revidiert.

Websites zu Energiedaten

Eine Gesamtübersicht finden Sie als Excel-Tabelle unter http://www.fze.uni-saarland.de/AKE_Archiv/AKE-LiteraturListe/Links_Literaturliste.htm/Energiewebseiten.xls

Neu aufgenommen wurde das neue Informationsportal der Bundesnetzagentur zum Strommarkt: www.SMARD.de

Hinweis auf die Energie-Perspektiven des IPP der MPG

Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik gibt vierteljährlich einen Newsletter über aktuelle Entwicklungen heraus. Die Website bietet auch eine umfangreiche Link-Liste zu Institutionen im Energiebereich.

<http://www2.ipp.mpg.de/ippcms/ep/aktuell/index.html>

Hinweis auf die „welt der physik“ (DPG / BMBF)

Abschließend sei auf die von der DPG und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung betriebene Webseite „welt der physik“ (<https://www.weltderphysik.de/>) hingewiesen. Sie umfasst im Rahmen ihrer Gesamtschau auf die Physik auch viele Energiethemen in einer an der interessierten Allgemeinheit orientierten didaktischen Aufbereitung.