

Dr. Rainer Moormann und Dr. Anna Veronika Wendland

Warum wir die deutschen Kernkraftwerke jetzt noch brauchen

Vorschlag für eine neu aufgestellte Energiewende unter den Bedingungen des Klimanotstandes

14.07.2020

Angesichts des Klimanotstandes und der aktuell zu langsam voranschreitenden Energiewende schlagen wir – Atomkraftbefürworter:in die eine, Atomkraftkritiker:in die andere – vor, die noch am Netz befindlichen sechs deutschen Kernkraftwerke (KKW) möglichst unter Staatsregie mit strengen Auflagen weiterlaufen zu lassen. Stattdessen sollten im selben Umfang besonders klimaschädliche Braunkohle-Kapazitäten zeitgleich stillgelegt werden, was die deutschen CO₂-Gesamtemissionen um ca. 10 % senken würde. Falls bis 2030 die erforderlichen wesentlichen Fortschritte auf dem Weg zu Großspeichern für ein weitgehend auf Erneuerbaren Energien basierendes System nicht zu beobachten wären, müsste zwangsläufig über einen Neubau von Kernkraftwerken – zusätzlich zum Erneuerbaren-Ausbau – nachgedacht werden. Zur Vorbereitung dieser Diskussion sollten öffentliche Fördermittel ab sofort auch in Hinblick auf ein solches Szenario eingesetzt werden. Die EEG-Umlage sollte durch ein steuerfinanziertes Modell ersetzt werden.

1. Die derzeitige Rolle der verbliebenen KKW

Am 30. Juni 2011 beschloss der Deutsche Bundestag mit der Novellierung des Atomgesetzes den Ausstieg unseres Landes aus der Kernenergienutzung bis 2022. Seitdem sind die deutschen KKW sukzessive vom Netz gegangen, das vorläufig letzte war Philippsburg-2 am 31.12.2019. Aktuell sind noch sechs KKW am Netz (GER6). Nach dem Atomausstiegsbeschluss müssen drei davon (Brokdorf, Grohnde, Gundremmingen C) zum 31.12.2021 vom Netz gehen, drei (Emsland, Isar-2, Neckarwestheim-2) bis zum 31.12.2022. Nach Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb gemäß Atomgesetz ist dieser Schritt de facto irreversibel. Damit gehen rund 8.500 MW installierter CO₂-armer Leistung verloren. Insgesamt wurden 2019 von den (damals noch sieben) deutschen KKW rund 76 Terawattstunden (also 76 Milliarden kWh) Brutto-Atomstrom erzeugt¹, also noch rund 12 % des deutschen Strombedarfs, und mehr als die Braunkohle-Gesamterzeugung des wichtigsten Braunkohlelandes Nordrhein-Westfalen.² Betrachten wir die Nettostromproduktion, so erbrachten die KKW für das öffentliche Netz rund 71 TWh, die Braunkohlekraftwerke 102 TWh.³ Diese Leistung erbrachten die KKW sowohl im

1 Kernenergie in Zahlen 2019, in: KernD, <https://www.kernd.de/kernd-wAssets/docs/service/621kernenergie-in-zahlen.pdf>

2 Bundesverband Braunkohle, Braunkohle in Deutschland. Daten und Fakten. <https://braunkohle.de/wp-content/uploads/2019/04/Braunkohle-in-Deutschland-Daten-und-Fakten-Statistikfaltblatt-deutsch.pdf>. Die Braunkohle-Gesamterzeugung lag 2018 bei 145,5 TWh, die NRWs bei 72 TWh.

3 Bruno Burger (Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme ISE), Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2019, https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/Stromerzeugung_2019_2.pdf. Die Werte für weitere Energieträger: Wind 127,7 TWh, Erdgas 54,1 TWh, Steinkohle 48,7 TWh, PV 46,5 TWh, Biomasse 44,4 TWh, Wasserkraft 19,2 TWh. Diese Werte schließen rund 40 TWh Stromexporte von überproduziertem Strom ein, sie widerspiegeln also korrekt ausgedrückt nicht den Mix des Stromverbrauchs deutscher Verbraucher, sondern nur die Netto-Produktionsmenge (d. h. ohne Eigenbedarf der Kraftwerke und ohne Industriekraftwerke).

Grundlastbetrieb⁴ als auch als lastfolgefahrende Anlagen im Mittellastbetrieb.⁵ Dabei haben die Kernkraftwerke auch wichtige Aufgaben für das Backup variabel einspeisender Erneuerbarer Energien (VRE)⁶ übernommen.

2. Der deutsche Weg

Die Erneuerbaren Energien (EE) kamen 2019 für rund 46 % der deutschen Nettostromproduktion auf,⁷ beim Stromverbrauch betrug der EE-Anteil im Jahresdurchschnitt 43 %.⁸ Das ist im weltweiten Vergleich der Industrieländer ein eindrucksvoller Anteil und eine gewaltige Steigerung gegenüber den Vorjahren. Doch gleichzeitig bleibt Deutschland bei der Erreichung von Klimazielen hinter anderen Industrieländern zurück, beispielsweise Frankreich und Schweden, die einen Mix aus Erneuerbaren mit hohem Wasserkraft-Anteil und Kernenergie nutzen.⁹ Anfang 2020 räumte die Bundesregierung ein, dass die deutschen Klimaziele nicht erreicht werden – der ökonomische Einbruch infolge der Corona-Krise kann diese Bilanz noch verbessern, doch dies wird sicherlich kein konsensfähiger Weg sein, um Klimaziele dauerhaft zu erreichen.¹⁰ Dieser Rückschlag hat auch mit der spezifischen Ausrichtung der deutschen Energiewende zu tun. Deren Ziele waren prioritär der Ausstieg aus der Kernenergie, zweitens die staatliche Förderung insbesondere der VRE Windkraft und Photovoltaik, also im Grunde eine Stromwende. Deutschland hat also nicht nur in den anderen Sektoren (Mobilität, Wärme) bisher zu wenig geleistet; es hat auch in der Gesamtbilanz (der Kernenergie-Anteil lag 2010 noch bei rund 22 %)¹¹ lediglich die eine CO₂-arme Quelle durch eine andere ersetzt, allerdings um den Preis, mit der Kernenergie außerdem auch noch eine Quelle mit *gesicherter* Leistung zu verlieren. Daraus folgt, dass VRE ohne Speicher die Kernenergie zwar bilanziell, nicht aber funktionell ersetzt haben.¹² Die bei

4 Brutto-Grundlaststromerzeugung in Deutschland 2018, in: Kernenergie in Zahlen 2019, a.a.O. Demnach kam Kernenergie für knapp ein Drittel (32,1 %), Braunkohle für 61,4 % des Grundlastaufkommens auf.

5 Zur Lastfolge in Kernkraftwerken: Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag / Reinhard Grünwald / Claudio Caviezel, Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke. Hintergrundpapier Nr. 21, Berlin März 2017, <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Hintergrundpapier-hp021.pdf>; aus Betreibersicht: Holger Ludwig, Tatiana Salnikova und Ulrich Waas, Lastwechselfähigkeiten deutscher KKW, in: Sonderdruck aus Jahrgang 55 (2010), Heft 8/9 August/September Internationale Zeitschrift für Kernenergie, 2–9; mit Einbeziehung von Erkenntnissen über neue Reaktorleistungsregelung: Kuhn, Andreas / Peter Klaus, Improving automated load flexibility of NPP with ALFC, in: VGB PowerTech 96 (2016), Nr. 5, 48–52; international: Aliko van Heek, Hybrid systems: mixing things up, in: Nuclear Engineering International, 20.06.2019, <https://www.neimagazine.com/features/featurehybrid-systems-mixing-things-up-7267616>.

6 „variable renewable energy“, die international übliche Bezeichnung für intermittierend einspeisende erneuerbare Erzeuger.

7 Burger, Öffentliche Nettostromerzeugung 2019.

8 BDEW, Beitrag der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Stromverbrauchs in Deutschland 2019, https://www.bdew.de/media/documents/Beitrag_EE_zur_Deckung_des_Stromverbrauchs_Jahr_2019_online_o_Ba_12032020.pdf

9 Globale Vergleichsdaten sind tagesgenau einsehbar unter Electricitymap, <https://www.electricitymap.org/>.

10 Regierungsgutachten prophezeien Verfehlen der Klimaziele, in: Die Welt, 05.03.2020, <https://www.welt.de/politik/deutschland/article206334547/Klimapaket-Regierungsgutachten-prophezeien-Verfehlen-der-Klimaziele.html>

11 2010: 22,2 % der Bruttostromerzeugung, KernD, Kernenergie in Deutschland 2019.

12 Friedrich Wagner: Zwischenbilanz der Energiewende, in: Physik-Journal 18 (2019) Nr. 10, 43–49

der Energiewende erforderlichen Speicher lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen, Kurzzeitspeicher (bis 1 Tag), und Langzeitspeicher (Monate), die unterschiedliche Funktionen erfüllen müssen: Während Kurzzeitspeicher (z. B. Batteriesysteme) die im Tagesverlauf auftretenden Schwankungen ausgleichen, zur Netzstabilisierung dienen und oberhalb eines Anteils von 60 % VRE zunehmend unverzichtbar werden, sollen Langzeitspeicher (z.B. Power to Gas wie Wasserstoff, Methan) im Jahresgang auftretende Phasen geringer Verfügbarkeit von VRE bis hin zu kalten Dunkelflauten ausgleichen.¹³ Der landestypische EE-Mix mit Dominanz der VRE Windkraft und Photovoltaik und einer geringen Rolle von Wasserkraft stellt uns daher mehr als andere Länder vor die Problematik der Stromspeicherung. Während die heute installierte EE-Leistung an wind- und sonnenreichen Tagen unsere Stromversorgung mühelos decken kann, steht tageweise, vor allem im Winterhalbjahr, viel zu wenig Strom aus EE zur Verfügung. Ansehnliche Monatsdurchschnittsbilanzen oder Tageserfolge verdecken die Tatsache, dass wir es im Tages- und Wochenlastgang beständig mit Phasen der Über- und Unterproduktion zu tun haben. Stromspeichertechnologien sind zwar technisch gesehen machbar, aber derzeit nur in Form von öffentlich geförderten Pilotanlagen kleiner Kapazitäten verfügbar. Es gibt gegenwärtig noch keine nennenswerten Planungen, Errichtungen oder gar Inbetriebsetzungen von Speichersystemen im Industriemaßstab. Zum Erfolg des aktuellen Energiewendefahrplans benötigen wir hinreichend repräsentative prototypische Anlagen aber bereits ab 2030, um acht Jahre später, wenn der komplette Ausstieg aus der Kohle vollzogen sein wird, erprobte großtechnische Anlagen zu besitzen.¹⁴ Aus dieser Situation folgt: Nach dem Wegfall der Kernenergie wird deren Funktion im Bereich gesicherter Leistung und EE-Backup, anders als viele Menschen annehmen, nicht von EE übernommen, sondern vorwiegend von fossilen Erzeugern. Denn was den hohen Anteil von VRE an unserer derzeitigen Stromversorgung überhaupt erst ermöglicht, ist die Bereitstellung eines stabilen und auf Einspeiseschwankungen flexibel reaktionsfähigen Netzes – eine Funktion, welche die EE mit Ausnahme der Bandenergien Biomasse und Wasserkraft aber ohne Speicher nicht übernehmen können.

In einem kernenergiefreien Deutschland werden diese Systemleistungen zur Spannungs- und Frequenzhaltung vorerst also fast ausschließlich durch Braunkohle-, Steinkohle- und Gaskraftwerke übernommen. Nach dem Willen der Bundesregierung soll in Zukunft vor allem Erdgas als „Übergangstechnologie“ die Backup-Funktion für Erneuerbare übernehmen. Das wirft weitere Fragen auf: Erdgasverbrennung ist im dann auch erforderlichen Teillastbetrieb

13 Agora Studie: Speicher in der Energiewende (2014)

<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/stromspeicher-in-der-energiewende/>

14 Sicherstellung der Stromversorgung bei Dunkelflauten. Dokumentation, Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste WD 5 - 3000 - 167/18, 31.01.2019. Dieser Überblick über mehrere Studien und Publikationen (davon auch mehrere aus dem Umfeld von EE-affirmativen NGOs oder Interessenvertretungen) ergibt, dass es erstens kontroverse Auffassungen über die Machbarkeit eines zu 100 % auf EE basierenden Systems gibt und dass es zweitens erst wenige konkrete Untersuchungen über den Lastfall Dunkelflaute gibt. Die dort diskutierte Studie der DENA rechnet mit erforderlichen Langzeit-Speicherkapazitäten von 30 bis 45 TWh. Die meisten Studien befassen sich mit Szenarien für die fernere Zukunft, nur wenige befassen sich mit kritischen Fragen wie Akzeptanz von Demand-Side-Management oder Finanzierbarkeit:

<https://www.bundestag.de/resource/blob/627898/b65deea51fdb399e4b64f1182465658d/WD-5-167-18-pdf-data.pdf>

emissionsträchtiger als im heutigen Vollast- bzw. Spitzenlastbetrieb. Erdgas ist über seine gesamte Produktionskette wegen der auftretenden Methan-Emissionen trotz deutlich geringerer CO₂-Emissionen bei der Verbrennung als klimaschädliche Lösung anzusehen.¹⁵ Zudem treibt uns die wachsende Abhängigkeit von russischem Erdgas in sicherheitspolitische Dilemmata und in einen Konflikt mit der EU-Energiestrategie zur Diversifizierung der Energielieferungen.

3. Lösungsversuch mit vielen Unbekannten

Eine Lösung für dieses Problem wäre ein dezentralisiertes Netz erneuerbarer Erzeuger, in dem digitale Netzleittechnik mit einer flexiblen Zusammenschaltung virtueller Kraftwerke sowie einer Verbrauchssteuerung für Netzstabilität sorgt. Doch verfügen wir bislang über dieses Instrument nur in Ansätzen. Der Netzausbau stockt, nicht zuletzt aufgrund vieler Einsprüche von Bürgerinitiativen. Auch wirft diese Lösung ökonomische, ökologische und ethische Fragen auf, die nach wie vor nicht ausreichend geklärt sind. Es fehlt der hinreichende Nachweis, dass eine dezentral organisierte, aber überwiegend auf Niedrigenergieflüssen aus Umgebungsenergien beruhende Stromproduktion und -verteilung jene enorme Steigerung des zukünftigen Strombedarfs abfedern kann, welche durch

15 Thure Traber, Hans-Josef Fell, Erdgas leistet keinen Beitrag zum Klimaschutz. EnergyWatchGroup Erdgasstudie September 2019, http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG_Erdgasstudie_2019.pdf; Darauf verweist auch der Bericht der „Kohlekommission“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Abschlussbericht Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, Stand Januar 2019, <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung/>.

Elektromobilität und Elektrifizierung des Wärmemarktes erzeugt würde¹⁶ („Sektorkopplung“¹⁷). Und selbst bei größtmöglicher Flexibilität der Stromverteilung muss sichergestellt sein, dass die Stromproduktion zu jedem Zeitpunkt mindestens so hoch ist wie die Nachfrage (Last). Eine angenommene flexible Verbrauchssteuerung mag auch bei einer Unterdeckung der Last in der Lage sein, das Stromnetz stabil zu halten, allerdings würde es dann erforderlich werden, Teilnetze von der Stromversorgung zu trennen (Lastabwurf).¹⁸ Der Bedarf an Kurzzeitspeichern lässt sich verschiedenen Studien folgend dadurch minimieren, dass moderate Abregelung der VRE zugelassen wird, d. h. Erzeugungsspitzen nicht gespeichert werden.¹⁹ In diesem Fall werden noch Kurzzeitspeicherkapazitäten von ca. 1 TWh für ein Energiewendeszenario mit 90 % EE benötigt – für schnelle Speicher ein immer noch herausfordernder Wert.²⁰ Die Langzeitspeicherproblematik/-Dunkelflaute, für die mit

16 So die Metastudie B. P. Heard, B. W. Brook, T. M. L. Wigley, C. J. A. Bradshaw, Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100 % renewable-electricity systems, in: Renewable and Sustainable Energy Reviews vol 76 (September 2017), 1122–1133, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117304495>. Eine FZJ-Studie vom Oktober 2019 zur Machbarkeit der Energiewende ist unter https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/News/TransformationStrategies2050/_node.html dokumentiert. Das FZJ untersucht zwei Szenarien für die Energiewende bis 2050: Eine auf 80 % erneuerbarer Energieerzeugung basierende Wende sowie eine mit 95 % EE. Ein EE-Anteil von 80 % wurde als Mindestanforderung an die Energiewende von der Bundesregierung festgeschrieben. In beiden Fällen wird Kernenergie ausgeklammert. Ihnen ist weiterhin gemeinsam, dass eine Energieeinsparung von insgesamt fast 50 % umgesetzt werden muss (Verkehr und Gebäudesektor mit 50 - 58 % Einsparungen, Industrie mit 37 - 38 %). Darüber hinaus ergeben sich große Unterschiede: Die 80-%Variante stellt sich als vergleichsweise leicht durchführbar heraus und benötigt nur einen kleinen Kurzzeitspeicherumfang, da fast 20 % des Energiebedarfs weiterhin fossil (Erdgas) abgedeckt werden. Obwohl verglichen mit dem Referenzzeitraum 1990 erhebliche CO₂-Einsparungen zu erzielen sind, können die Ziele des Pariser Klimaabkommens damit nicht erfüllt werden (Gesamtemissionen 2050: ca. 200 Mio t CO₂/a). Die Gesamtkosten dieses Wendeszenarios bis 2050 bleiben mit 655 Mrd € weit hinter den Kosten des 95-%-Szenarios zurück (1.850 Mrd €). Letzteres erfüllt zwar die Paris-Kriterien (Gesamtemissionen 2050: ca. 50 Mio t CO₂/a), entpuppt sich aber insgesamt als große Herausforderung: So sind bei Berücksichtigung von Dunkelflauten gespeicherte Energiereserven (Langzeitspeicher) von mindestens 80 TWh erforderlich, wenn nicht auf eine entsprechende Erhöhung der Importe zurückgegriffen werden kann. Gemäß der Studie „Energy Brainpool GmbH & Co. KG (2017). Kalte Dunkelflaute: Robustheit des Stromsystems bei Extremwetter. Studie im Auftrag der Greenpeace Energy“ (s. https://www.energybrainpool.com/fileadmin/download/Studien/Studie_2017-06-26_GPE_Studie_Kalte-Dunkelflaute_Energy-Brainpool.pdf) von 2017 existiert eine Ausgleichsmöglichkeit auf europäischer Basis für eine 14-tägige Dunkelflaute aber nur sehr bedingt, sodass auf Langzeitspeicher zurückgegriffen werden muss. Im 95 % Szenario des FZJ werden die Energieimporte auf etwa 20 % reduziert. Nach Einschätzung der FZJ-Experten ist eine frühzeitige Entscheidung zwischen beiden Szenarien erforderlich, da die zu ergreifenden Maßnahmen unterschiedlich sind.

17 Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina / Deutsche Akademie der Technikwissenschaften / Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, Sektorkopplung – Optionen für die nächste Phase der Energiewende. Stellungnahme des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“, November 2017, <https://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/stellungnahme-sektorkopplung/>.

18 § 13 (2) Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)

19 DIW Berlin: Die Energiewende wird nicht an Stromspeichern scheitern (2018). https://www.diw.de/de/diw_01.c.591373.de/publikationen/diw_aktuell/2018_0011/die_energiewende_wird_nicht_an_stromspeichern_scheitern.html

20 Nach Einschätzung der FZJ Studie (s. Fn. 16) entspricht der Kurzzeit-Speicherbedarf etwa der Kapazität von 10 % der 2050 vorhandenen Batterien im Verkehrssektor. Deren Integration in das Netz könnte also das Kurzzeitspeicherproblem eventuell lösen.

mindestens 30 TWh – bei vollständiger Abdeckung von langandauernden kalten Dunkelflauten sogar mit bis zu 100 TWh – erheblich höhere Speicherkapazitäten erforderlich werden²¹, bleibt davon unberührt. Die Dekarbonisierung der Chemie- und Stahlindustrie mit grünem Strom und Wasserstofftechnologie stellt eine zusätzliche immense Herausforderung dar: Allein der Strombedarf für die Dekarbonisierung der Chemieindustrie würde den heutigen Gesamtstromverbrauch Deutschlands weit übersteigen. Auch hier sind wir über den Pilotanlagen-Status nicht hinaus. Gemäß Dekarbonisierungsstudien aus der Stahl- und Chemieindustrie können diese ohne staatliche Eingriffe und internationale Einflussnahme der EU unter einem radikalen CO₂-Einsparziel für 2050 nicht konkurrenzfähig bleiben.²² Die Finanzierung eines überwiegend auf Umgebungsenergien beruhenden Systems mit Großspeichern ist noch offen. Es ist nicht auszuschließen, dass es entweder auf eine massive CO₂-Besteuerung oder aber auf eine weitere bürgerfinanzierte Umlage nach EEG-Muster (oder beides) hinausläuft, was die Aussicht auf eine Senkung der Verbraucher- und Industriestrompreise eher schwinden lässt und die Gefahr birgt, dass die Bürger keine „Energiewende-Dividende“ einfahren können, die aber eine Voraussetzung für die Akzeptanz einer solchen weitreichenden Umwälzung wäre. Der Ressourcen- und Flächenbedarf eines solchen Systems lässt Zweifel an der ökologischen Verträglichkeit dieses Vorhabens aufkommen, wie die kritische Diskussion um den Zusammenhang von Energiewendeförderung für Biomassekraftwerke, agrarische Monokulturen, Windkraftanlagen (WKA) in Wäldern und Gefahren dieser Entwicklungen für die Biodiversität zeigt.²³ Ethische und (datenschutz-) rechtliche Fragen um das „smarte“ Demand-Side-Management sind noch nicht ansatzweise geklärt, wenn Algorithmen darüber entscheiden,

21 Agora-Studie zum Speicherbedarf (wie Fn. 13), Sicherstellung der Stromversorgung bei Dunkelflauten (wie Fn. 14), FZJ-Studie (siehe Fn. 16)

22 „Salzgitter AG fordert Staatshilfe für klimafreundliche Stahlherstellung“, in: Hannoversche Allgemeine Zeitung online, 10.01.2020, <https://www.haz.de/Nachrichten/Wirtschaft/Niedersachsen/CO2-Minderung-Salzgitter-AG-fordert-Staatshilfe-fuer-klimafreundliche-Stahlherstellung>, und die Wirtschaftsvereinigung Stahl bereits 2017: „Klimaschutz: Weltweiter Ansatz fehlt weiterhin“, in: Engagement für Stahl. Jahresbericht 2017, Düsseldorf 2017, 14–16. https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2017/12/WV-Stahl_Jahresbericht_2017-D-RZ_Web.pdf; Anna Veronika Wendland, Ein CO₂-armes Stahlwerk und seine Stromversorgung, in: Stahl und Eisen, 07.03.2020, <https://www.stahleisen.de/2020/03/07/ein-co2-armes-stahlwerk-und-seine-stromversorgung/>. Roland Geres, Andreas Kohn, Sebastian Lenz, Florian Ausfelder, Alexis M. Bazzanella, Alexander Möller, Roadmap Chemie 2050: Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland. Eine Studie von DECHEMA und FutureCamp für den VCI, <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgasneutralitaet.pdf>, insbes. 75–78. Allein die anlagentechnische Umrüstung schlägt – ohne Stromkosten – besonders in der letzten Phase mit jährlich bis zu 5,5 Milliarden Euro zu Buche, d. h. in einer Phase ab 2040, wo bereits *vorausgesetzt* wird, dass der Kohleausstieg gelungen *und* zu günstigen Preisen zu haben sei: „Insbesondere das Ergebnis für den Scope 3, bei dem sehr erhebliche Emissionsreduktionen erst später und unter Inkaufnahme hoher Investitions- und Strombedarfe erfolgen, zeigt, dass für eine vollständige Zielerreichung der Treibhausgasneutralität sehr ambitionierte und günstige Rahmenbedingungen (z. B. Strompreis) zugrunde gelegt werden müssen“ (78). Für die Ausbauphase des am meisten CO₂ einsparenden Pfades 3 werden bis zu 700 TWh zusätzlicher jährlicher CO₂-armer Strombedarf veranschlagt, das sind rund 136 % des heutigen jährlichen *Gesamtstromverbrauchs* Deutschlands (2018: 513 TWh/a), vgl. Geres et al. 75, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/stromverbrauch>. Auch die Chemieindustrie ruft angesichts dieser immensen Herausforderungen nach dem Staat: „Klimaschutz braucht günstige Energie“, Pressemitteilung des VCI, 04.03.2020, <https://www.vci.de/themen/energie-klima-rohstoffe/klimaschutz/klimaschutz-braucht-guenstige-energie-co2-minderung-in-der-eu-realistisch-gestalten.jsp>.

wann und wie weit Dritte Zugriff auf PKW-Batterien und Haushaltsgeräte bekommen, um diese zu- oder abzuregeln oder um über die Systemrelevanz konkurrierender, durch Lastabwurf bedrohter Verbraucher befinden müssen. All diese Prozesse berühren Persönlichkeits-, Besitz-, Unversehrtheits- und Bewegungsfreiheitsrechte sowie die informationelle Selbstbestimmung der Stromkunden. Schließlich verfügen wir derzeit über keine hinreichende Risikoforschung zur Verwundbarkeit und Ausfallsicherheit digital gesteuerter dezentraler Stromnetze mit fast ausschließlich erneuerbaren Erzeugern.²⁴ Offensichtlich hat die Wahrnehmung der einzelnen EE-Anlagen als vergleichsweise harmlos die Entscheider dazu verleitet, ein Großsystem zigtausender digital vernetzter EE-Anlagen nicht als komplex, enggekoppelt und potenziell störungsanfällig anzusehen. Sie sollten sich den Atomkritiker Klaus Traube zu Herzen nehmen, der einmal mit Bezug auf das Schicksal gescheiterter Kernenergieprojekte sagte: „Das größte Risiko droht von scheinbaren Trivialitäten, an die keiner gedacht hat.“²⁵ Mit Blick auf die drei Hauptziele eines guten Energiesystems (Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit, Bezahlbarkeit), zu denen wir ohne weiteres auch die soziale und ethische Vertretbarkeit gesellen können, kommen wir also nicht umhin zu konstatieren, dass die Energiewende erstens in einen Zielkonflikt geraten ist und dass uns zweitens auch nach 20 Jahren EE-Förderung wesentliche Wissensbestände fehlen, um zweifelsfrei festzustellen, dass der Technologiewechsel ökonomisch, ökologisch und ethisch *vertretbarer ist als ein Verbleiben in der Kernenergienutzung*. Die Bejahung dieser Frage war ja das Hauptargument für die Energiewende.²⁶ In dieser ohnehin bereits schwierigen Situation – der weitere Verlauf der Energiewende ist im Ungewissen, eine teilweise Rekarbonisierung unserer Elektrizitätswirtschaft aufgrund fehlender Stromspeicher ist nicht auszuschließen – stehen wir zudem vor einer immensen Herausforderung durch den rapide Fahrt aufnehmenden Klimawandel.

4. Randbedingungen einer GER6-Laufzeitverlängerung

Die sechs noch laufenden deutschen KKW zeichnen sich durch einen störungsarmen Betrieb aus. Es handelt sich bei den fünf Druckwasserreaktoren sowie dem verbliebenen Siedewasserreaktor um eine insgesamt ausgereifte Technologie (DWR Baulinie 3 und Konvoi, SWR Baulinie 72). Sie gingen zwischen 1985 und 1989 in Betrieb. Im Zuge der Laufzeitverlängerung 2010, welche ein vollständiges Ende des KKW-Betriebs erst für 2036 vorsah, gab es vergleichende Sicherheitsbetrachtungen für die damals noch laufenden 17 Anlagen²⁷. Diesen Untersuchungen ist unter anderem zu entnehmen, dass es sich bei diesen aktuell noch laufenden sechs KKW um die sicherheitstechnisch robustesten Anlagen handelt.

23 UFZ – Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Biodiversität und Energie, <https://www.ufz.de/index.php?de=36058>, mit Fachliteratur-Liste; NABU, Rotmilan und Windenergie – ein Faktencheck. Stellungnahme zu Dokumenten aus der Windenergiebranche, <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/wind/160406-nabu-faktencheck-rotmilan-und-windenergie.pdf>

24 Sicherstellung der Stromversorgung bei Dunkelflauten (wie Fn. 14)

25 Zitiert nach Joachim Radkau / Lothar Hahn, Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft, München 2013, 394.

26 Deutschlands Energiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft. Abschlussbericht der Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung, 4. April bis 28. Mai 2011, im Auftrag der Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel, in: <https://archiv.bundesregierung.de/archiv-de/kommissionsbericht-zur-energiewende-ein-gemeinschaftswerk-fuer-die-zukunft-394388>

Weniger robuste Anlagen wie die DWR-Bauline 2 (Biblis A usw.) und die gesamte Baureihe SWR69 wurden bereits 2011 stillgelegt. Eine kritische Bewertung des Sicherheitsstandards kommt vom Bund für Umwelt und Naturschutz. Einige der skizzierten, insgesamt eher undramatischen Schwachpunkte betreffen in Hinblick auf langfristigen Weiterbetrieb geplante, aber wegen der 2011 erfolgten Rücknahme der Laufzeitverlängerung von 2010 unterbliebene Nachrüstungen, die bei einem Weiterbetrieb in Angriff genommen werden sollten.²⁸ Eine zwingende Voraussetzung für den Weiterbetrieb der Anlagen besteht in einer hinreichenden Schadensvorsorge nach dem Stand von Wissenschaft und Technik.²⁹ Nach unserer Einschätzung können die genannten Anlagen diesen Anspruch erfüllen. Eine Laufzeitverlängerung auf insgesamt ca. 45 Jahre erscheint im Kontext der international geführten Laufzeitdebatte (USA bis 80 Jahre, Westeuropa bis 60 Jahre, z. T. schon umgesetzt) durchaus moderat. Die GER6 gehören zwar noch zur Reaktorgeneration 2 der Kernkraftwerke und sind in ihren sicherheitstechnischen Merkmalen hinsichtlich auslegungsüberschreitender Störfälle daher der aktuell baureifen Generation 3+ in einigen Punkten unterlegen (z. B. Auslegung gegen Kernschmelze / Einwirkungen von außen: verstärktes Doppelcontainment³⁰,

27 Überblick zur Sicherheit deutscher Kernkraftwerke durch den wissenschaftlichen Dienst des Bundestages (2010) <https://www.bundestag.de/resource/blob/418818/29778c4319246d827500b75e5868220b/WD-8-094-10-pdf-data.pdf> W. Renneberg, Risiken alter Kernkraftwerke (2010). https://kotting-uhl.de/site/wp-content/uploads/2010-07-12_studie_risiken_alter_kernkraftwerke.pdf

28 O. Becker: Atomstrom 2016. Sicher, sauber, alles im Griff? https://umweltfaeraendern.de/wp-content/uploads/2016/04/160308_bund_atomenergie_atomstrom_studie-1.pdf

29 Der Stand von Wissenschaft und Technik beschreibt den Entwicklungsstand fortschrittlichster Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach Auffassung führender Fachleute aus Wissenschaft und Technik auf der Grundlage neuester wissenschaftlich vertretbarer Erkenntnisse im Hinblick auf das (gesetzlich) vorgegebene Ziel (hier der Schadensvorsorge) für erforderlich gehalten werden und das Erreichen dieses Ziels gesichert erscheinen lassen. Wirtschaftliche Gesichtspunkte dürfen hierbei keine Rolle spielen, die Vorsorge muss stets eine Vorrang vor wirtschaftlichen Gesichtspunkten haben. Siehe: Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) Studienreihe Bericht der Arbeitsgruppe „Rechtsetzung und technische Normen“ an den Abteilungsleiterausschuss für Rechts- und Verwaltungsvereinfachung, Bericht Nr. 71, ISSN 0344-5445

30 Zu den Containment-Konzepten: Alle derzeit laufenden deutschen KKW haben ein Doppelcontainment. Bei den KWU-Druckwasserreaktoren (Vorkonvoi, Konvoi) besteht es aus einem innenliegenden Sicherheitsbehälter aus Stahl zur Aktivitätsrückhaltung (38 mm Wanddicke, 56 m Durchmesser, Auslegungsdruck 0,6 MPa) und einem Stahlbeton-Außencontainment von 1800 mm Wanddicke. Der Spalt (Ringraum) zwischen den beiden Bauteilen wird über Filter abgesaugt. Der SWR 72 (Gundremmingen C) besitzt ein Außencontainment aus Spannbeton von 1800 mm Wanddicke und einen inneren Sicherheitsbehälter aus Spannbeton von 1200 mm Wanddicke mit einer Stahlauskleidung. Zum Vergleich: Im EPR besteht die innere Sicherheitshülle aus einem 1300 mm starken zylinderförmigen Spannbetonbehälter mit einem 6 mm starken inneren Stahlliner, der Auslegungsdruck beträgt 0,5 MPa. Das nicht vorgespannte Außencontainment aus Stahlbeton ist 1300 bis 1800 mm stark. Da die Wandstärke von 1300 mm nur Bereiche umfasst, die zusätzlich von Stahlbetonhüllen (Wandstärke 1800 mm) anderer Gebäudeteile umgeben sind, entspricht die effektive Schutzwirkung der einer Stahlbetonhülle von 1800 mm, s. EPR Design Description, Framatome ANP (2005) Kapitel 5: Reactor building and supporting systems, <https://www.nrc.gov/docs/ML0522/ML052280176.pdf>. Auch hier gibt es eine gefilterte Absaugung zwischen den beiden Bauteilen. Rüdiger Meiswinkel / Julian Meyer / Jürgen Schnell, Bauwerke für kerntechnische Anlagen, in: Konrad Bergmeister, Frank Fingerloos, Johann-Dietrich Wörner (Hrsg.), Beton-Kalender 2011: Kraftwerke, Faserbeton, 343-433 (370-371). GRS, Strukturdynamische Untersuchungen eines Sicherheitsbehälters vom Typ Konvoi, GRS Nr. 3653, Anforderungen an den Nachweis der Wirksamkeit von H2-Rekombinatoren auf der Basis ergänzender analytischer Untersuchungen, Köln 2011, 3, https://www.grs.de/sites/default/files/pdf/grs-a-3653_0.pdf; Günter Kessler / Anke Vesper u. a., Sicherheit

Core Catcher, zusätzliche passive Kühlsysteme). Wir halten das aber vor dem Hintergrund der Risiken des Klimawandels und der Vorteile für die Dekarbonisierung bei einem zeitlich befristeten Weiterbetrieb für gut vertretbar.

Der deutsche Bestand an langlebigem, wärmeentwickelndem Atommüll würde sich bei Weiterbetrieb der GER6 um ca. 1 %/Jahr vergrößern, bei nicht wärmeentwickelndem Abfall um weit weniger. Aus Kostenblickwinkel ist festzuhalten, dass bei einem Weiterbetrieb einige Ertüchtigungsarbeiten anfallen könnten (s. o.). Da es sich jedoch um betriebswirtschaftlich abgeschriebene Anlagen mit vergleichsweise geringen laufenden Kosten handelt, bewegen sich die Stromgestehungskosten bei Weiterbetrieb in akzeptablen Grenzen.³¹ Bei einer Abwägung mit den Vorteilen eines Weiterbetriebs für Klimaschutz und Energiewende (s. u.) kommen wir zu dem Ergebnis, dass Letztere klar überwiegen.

5. Heraus aus der Sackgasse

In dieser Situation möchten wir einen Beitrag zur Pragmatisierung und gleichzeitiger Revolutionierung des Energiewende-Diskurses leisten. Das bedeutet einerseits, das scheinbar Unmögliche zu denken, sich aber andererseits auf machbare Schritte zu konzentrieren. Wir kommen von sehr gegensätzlichen Positionen. Die eine ist Historikerin mit Schwerpunkt in der Sicherheitsforschung und Forschungspraxis in Kernkraftwerken und zugleich ehemalige Atomgegnerin, der andere ist Naturwissenschaftler mit Kernforschungserfahrung u. a. im Hochtemperaturreaktorprojekt und ausgewiesener Kernkraftkritiker.

Beide sind wir uns darüber einig, dass außergewöhnliche Situationen nach außergewöhnlichen Lösungen verlangen. Beide sind wir uns einig, dass für eine gelingende Energiewende – im Sinne einer sozial gerechten und ökologisch gelungenen Dekarbonisierung unserer Industriegesellschaft – herkömmliche Überzeugungen noch einmal auf den Prüfstand gehören. Wir sind beide einerseits der Meinung, dass eine Energiewende ohne Erfüllung der Paris-Kriterien im Interesse des Klimaschutzes nicht angestrebt werden darf.³² Auf der anderen Seite halten wir die Herausforderungen bei einer fast vollständig EE-basierten Energiewende für so hoch, dass nicht verlässlich mit ihrer Umsetzung bis 2050 gerechnet werden darf. Aus diesem Grunde haben wir uns zusammengetan und überlegt, wie man die CO₂-Reduktionsziele rascher erreichen kann als mit den bisherigen Methoden. Wir sind zu dem Schluss gekommen, dass vor allem die Reihenfolge der Verabschiedung der konventionellen Großkraftwerkstechnik unter dem Eindruck der Reaktorunfälle von Fukushima 2011 falsch gewählt wurde. Am Anfang hätte statt des Atomausstiegs der Kohleausstieg stehen müssen.

von Leichtwasserreaktoren. Risiken der Nukleartechnologie, Heidelberg 2012, 41-42, 71.

31 Für das den deutschen DWR ähnliche Schweizer KKW Gösgen werden für 2016 Stromgestehungskosten von 0.041 CHF = 3.8 Ct/kWh angegeben (Kernkraftwerk Gösgen (KKG) Allg. Informationen <https://www.kkg.ch/de/i/allgemeine-informationen-content--1--1056.html>). Unter Berücksichtigung der durchzuführenden Aufrüstungen sowie weiterer Unsicherheiten schätzen wir die Stromgestehungskosten der GER6 daher auf < 6 Ct/kWh.

32 Das heißt, dass wir ein Szenario wie das vom FZJ untersuchte 80%-EE-Szenario mit verbleibendem hohen Fossilanteil nicht für tragbar halten.

Wir schlagen daher folgende Schritte vor:

1. Der Atomausstieg sollte per Moratorium für ca. zehn Jahre ausgesetzt werden, indem die Laufzeit der verbliebenen deutschen Anlagen (GER6) nach § 7 Abs. 1 Atomgesetz entsprechend verlängert wird.
2. Die GER6 sollten möglichst, nach dem Vorbild der Zwischenlager und des zu errichtenden Endlagers für nukleare Abfälle, in staatliche Obhut überführt werden und als Unternehmen öffentlichen Rechts mit dem alleinigen Auftrag der Sicherung der Versorgungssicherheit durch CO₂-freies Backup von VRE weiterbetrieben werden.
3. Die Unabhängigkeit der Aufsichtsbehörden sollte gestärkt werden, da die aktuelle Einbindung in die Ministerialbürokratie eine echte Unabhängigkeit – ähnlich den Gerichten – nicht hinreichend gewährleisten kann.
4. Statt der GER6 sollten zügig die emissionsstärksten Braunkohlekraftwerke vom Netz genommen werden. Gegebenenfalls könnten einzelne dieser Braunkohlekraftwerke temporär in Wartestellung gehalten werden.³³ Systemrelevante Braunkohlekraftwerke, die Fernwärme für ihre Regionen bereitstellen, sind von der Stilllegung auszunehmen, bis Ersatz gefunden ist. Nach unseren Berechnungen könnten 60 % der deutschen Braunkohle-Nettostromproduktion durch Kernenergie ersetzt werden.³⁴ Die Gesamt-CO₂-Emissionen Deutschlands könnten (Basis Prognose für 2023) so um ca. 10 % gesenkt werden. Das entspräche einem Zeitgewinn bei der Dekarbonisierung von ca. 3 Jahren.
5. Die Anpassungen und Nachrüstungen der GER6, die von ihren Betreiberinnen eigentlich im Zuge der Laufzeitverlängerung 2010 vorgesehen waren und wegen des Atomausstiegs zurückgestellt wurden, sollten staatsfinanziert durchgeführt werden.
6. Gleichzeitig sollten massive Anstrengungen erfolgen, um die Großspeichertechnik voranzutreiben. Wir sehen ein deutliches CO₂-Preissignal und eine Umformung der EEG-Förderung (s. u.) als mögliche Finanzierungsinstrumente an.
7. Die Bundesregierung sollte bei einer unabhängigen Forschungsinstitution im Ausland eine Risikostudie über die Verwundbarkeit eines EE-Speichersystems mit digitaler Netzleittechnik in Auftrag geben.
8. Nach zehn Jahren sollte evaluiert werden, ob wesentliche Fortschritte bei der Verwirklichung von Großspeichern gemacht wurden. Dafür sind die Evaluierungsinstrumente zu nutzen, welche die Bundesregierung bei ihren bisherigen

33 Im Falle Leipzig / KW Lippendorf beispielsweise durch Errichtung eines neuen Gasturbinen-Heizkraftwerks mit Warmwasserspeicher (thermische Leistung 150 MW_{th}, elektrische Leistung 120 MW_{el}), das die Fernwärmeleistung aus dem Braunkohlekraftwerk Lippendorf ab 2023 ersetzen soll.
<https://www.l.de/gruppe/wir-fuer-leipzig/investitionen/energie/das-neue-hkw-leipzig-sued>.

34 Nach den oben zitierten Produktionsdaten aus 2018 und 2019 (nach Burger, Nettostromproduktion: Kernenergie 71 TWh, Braunkohle 102 TWh (2019), Schätzung für 2020 minus geschätzte 10 TWh des weggefallenen Blocks Philippsburg-2. Diese Extrapolation bezieht den Stromverbrauchseinbruch und den Rückgang der Stromproduktion im Corona-Frühjahr 2020 nicht ein. Es dürften von dieser Entwicklung aber der Anteile der EE und der Kernenergie (jedoch in weniger hohem Maße) am meisten profitiert haben: Christian Schubert, Internationale Energieagentur: Historischer Einbruch beim Energieverbrauch, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 30.04.2020, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-energie-und-umwelt/energieverbrauch-erlebt-durch-corona-krise-historischen-einbruch-16748418.html>

Monitoring-Maßnahmen im Rahmen der Energiewende anwendet. Sollten nach Ablauf dieser Frist begründete Zweifel an der Machbarkeit eines Technologiewechsels zu einem weitgehend EE-basierten System bestehen, ist zu überlegen, ein komplementäres erneuerbar-nukleares System³⁵ mit Reaktoren der Generationen 3+ (oder, falls dann verfügbar, SMR³⁶ auf der Basis von Leichtwasserreaktoren) anzustreben.³⁷ Um die Pfadoffenheit und Nachwuchssicherung zu gewährleisten, sollten Forschungsvorhaben mit einem deutlichen Schwerpunkt auf Speichertechnologien, Sicherheit digitaler Netzleittechnik in EE-Speichersystemen, Geothermie, nuklearer Entsorgung sowie kerntechnischer Sicherheit der ggf. nach 2030 neu zu errichtenden Kernkraftwerke bevorzugt Förderung erfahren.³⁸

9. Die EEG-Umlage sollte durch eine steuerfinanzierte Förderung für Decarb-Technologien ersetzt werden und somit auch zur Finanzierung der notwendigen Modernisierung der verbliebenen KKW sowie für Forschung, Entwicklung und Installation von Stromspeichern eingesetzt werden.
10. Zur Begleitung dieses Prozesses und der Kommunikation der Evaluierungsergebnisse in die Öffentlichkeit sollte ein Gremium aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Bürgern und Bürgerinnen gegründet werden, in dem sowohl die Befürworter

35 Berechnungen zu erneuerbar-nuklearen Systemen in: OECD Nuclear Energy Agency, The Costs of Decarbonization: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables, Boulogne-Billancourt 2019; Massachusetts Institute of Technology, The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World. An interdisciplinary MIT study, Boston 2018, <http://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2018/09/The-Future-of-Nuclear-Energy-in-a-Carbon-Constrained-World.pdf>

36 Small and Medium Sized Reactors

37 Wir halten es für notwendig, vorbereitend dazu ein Energiewendeszenario entsprechend dem vorher skizzierten 80%-EE-Fall des FZJ zu untersuchen (also die FZJ-Studie entsprechend zu ergänzen), welches den Fossilanteil weitgehend durch CO₂-arme, schon verfügbare Technologien ersetzt. Nach aktuellem Stand käme dafür nur Kerntechnik der Generation 3+ infrage, später eventuell auch LWR basierte SMR.

38 Es erscheint uns sinnvoll, z. B. die verfügbaren Gen3+-Technologien (EPR-2 usw.) vorbereitend daraufhin zu untersuchen, ob diese die erhöhten Sicherheitsanforderungen der (seit 2011 durch Atomausstieg weggefallenen) Atomgesetznovelle von 1994 erfüllt. Ggf. wären dazu zusätzliche Ertüchtigungen am Sicherheitsbehälter erforderlich, die durch entsprechende Arbeiten konkretisiert werden müssten. Diese Atomgesetznovelle fügte einen Absatz (2a) in § 7 AtG ein, welcher verlangte, dass eine Genehmigung für neue Anlagen nur dann erteilt werden darf, wenn nachgewiesen wird, dass für auslegungsüberschreitende Störfälle (Kernschmelze) auf tiefgreifende Katastrophenschutzmaßnahmen (Evakuierung, Umsiedlung) außerhalb des Anlagengeländes verzichtet werden kann. Das bedeutete faktisch, dass die Kernschmelze zum Auslegungsstörfall erklärt wurde. Eine Erfüllung dieses erhöhten Sicherheitsanspruchs halten wir bei neu zu errichtenden Anlagen für zwingend. Es ist aktuell unklar, ob der EPR-1 diese Anforderungen vollständig erfüllt (passive Beherrschung einer Hochdruckkernschmelze im Falle eines Wegfalls der sekundärseitigen Wärmeabfuhr nur mit Handmaßnahmen). Für diese Zweifel spricht auch, dass nach Sicherheitsanalysen des Herstellers des britischen EPR im Kernkraftwerk Hinkley Point C bei Wahrscheinlichkeiten von $< 10^{-7}/a$ mit Unfällen zu rechnen ist, bei denen es mehr als 100 Tote geben kann (s. S. 4 im UK EPR Preconstruction Safety Report (2012):

<http://www.epr-reactor.co.uk/ssmod/liblocal/docs/PCSR/Chapter%2015%20-%20Probabilistic%20Safety%20Analysis/Sub-Chapter%2015.0%20-%20Safety%20requirements%20and%20PSA%20objectives.pdf>.

Ggf. wären dazu zusätzliche Ertüchtigungen am Sicherheitsbehälter erforderlich, die durch entsprechende Arbeiten konkretisiert werden müssten, etwa durch Wiederaufnahme der FZK-Arbeiten zum „Supercontainment“ um 1990.

erneuerbarer Energien als auch Kritiker und diejenigen, die kerntechnische Lösungen als ein Instrument für die Dekarbonisierung von Industrieländern befürworten, eine Stimme haben sollten.

Wir sind uns der Herausforderung bewusst, die unser Vorschlag in den Augen vieler Menschen darstellen muss. Die von uns vorgeschlagene Lösung muss denjenigen, die Kernenergie schnell abgewickelt sehen wollen, auf den ersten Blick als harter Rückschlag erscheinen. Die Betreiber der Kernkraftwerke wiederum wünschen nach wechselnden Ausstiegspolitiken unter verschiedenen Regierungen und nach Jahren der Nachbetriebs- und Rückbauplanung keinerlei weitere Turbulenzen.

Wir wissen, dass die Personal- und Maßnahmenplanung in den deutschen Kernkraftwerken derzeit völlig auf einen möglichst raschen Rückbau ausgerichtet ist. Wir wissen, dass es auf den Anlagen bis ins Detail ausgearbeitete Pläne mit Demontagedaten für jede einzelne Komponente gibt und dass kein frischer Kernbrennstoff für weitere Zyklen mehr vorrätig ist. Wir wissen auch, dass die Anlagen vor großen Problemen stehen, Nachwuchs zu rekrutieren, und dass ein Weiterbetrieb die Neuplanung von Ertüchtigungsmaßnahmen erforderlich machen würde.

Trotzdem halten wir gerade das zur Zeit beobachtbare rasche Schaffen von vollendeten Tatsachen mit Blick auf das Gesamtziel, den Kampf gegen die Erderwärmung, für kontraproduktiv, und diese Entwicklungen für noch reversibel.

Dies ist auch der ausschlaggebende Grund, warum wir einen Weiterbetrieb in öffentlicher Hand vorschlagen. Als Fachleute, die sich aus verschiedenen Perspektiven mit der Kernenergie beschäftigen und viele Jahre mit oder auf den Anlagen geforscht haben, wissen wir um ihre Risiken, um das ungelöste Entsorgungsproblem und um die gravierenden Fehlentscheidungen, Versäumnisse und Kommunikationsversagen der Atomindustrie in der Vergangenheit. Wir wissen um die Schwierigkeiten, vor die ein Weiterbetrieb der KKW nach jahrelanger Ausdünnung der Personal- und Finanzdecke gestellt ist.

Wir sind aber auch überzeugt, dass von Menschen eingeleitete Fehlsteuerungen auch durch Menschen wieder rückgängig gemacht werden können und dass kein soziotechnisches System, auch nicht jenes der EE, vor Fehlentwicklungen grundsätzlich gefeit ist. Wir haben aus der Kernenergiegeschichte gelernt, dass ein soziotechnisches System unter übersteigerten Erwartungen an seine Leistungsfähigkeit zusammenbrechen kann.

Wir stellen fest, dass in den vielversprechendsten Szenarien des Weltklimarates zur Einhaltung von Klimazielen die Nutzung der Kernenergie durch Industrieländer eine Rolle spielt.³⁹ Wir halten trotz aller Vorbehalte in Details die deutschen Druckwasserreaktoranlagen vom Konvoi- und Vorkonvoityp und ihren Sicherheitsstandard unter bestimmten Voraussetzungen und unter Abwägung der andernfalls zu veranschlagenden Risiken und Opfer der fossilen Stromerzeugung für eine begrenzte Zeit für akzeptabel. Wir sehen im Betrieb von KKW in öffentlich-rechtlicher Regie, mit einzig einer

39 IPCC – The Intergovernmental Panel on Climate Change: „Special Report: Global Warming of 1.5 °C“, Oktober 2018, <https://www.ipcc.ch/sr15/>, Section C.2.2, Section 2.4.2.1, Section 4.3.1.3. Ältere Quelle mit ähnlichem Tenor: McKinsey, Transformation of Europe's power system until 2050. Including specific considerations for Germany, Düsseldorf 2007, insbes. 35-41.

Versorgungsaufgabe, ohne den ständigen Druck der Kostenoptimierung und Profitmaximierung, überdies eine Chance, die Kernenergienutzung so sicher zu gestalten, dass sie von einer Mehrheit der Gesellschaft als temporäres, aber notwendiges Instrument zur Erreichung von Klimazielen akzeptiert werden kann.

Der Chronist der globalen Ökologiebewegung und der bundesdeutschen Atomwirtschaft, der Technikhistoriker Joachim Radkau, mahnte zum Schluss seines mit Lothar Hahn verfassten Buches über „Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft“⁴⁰, die Befürworter Erneuerbarer Energien müssten aus den Fehlern der Kernenergie-Protagonisten in Deutschland die richtigen Schlüsse ziehen. Dies betreffe vor allem die Modi, welche zum Aufbau eines erfolgreichen soziotechnischen Systems gehörten: prinzipielle Offenheit der Entwicklungspfade, Vermeidung selbstgemachter Lock-ins und Pfadabhängigkeiten, Reversibilität der Entscheidungen, Skepsis gegenüber Staatsförderung als Allheilmittel, ehrliches Bekenntnis zu Unsicherheiten und offenen Fragen. Als größte Gefahr für die Energiewende konstatierten Radkau und Hahn ihr Diskursdefizit. Wir teilen diese Diagnose. Wir würden dieses Defizit gerne mit einer kontroversen, aber fairen und konstruktiven parteienübergreifenden Diskussion um gangbare und gemeinwohlorientierte Wege zur Dekarbonisierung von Industrieländern füllen.

Dr. Rainer Moormann ist physikalischer Chemiker und arbeitete von 1976 bis 2013 am Forschungszentrum Jülich zur Sicherheit von kerntechnischen Anlagen wie Hochtemperatur- und Fusionsreaktoren sowie Spallationsneutronenquellen. Schwerpunkte waren Freisetzung von Radionukliden bei Unfällen, chemische Phänomene im Störfallablauf sowie Entwicklung von Entsorgungsstrategien für Problemabfälle. Für seine kritischen Arbeiten zur Sicherheit des Kugelhaufenreaktors erhielt er 2011 den Whistleblowerpreis der deutschen Sektion der „International Association of Lawyers against Nuclear Arms (IALANA)“ und der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW).

Dr. Anna Veronika Wendland ist Osteuropa- und Technikhistorikerin am Herder-Institut für historische Ostmitteleuropaforschung – Institut der Leibniz-Gemeinschaft in Marburg und Projektleiterin im SFB-TRR 138 „Dynamiken der Sicherheit“ (Marburg / Gießen). Sie hat über sieben Jahre lang mit Feldstudien in Kernkraftwerken in Osteuropa und Deutschland gearbeitet und kürzlich ihre Habilitationsschrift „Atomgrad. Kerntechnische Moderne im östlichen Europa“ fertiggestellt. Sie bloggt bei salonkolumnisten.com über Klima- und Energiefragen und Reaktorsicherheit.

Danksagung

Am Zustandekommen dieses Papiers hat eine seit September 2019 bestehende Twitter-Diskussionsgruppe, seltenes Beispiel einer offenen Diskussion zwischen Atomkritikern und -befürwortern, einen wichtigen Anteil. Dafür bedanken wir uns.

40 Radkau / Hahn, Aufstieg und Fall, 394-404.