

Kein Konsens zur Kernkraft

Zu: H. Lesch und A. Kleidon,
Physik Journal, April 2025, S. 3

Nicht nachvollziehbar sind die Erzählungen der Herren Kollegen über eine fast nur auf sog. erneuerbaren Methoden der Stromerzeugung beruhende elektrische Energieversorgung, während die dazu in etwa gleich hohe und wirtschaftlich kaum noch vertretbare Schattenkraftwerksleistung und die zur Überbrückung von nur ein- bis zweiwöchigen Ausfällen benötigten, völlig utopischen Speichertechniken beschwiegen werden. Dass die angebliche Kostenexplosion im Bereich der Kernenergie hochgradig durch politisch motivierte Beschwernisse bedingt ist, welche bei den ressourcenfressenden und häufig landschaftszerstörenden „Erneuerbaren“ von vornherein rasch wegdiskutiert werden, wird nicht gesagt. Die in dem Beitrag erneut skizzierte, schöne neue Welt der Energiewende hat den Bürgern der BRD bislang nur die höchsten Strompreise der Welt beschert und in einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung bislang bald eine Billion Euro an Kosten verschlungen, zum Großteil für Subventionen für ziemlich überschaubare Nutzungszeiträume. Die Hauptfolge dieser inzwischen nur noch politischen Auseinandersetzung sind de facto Forschungsverbote zur friedlichen Kernenergienutzung.

Dr. Elmar Schmidt, Bad Schönborn

Im Beitrag wird behauptet, dass Kernkraftwerke nur sehr langsam regelbar sind. Das sind „Fake News“. Im Gegensatz zu vielen ausländischen Kernkraftwerken hatten die deutschen Kernkraftwerke das Regelungskonzept der konstanten mittleren Kühlmitteltemperatur. Damit waren die möglichen Leistungsgradienten nicht durch den Reaktor, sondern durch den Sekundärkreis begrenzt und liegen bei ca. 80 bis 100 MWe/Minute. Ein 1400-MWe-Kernkraftwerk kann diese Gradienten in einem Leistungsbereich von ca. 300 bis 1400 MWe erbringen.

In das Stromnetz muss zu jedem Zeitpunkt die Leistung eingespeist

werden, die von den Verbrauchern angefordert wird. Durch die Wind und Solaranlagen muss zusätzlich auch noch deren volatile Einspeisung ausgeregelt werden, bis hin zum kompletten Ersatz bei Dunkelflaute.

Kernkraftwerke sind aufgrund ihrer möglichen großen Leistungsgradienten und aufgrund ihres großen Regelbereichs von über 1000 MWe am besten zur Netzregelung geeignet. Als Beweis sei das Kernkraftwerk Unterweser genannt, das regelmäßig primäre und sekundäre Netzregelung gefahren hat.

Dipl.-Ing. Helmut Gradic, Stadland

Der Artikel beschreibt, dass wir Energie brauchen, und zwar nicht wenig. Wir erzeugen sie immer noch zu 85 % durch Verbrennen fossiler Brennstoffe. Laut IPCC ist das hierdurch erzeugte Treibhausgas CO₂ hauptverantwortlich für das „Global Warming“. Aber hier richten die Autoren ihren Blick auf einen anderen Kandidaten, nämlich auf die Abwärme, die vor allem bei den meist genutzten Carnot-Kreisprozessen mit oberen Dampftemperaturen von ca. 500 bis 600 °C (773 bis 873 K) und unterer Kühlmitteltemperatur von ca. 10 °C (283 K) mit einem Verlustanteil von 60 bis 70 % der Gesamtenergie anfällt, Kern- und mögliche Fusionskraftwerke eingeschlossen. Sie schreiben: „Sie [die Wärmekraftmaschinen] müssen gekühlt werden, um nutzbare Energie bereitzustellen, und das braucht viel Abwärme“. Gemeint ist hier vermutlich „das liefert viel Abwärme“ (aus Sicht der Umgebung) – diese enormen Energiemengen, die auf niedrigem Temperaturniveau fast unbemerkt an die Atmosphäre, den Erdboden und die Meere abgegeben werden, bewirkten die auch beim Autor erst spät erlangte Schreckens-Erkenntnis über das fatale Dilemma der zivilisierten Welt: Nicht nur die unvermeidliche Abwärme, sondern auch die gewünschte Nutzenergie wandelt sich nach ihrem Gebrauch unerbittlich nach dem 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik in schnöde Abwärme um, mit dem Resultat, dass die Menschheit auf der Erde mit ihrem riesigen fossilen Energieumsatz (im

Mittel $3 \cdot 10^{20}$ Ws pro Jahr seit 1960) sich akkumulativ schleichend selbst aufheizt. Das ist in etwa so viel wie die Thermalisierung von 5 Millionen Atombomben vom Hiroshima-Typ ($5 \cdot 10^{13}$ Ws) pro Jahr. Der Treibhauseffekt trägt in gleicher Größenordnung zusätzlich dazu bei. So dürfen wir uns über beschleunigt auftretende, katastrophale Wetterphänomene, das Abschmelzen der Gletscher und Polregionen und das Aufheizen der Weltmeere nicht wundern. Vielmehr sollte hier den Autoren nachdrücklich beiegepflichtet werden, vollständig auf fossile Energieerzeugung zu verzichten und weitgehend abwärme- und CO₂-freie, regenerative Energie zu nutzen. Und endlich sollte das IPCC neben dem CO₂ auch die Emission „Abwärme“ als wesentliche Einflussgröße des „Global Warming“ berücksichtigen.

Dipl.-Ing. Thomas Wäscher, Rauenberg

Auch wenn wir die Zielsetzung einer nachhaltigen Energiewende teilen, erscheint uns die Darstellung zu einseitig und lässt zentrale Aspekte außer Acht. Die Behauptung, Kernkraftwerke seien unflexibel, ist so nicht haltbar. Studien der OECD-NEA und IAEA zeigen, dass moderne Reaktoren – etwa in Frankreich – durchaus im Lastfolgebetrieb eingesetzt werden. Neue Reaktorkonzepte wie Small Modular Reactors (SMRs) sind explizit auf flexible Lastanpassung ausgelegt.

Auch die oft angeführte Kostenproblematik ist differenzierter zu betrachten. Zwar gibt es Beispiele wie Flamanville oder Hinkley Point, doch internationale Erfahrungen belegen, dass ein standardisierter Flottenansatz zu erheblich niedrigeren Bauzeiten und Kosten führt. China, Südkorea und die VAE bauen Kernkraftwerke regelmäßig in fünf bis sieben Jahren – effizient und kostengünstig.

Das Argument der thermodynamischen Ineffizienz greift ebenfalls zu kurz. Abwärme entsteht bei allen Wärmekraftwerken, sogar in konzentrierenden Solarkraftwerken (CSP) – nicht nur bei Kernenergie. Zudem kann sie sinnvoll genutzt werden, etwa für Fernwärme oder industrielle

Prozesse. Reaktoren liefern CO₂-freie, grundlastfähige Energie – ein Wert, der in einem volatilen Energiesystem zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Auch die Endlagerung ist technisch lösbar, wie die Beispiele Finnland und Schweden zeigen. Dass der Prozess in Deutschland so stockt, ist eher politisch als technisch begründet.

Internationale Energieorganisationen wie die IEA und der IPCC weisen darauf hin, dass die Klimaziele ohne Kernenergie schwerer erreichbar sind. Eine Kombination aus Erneuerbaren und Kernenergie kann – ergänzt um Speicher, Netzausbau und Sektorenkopplung – ein robustes Energiesystem schaffen, das auf verschiedene Herausforderungen flexibel reagieren kann.

Kernenergie ist sicher kein Allheilmittel. Doch sie pauschal als „Irrweg“ abzutun, wird der Komplexität des Themas nicht gerecht. Eine offene, technologieoffene Debatte sollte auch im Physik Journal ihren Platz haben – und auf physikalisch-technischen Fakten basieren, nicht auf verkürzter Argumentation.

**Dr. John Kettler und
Dr. Christian Schönfelder**

Um ihre „Meinung“ zu untermauern, verwenden die Autoren geschickt Zahlen, die am eigentlichen Problem vorbei gehen. Zuvallererst wäre da der Begriff der „Stromgestehungskosten“. Wer über Kosten eines Systems redet, muss selbstredend die Vollkosten berücksichtigen. Was kosten Installation, Betrieb, Rückbau, Netzinfrastrukturen, Verfügbarkeit, Back-ups, etc. über die gesamte Lebenszeit?

Man muss kein Kenner der Details sein, um zu erkennen, dass der Strompreis für die Kunden, und nur darauf kommt es an, in Frankreich oder Schweden um ein Vielfaches niedriger als in Deutschland oder Dänemark ist. Gleichzeitig sind die CO₂-Emissionen pro kWh in Deutschland das 8 bis 20-Fache höher.

Es kommt auch gar nicht auf 55 % produzierten Strom an. Nur der verbrauchte Strom ist der Richtwert. Denn Strom wird *sofort* verbraucht. Produziert man zu viel, verklappen wir ihn ins Ausland (und geben teil-

weise sogar noch Geld mit, wie am 5. April zur Mittagszeit).

Produzieren wir zu wenig, importieren wir teuer. Den Produzenten der „erneuerbaren“ ist das egal, Ihr Strompreis wird nicht an der Börse festgelegt, er ist bereits per EEG-Umlage bezahlt. Und natürlich wächst der prozentuale Anteil, wenn die Gesamtproduktion sinkt, ohne dass eine Kapazität dazu gebaut werden muss.

Auch verlieren die Auroren kein Wort zu den Volatilitäten von Wind und Sonne, dass massiv Gaskraftwerkskapazitäten zugebaut werden sollen, um diese auszugleichen. Es ist übrigens ein altes Märchen, Kernkraftwerke könnten keinen Lastfolgebetrieb fahren. Isar 2, Brokdorf, Philippsburg taten das seit vielen Jahren.

Natürlich werden in Deutschland die nächsten 25 Jahre keine neuen Kernkraftwerke in Betrieb gehen. Allerdings könnte man die bereits im Rückbau befindlichen bis 2030 wieder in Betrieb nehmen.

Dr. Thomas Dörfler

Das Ansehen der Kernenergie in Deutschland sank nach den Unglücken von Tschernobyl und Fukushima von Tiefpunkt zu Tiefpunkt und es bleibt ein Verdienst des Physik Journals, dass hier in beiden Fällen seriös und ausgewogen berichtet wurde. So kenne ich keine weitere Zeitschrift oder Zeitung, die ihren Lesern den aufschlussreichen Abschlussbericht der IAEA zu Tschernobyl zur Kenntnis gab, und auch im Fall von Fukushima wurde sorgfältig recherchiert und berichtet und die über 30 000 armen Menschen, jämmerlich durch den Tsunami zu Tode gekommen, blieben Opfer des Tsunamis, hatten mit dem Reaktorunfall nichts zu tun.

Sind diese Zeiten vorbei? Die Vermutung liegt nahe, liest man „unsere Meinung“ im Aprilheft, wo zwei Wissenschaftler ausführen, warum sie Kernkraftwerke für einen Irrweg halten und wir stattdessen auf einfache, flexible Systeme der Energieerzeugung setzen sollen. Sie verweisen auf die Photovoltaik in Verbindung mit Batteriespeichern, und schon geht es

los: Kernkraftwerke sind viel zu teuer und im Vergleich zur Photovoltaik kompliziert, doch, soviel dürfte klar sein, den Verbraucher interessieren die Erzeugerpreise, aber dazu, denn hier ist auf lange Sicht die Kernenergie äußerst günstig, kein Wort. Die beiden Herren kennen auch das Problem der Dunkelflaute in den Wintermonaten, wo gegebenenfalls über zwei Monate weder Wind- noch Solarstrom erzeugt wird und wir bisher nur dank französischem Kernenergiestrom und polnischem Kohlestrom noch keine Stromabschaltungen hatten. Sie fordern deswegen die Entwicklung entsprechender Speicher. Doch anscheinend geht es ihnen wie mir, keinen blassen Schimmer, wie TWh-Speicher aussehen könnten, denn hierzu wird nichts weiter ausgeführt, aber Kernkraftwerke sollten wir wegen der zu erwartenden 15-jährigen Bauzeit nicht als Alternative ins Auge fassen. Geradezu gefeiert werden die 50 % Einspeisung aus Wind und Photovoltaik in das Stromnetz. Nicht erwähnt wird das bereits angeführte Problem der Dunkelflauten und auch, dass ein beträchtlicher Teil des erzeugten Stroms immer mal wieder exportiert werden musste, weil an windig-sonnigen Sommertagen die erzeugte Menge in Deutschland nicht verbraucht werden kann. So ganz nebenbei erfährt der Leser, dass trotz aller Anstrengungen und Subventionen bisher ganze 7 % der in Deutschland verbrauchten Primärenergie durch die Erneuerbaren bereitgestellt wird, womit klar sein dürfte, dass eine CO₂-neutrale Deckung des deutschen Energiebedarfs bei Abschluss der Kernenergie eine Illusion bleiben wird.

Dr. Reinhard Günzel, Dresden

Die angeführten Argumente sind nicht neu, nicht verwunderlich bei einem Thema, das seit mindestens 50 Jahren intensiv diskutiert wird. Mich irritiert, dass ich gleichzeitig in den Nachrichten lese, dass in Ländern wie Finnland, Schweden, Großbritannien, den Niederlanden, Belgien, Frankreich, Tschechien, Polen und noch einigen mehr ernsthaft der Bau neuer Kernkraftwerke geplant wird. Das sind ja alles vernünftig regierte

Länder mit nicht weniger wissenschaftlichem und technischem Sachverstand als in Deutschland. Offenbar kommen die Verantwortlichen und Fachleute dort zu anderen Schlussfolgerungen als die beiden Autoren des Meinungsbeitrages. Obwohl man wohl davon ausgehen kann, dass den dortigen Fachleuten die in dem Meinungsbeitrag angeführten Gesichtspunkte wohl bekannt sind. Das passt für mich überhaupt nicht zusammen.

Vielleicht hilft zur Aufklärung ein Blick in die Schweiz. Die Schweizer haben unter dem Eindruck von Fukushima beschlossen, in Zukunft keine neuen Kernkraftwerke mehr zu bauen, die vorhandenen aber bis zu ihrem natürlichen Ende weiterzubetreiben, womit sie, verglichen mit Deutschland, eine Menge Geld gespart und viele CO₂-Emissionen vermieden haben. Als regelmäßiger Leser der Neuen Zürcher Zeitung habe ich mitbekommen, dass dort seit einigen Jahren ernsthaft darüber diskutiert wird, das Neubauverbot aufzuheben. Dabei wird immer als Grund aufgeführt, dass alle detaillierten Untersuchungen zeigen, dass im Winter in der Schweiz der Strombedarf mit erneuerbaren Energien allein nicht zu decken ist. Ich will und kann das nicht sachlich bewerten, kenne die Schweizer aber als vernünftige und sachkundige Leute, sodass ich das Argument zunächst bis zum Beweis des Gegenteils zu glauben geneigt bin. Kernenergie wird doch heute nur als Möglichkeit diskutiert, diesen erwartbaren Engpass zu beheben, und damit als Alternative zu den bei uns bevorzugten Gaskraftwerken. Die Autoren erwähnen das Problem zwar einmal kurz, vertiefen das aber nicht.

Gerd Schatz, Bruchsal

Warum der als Klimakatastrophenlobbyist agierende Theoretische Astrophysiker Lesch und ein Gruppenleiter am MPI für Biogeochemie dazu geeignet sein sollen, ein energiepolitisches Thema zu kommentieren, bleibt ein Geheimnis des Physik Journals. Leschs Antwort stand sicher vorher fest: Dagegen!

Dabei springen die „Meinenden“ im Thema viel zu kurz. Zum Beispiel

stellen Lesch und Kleidon lapidar fest, dass Photovoltaik günstig ist. Auf Reservekraftwerke, Stromleitungskosten, Speicherkosten etc. gehen sie nicht ein. Jedes Milchmädchen wird die Frage stellen, warum Energie bei dem hohen Aufkommen aus Erneuerbaren in Deutschland so teuer ist.

Viel besser wäre es gewesen, auf die vielen Unwägbarkeiten und nicht absehbaren Kosten des deutschen Sonderwegs „Klimaneutralität bis 2045“ hinzuweisen. Dann wäre deutlich geworden, dass jede Idee für konstant verfügbare und CO₂-arme Energie genutzt werden muss, wenn dieses Ziel überhaupt irgendwie erreicht werden soll.

Jörg Rainer Schmitz, Ratingen

Über den richtigen Energiemix kann man sicherlich engagiert debattieren. Jedoch habe ich persönlich, insbesondere auch unter Anbetracht der Tatsache, dass das Physik Journal eine Fachzeitschrift ist, den Analysenpfad und das Fazit der Kollegen Lesch und Kleidon als wenig differenziert und eher an der Oberfläche verbleibend empfunden. Nun ist ein Leserbrief kein Gegenartikel, der jede, aus meiner Sicht, so nichtzutreffende Feststellung im Detail analysieren würde. Ich beschränke mich daher, pars pro toto, auf zwei Punkte.

■ Die Behauptung „...[Kernkraftwerke] sind nur sehr langsam regelbar in ihrer Leistung...“ entspricht dem technischen Stand des vorherigen Jahrhunderts. So sind z. B. die französischen Druckwasserreaktoren auf Lastfolgebetrieb ausgelegt. Außer der permanenten schnellen Frequenzregelung sind zweimal täglich 80 % Leistungshübe in 30 Minuten, also ein Absenken auf 20 % der Nennleistung, oder der korrespondierende Wiederanstieg spezifiziert. Damit Werte, die vergleichbar mit anderen thermischen Kraftwerken sind. In der Praxis (Berücksichtigung der in Wartung befindlichen Einheiten, Brennstoffwechsel etc.) bedeutet dies eine typisch täglich zur Verfügung stehende Modulation von 21 GW. Diese Flexibilität trug im letzten Jahr zu einem Nettoexport Frankreichs von 89 TWh bei, davon netto

27,2 TWh in Richtung Deutschland/Belgien. Was wiederum mitgeholfen hat, die Emissionen in Deutschland auf 334 gCO₂/kWh im Jahresmittel 2024 zu senken, der Vergleich zum französischen Wert von 33 gCO₂/kWh fällt natürlich recht bescheiden aus.

■ Zurecht bemerken die Autoren die Problematik der langen Bauzeiten und hohen Investitionskosten für kerntechnische Anlagen. Doch darf vielleicht die Gegenfrage gestellt werden, warum die Experten und Entscheidungsträger in so vielen Staaten auf einen Kernkraftanteil im Mix setzen, zumindest mittelfristig, also für dieses Jahrhundert. Sind sie alle wirklich technisch und ökonomisch auf dem „Irrweg“, oder ist eher die vorzeitige Abschaltung eher ein solcher? In diesem Zusammenhang ist auch der von den Autoren mit recht gelobte „Siegeszug der erneuerbaren Energien in China“ zu bewerten. Vergessen wird der ebenso von der chinesischen Regierung forcierte Ausbau der Kernenergie. Im Schnitt genehmigt China jedes Jahr den Bau von 10 neuen Reaktoren, mit zum Teil sehr innovativer Technologie, der Park Frankreichs wurde gerade überholt, und die USA werden 2030 übertroffen werden.

Sieht man den Verzicht auf fossile Energieträger als oberste Priorität, so verlangt dies in der Zukunft eine erhebliche Steigerung der Stromproduktion mit Zielrichtung Mobilität und Industrielle Prozesswärme. Mein persönliches Fazit ist, dass Kernkraftwerke und erneuerbare Energien sich dafür geradezu ideal ergänzen.

Dr. Alex C. Mueller, Breuille, Frankreich

Bei aller berechtigter Kritik an (früheren und modernen) Träumereien zur Kernenergie sollte in der Befürwortung „alternativer“ Energien nicht der gleiche Fehler wiederholt werden: das Verschweigen zwingend notwendiger Vorbereitungen, wesentlicher Nebenkosten sowie unvermeidlicher Risiken und Nach-Wirkungen!

Aufgrund ihrer naturgegebenen Volatilität sind die „erneuerbaren“ Energiequellen nur in Kombination mit noch nicht existenten, regelbaren Strom-Speichern eine zuverlässige

Energiequelle – allerdings nur in einem ebenso noch nicht existenten, „intelligenten“ Stromnetz, in dem nicht, wie derzeit, tausendfach pro Jahr manuell eingegriffen werden muss, um die durch „Erneuerbare“ gefährdete, für die Versorgungssicherheit aber notwendige Netz-Stabilität zu gewährleisten. Im Zusammenwirken mit der zunehmenden Elektrifizierung (auch des Verkehrs) wird die Gewährleistung der Netzstabilität nicht nur viel aufwändiger und teurer, sondern umso existenziell wichtiger. Die dazu anfallenden, erheblichen Kosten und Zeitvorläufe gehören in ehrlichen Energie-Diskussionen auf die reinen Stromgestehungskosten der „Erneuerbaren“ addiert, werden aber gerne verschwiegen.

Die Aussage, „das Netz“ werde den überschüssigen Solarstrom schon speichern, ist ein anschauliches Beispiel für die diesbezüglich grassierende, fehlgeleitete Inkompetenz in der Politik – mit nicht nur wirtschaftlich desaströsen Konsequenzen: die fachlich falsch konzipierte Förderung der „Erneuerbaren“ (ohne Berücksichtigung der dazu vorab zu installierenden, regelbaren Netz- und Speichertechnik) führte zu einer vorschnellen Pseudo-„Energie-wende“ mit verheerend negativen Nebenwirkungen (wirtschaftlicher Niedergang, unnötige Zerstörung unwiederbringlicher Natur im In- und Ausland), hohen Risiken und Zusatzkosten bei zugleich unnötigerweise stark erhöhtem CO₂-Ausstoß.

Viele energiepolitische Fehlentscheidungen der letzten Jahrzehnte waren offenkundig vor allem Konsequenz einer Kombination von Fehlinformation, Inkompetenz, Machterhalt und Dogmatik. Umso wichtiger ist es, dass politisch neutrale Fachgesellschaften (DPG, VDI, ...) intern intensiv diskutieren und dann die realen Fakten öffentlich offensiv erklären.

Frank Rinn, Heidelberg

Erwiderung der Autoren

Wir freuen uns, dass unser Meinungsbeitrag zu solch regem Austausch geführt hat und bedanken uns für die Zusendungen. Als Wissen-

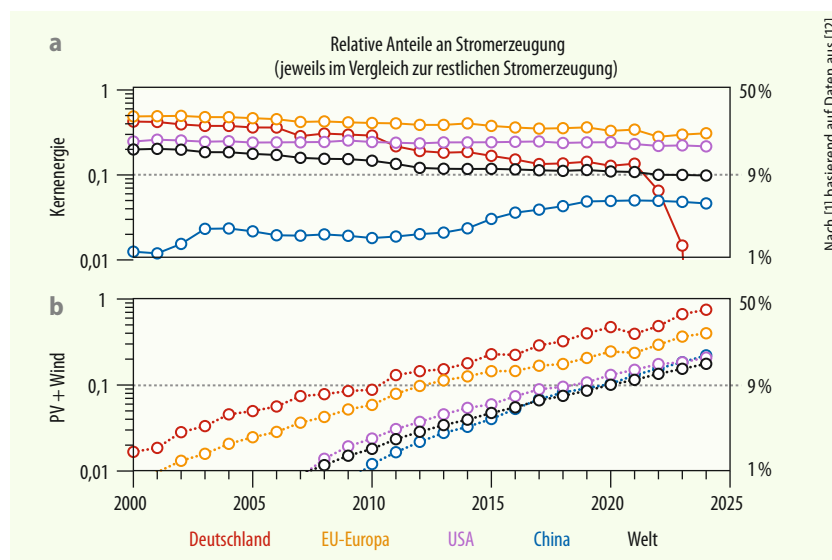


Abb. 1 Die Grafik zeigt Trends in der Stromerzeugung in verschiedenen Regionen der Welt. Dargestellt ist der Anteil an Strom aus Kernenergie im Vergleich zur restlichen, nicht-nuklearen Stromerzeugung (a) und der äquivalente Anteil für die Erzeugung aus Photovoltaik (PV) und Windenergie (b). Die Übersetzung in prozentuale Anteile an der gesamten Stromerzeugung ist auf der rechten Achse dargestellt.

schaftler sollten wir allerdings auch auf rationales Herangehen achten und idealerweise unsere Aussagen mit Quellen belegen – auch wenn die Zahlen möglicherweise unsere Meinungen nicht unterstützen und wir diese entsprechend überdenken müssen. In dieser Antwort holen wir dies für unsere Argumentation nach, sind aber auch offen für andere Schlussfolgerungen. Eine sachliche, wissenschaftliche Diskussion zeichnet sich ja gerade dadurch aus, dass man Übertreibungen, Herabwürdigen und vage Behauptungen vermeidet und die eigenen Argumentationslinien mit Daten und ihren Quellen belegt.

Zuerst halten wir fest: Gegenwärtige Trends bei der Stromerzeugung zeigen eine klare Richtung [1]: Weltweit verdrängen Photovoltaik und Windenergie andere Technologien, auch die Kernenergie (**Abb. 1**). Diese eindeutigen Entwicklungen belegen auch, dass Deutschland bei der Stromerzeugung keinen Sonderweg geht, sondern sogar eine Vorreiterrolle innehat. Wir sind also mitten in einem gewaltigen Energie-Umbruch, in dem Verbrennung verdrängt und durch Strom ersetzt wird. Mit Wärme als Zwischenschritt sind unvermeidbare Umwandlungsverluste verbunden, die Ursache dafür liegt letztendlich im zweiten Hauptsatz der Thermo-

dynamik [2]. Bei dieser Verdrängung von wärmebasierten Technologien in der Stromerzeugung ist Deutschland ganz vorne mit dabei.

Das betrifft auch die Kernenergie – sie macht letztlich nichts anderes, als Wasser zu erhitzen, um damit Strom zu erzeugen [3]. Nach unserem Wissensstand ist Lastfolge in Kernkraftwerken alles andere als trivial – es bedeutet unter anderem die Verschwendung des nuklearen Brennstoffs und höheren Verschleiß. Die Einsichten aus Frankreich sind nicht so einfach auf Deutschland übertragbar [4]. Zusätzlich verbraucht Kernenergie gewaltige Mengen an Kühlwasser – ein Gut, das in der globalen Klimaerhitzung zunehmend kritischer wird (die globale Erwärmung ist ein Strahlungseffekt durch CO₂ und kein Wärmespeichereffekt durch Abwärme [5]). Dabei ist Kernenergie in der westlichen Welt die teuerste Methode – Vergleiche mit Kosten in Südostasien helfen dabei nicht, wir vergleichen unsere Reisepreise ja auch nicht mit denen in China.

Was uns bei mancher Zuschrift verwundert, ist die Kritik am europäischen Stromhandel. Stromhandel über Deutschlands Grenzen betraf im Jahr 2024 lediglich den Nettoimport von 24 TWh [6], also einen

vergleichsweise kleinen Anteil von etwa fünf Prozent unseres Stromverbrauchs von 488 TWh. Gleichzeitig wird der gewaltige Import von fossiler Energie – etwa 70 Prozent unseres gesamten Primärenergieverbrauchs, der uns jährlich etwa 80 Milliarden Euro kostet [7] und die ineffiziente Verbrennungstechnologie füttert – gar nicht erwähnt. Hier sollten wir doch die Proportionen richtig einordnen und den Blick auf das größere Ganze werfen, damit wir uns wirklich um die dringenden Probleme kümmern und uns nicht in den Details verlieren.

Das heißt natürlich nicht, dass es bei der anstehenden Energiewende keine Probleme gäbe. Schließlich ist diese Energierevolution Neuland. Der Strompreis in Deutschland ist hoch, auch wenn Großhandelspreise vergleichbar mit Nachbarländern sind [8]. Allerdings sind mehr als die Hälfte der Preise für private Haushalte Steuern und Netzentgelte [9]. Dies sind notwendige Investitionen in den dringend benötigten Aus- und Umbau unserer Stromnetze. Natürlich gilt es auch, effizienter zu werden, etwa durch mehr Stromspeicher, durch Aufspaltung des Strommarkts [10], sodass er die Netzrealitäten widerspiegelt, und auch weitere Flexibilisierung durch die Einführung von mehr Energiezonen ist gefragt – Vorschläge dahingehend gibt es bereits [11].

Wenn wir diese Herausforderungen meistern, werden wir weiterhin eine Vorreiterrolle spielen – Kernenergie wird dabei aber praktisch keine Rolle bei diesen Innovationen spielen. Vielmehr sollte bei der Suche nach nachhaltigen Innovationen das Augenmerk viel intensiver und deutlicher auf der Entwicklung von Stromspeichertechnologien liegen. Denn die Speicherkapazitäten werden in Zukunft über die kostengünstige Bereitstellung von erneuerbaren Energien entscheiden. Dies zeigt sich bereits heute immer wieder. An etlichen Tagen im Jahr liefern Sonne und Wind so viel Energie, dass wir sie nicht verbrauchen können. Hätten wir in den 1990er-Jahren wirklich ernsthaft begonnen, die entsprechenden Speichermaßnahmen zu entwickeln, stünden wir heute völlig anders da.

Literatur

- [1] A. Kleidon, H. Lesch und R. Conser, Physik in unserer Zeit, im Druck, <https://doi.org/10.1002/piuz.202501743>
- [2] A. Kleidon und H. Lesch, Physik in unserer Zeit, im Druck, <https://doi.org/10.1002/piuz.202501742>
- [3] A. Kleidon und H. Lesch, Physik in unserer Zeit, November 2024, S. 286, <https://doi.org/10.1002/piuz.202401718>
- [4] R. Grünwald und C. Caviezel, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Hintergrundpapier 21 (2017), <https://tinyurl.com/yej326f9>
- [5] A. Kleidon et al., Earth Sys. Dyn. **14**, 241 (2023)
- [6] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Die Energieversorgung 2024 – Jahresbericht (2024), <https://tinyurl.com/yjcnax7h>
- [7] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2024), <https://tinyurl.com/yxs2fz53>
- [8] Agora Energiewende, Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2024, <https://tinyurl.com/4pek2kke>
- [9] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., BDEW-Strompreisanalyse März 2025, <https://tinyurl.com/28wsn3wj>
- [10] ENTSO-E, Bidding Zone Review of the 2025 Target Year, <https://tinyurl.com/krrp65dn>
- [11] ifo Schnelldienst, Strommarkt – Balance zwischen Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Bezahlbarkeit **78**, Nr. 3 (2025), <https://tinyurl.com/du9ft64m>
- [12] EMBER, Data into action, www.ember-energy.org

Problematische Empfehlungen

Zu: Physik Journal, April 2025, S. 10

In der April-Ausgabe des Physik Journals wird über die Stellungnahme des Wissenschaftlerverbundes FONAS zur Militärforschung berichtet. Die Kollegen und Kolleginnen von FONAS befürchten Nachteile für die Wissenschaft und empfehlen öffentlichen Forschungseinrichtungen, sich nicht an militärischer Forschung zu beteiligen. Ich finde das erste unverständlich und das zweite problematisch.

Angewandte Forschung, und dazu gehört die militärische Forschung ja wohl, war fast nie öffentlich. Sie wird überwiegend von Industriefirmen betrieben, die ihre Erkenntnisse aus verständlichen Gründen für sich behalten wollen. Ich kann nicht sehen, dass dies dem Fortschritt der Wissenschaft geschadet hätte.

Ich sehe auch nicht, wieso die militärische Forschung der internationalen Attraktivität eines Forschungsstandortes schaden sollte. Kein Land hat wohl in den letzten 50 Jahren soviel Geld in die Militärforschung gesteckt wie die USA, und die sind weiterhin eines der international attraktivsten Länder, was Forschung anbetrifft.

Es wird in unserer freien Gesellschaft kein Forscher gezwungen, sich an militärischer Forschung zu beteiligen, er kann sich jederzeit auf seine pazifistischen Überzeugungen berufen. Etwas anders liegt die Sache meines Erachtens, wenn Entscheidungsgremien öffentlicher Forschungseinrichtungen dies beschließen. Damit wird die Forschungsfreiheit der Mitglieder dieser Institutionen eingeschränkt, und ich weiß nicht, woher die betreffenden Gremien das Recht dazu nehmen. Ich halte jedenfalls die Forschungsfreiheit genauso für ein individuelles Recht wie das auf Pazifismus.

Ich möchte noch einen weiteren Gesichtspunkt ansprechen, der mir in diesem Zusammenhang Unbehagen bereitet: Es besteht in unserer Gesellschaft und den demokratisch legitimierten Institutionen weitgehend Einigkeit darüber, dass wir die Bundeswehr benötigen. Dann ist es die Pflicht und Schuldigkeit von Staat und Gesellschaft, dafür zu sorgen, dass sie mit den bestmöglichen Waffen ausgestattet wird, und dazu benötigt man auch Militärforschung. Das wird ja, soweit ich sehen kann, von FONAS nicht infrage gestellt. Wie legitim es ist, wenn sich staatliche Institutionen aus diesem Konsens in Staat und Gesellschaft verabschieden, ist mir nicht klar. Soll die Privatmeinung der Gremienmitglieder wichtiger sein als die Beschlüsse demokratisch legitimer staatlicher Institutionen?

Hoffentlich kommt niemand auf die Idee, die Mittel für die Militärforschung bei den Universitäten einzusammeln, die sich qua Institution von der Militärforschung verabschiedet haben.

Gerd Schatz, Bruchsal

Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.