

# Stellungnahme zur Anhörung „Den sächsischen Kohleausstieg überdenken, Strukturwandel überprüfen, Energiesicherheit herstellen, Drucksache 7/9586

---

Prof. Dr. Horst-Joachim Lüdecke  
am 9. September 2022

Allgemeines .....	1
1. Energiewende mit „Neuen Energien“ .....	2
2. Energie: ein Überblick.....	3
3. „Neue Energien“: Zurück ins Mittelalter kleinster Leistungsdichten .....	4
4. „Neue Energien“: Zu viel Platzverbrauch, Materialverbrauch und Naturschäden.....	6
5. Der Erntefaktor von „Neuen Energien“, Kohle, Gas, Wasser und Uran .....	7
6. „Neue Energien“: Leistungsdichten bezogen auf Bodenfläche .....	7
7. Die Wetterabhängigkeit von Wind- und Sonnenstrom .....	8
8. Windräder näher betrachtet .....	8
9. Die grundsätzliche Grenze von Strom aus Wind und Sonne .....	9
10. „Klimaschutz“ als Begründung der deutschen Energiewende .....	10
11. Zusammenfassung und Empfehlung.....	12
12. Quellenverzeichnis.....	13

## Allgemeines

Der Antrag der AfD nennt zwar ein umfangreiches Programm, es fehlt aber die Konkretisierung. Daher soll hier zuerst die Frage nach der Energiesicherheit in Sachsen angesprochen und danach auf den notwendigen sächsischen Strukturwandel und die Weiternutzung der Kohle eingegangen werden. Es ist zu betonen, dass sich die Energieversorgung Sachsens auf Grund seiner im Bundesvergleich hohen Braunkohlenutzung - 75% der sächsischen Bruttostromerzeugung in 2017 kamen aus Kohle - von denen anderer Bundesländer stark unterscheidet (in Bayern beispielsweise liegt dieser Wert nur bei 4,5%). Die Kohlenutzung hat für Sachsen höchsten Stellenwert, so dass der AfD-Antrag „den Kohleausstieg überdenken“ dem Ernst der Lage bei der Energiesicherheit Sachsens durchaus gerecht wird.

Die aktuelle Struktur der Energieversorgung Deutschlands und Sachsens wird maßgebend von der

„Energiewende“ geprägt. Es wird inzwischen deutlich, dass die Lösung der aktuellen Energieprobleme nicht mehr wie bisher ökoideologisch erfolgen kann: Als ungeeignet und hoch schädlich zu nennen ist u.a. der EU-CO<sub>2</sub>-Emissionshandel, die EU-Öko-Design-Richtlinien, die EU-Vorschriften des Grenzwertausstößes von CO<sub>2</sub> für alle neu zugelassenen PKW und nicht zuletzt das Emission Trading System ETS der EU. Diese ökodiktatorischen Maßnahmen der EU sind zudem noch durch keine Wahlergebnisse von den Bevölkerungen der EU-Staaten demokratisch legitimiert.

Ohne ein komplettes Umsteuern wieder hin zu soliden technischen, wirtschaftlichen und naturschonenden Grundlagen einer modernen Energieversorgung sind neben den bisher aufgetretenen Schäden weitere, dann nicht mehr tolerierbare Verwerfungen in Deutschland und insbesondere auch in Sachsen zu erwarten. Das schon länger anhaltende wirtschaftliche Hinterherhinken der EU und insbesondere Deutschlands gegenüber weltweiter Konkurrenz [29] wurde ausschließlich von den vorgenannten ökoideologisch-planwirtschaftlichen EU-Maßnahmen verursacht. Einen durchaus möglichen Widerstand dagegen wie der von Polen und Ungarn hat keine deutsche Bundesregierung jemals in Erwägung gezogen. Es ist höchste Zeit, dies zu ändern.

Die „Energiewende“ ist bei näherer Betrachtung eine „Stromwende“, denn die „Neuen Energien“ aus Wind, Sonne und Biomasse erzeugen – von Biosprit abgesehen – ausschließlich elektrischer Strom. Elektrische Energie macht, über die Jahre nur wenig verändert, etwa 1/6 der deutschen Primärenergie aus [1]. Daran wird sich auch in Zukunft nichts Wesentliches ändern. Strom ist für eine moderne Industriegesellschaft unverzichtbar und nur ein Medium, um Energie zu transportieren. Strom besitzt keine Masse, er wird aus einer anderen Energieform erzeugt und beim Verbraucher in die jeweils benötigte Energieform umgewandelt. Man kann ihn in größerem Umfang nur über verlustreiche und kostspielige Umwege speichern, etwa mit Pumpspeicherwerken oder Batterien. Das Stromnetz selber ist kein Speichermedium. Ohne Speicherung muss Strom daher zum Zeitpunkt seiner Erzeugung sofort verbraucht werden.

Mit den „neuen Energien“ aus Wind, Sonne und Biomasse kann kein modernes Industrieland betrieben werden. Ohne fossile Backup-Kraftwerke (heute mit russischem Gas) können zudem Wind- und Sonnenstrom nicht einspeisefähig gemacht werden. Es sollen nun zuerst die beiden hier zentralen Fragen beantwortet werden:

- **Wie muss Stromerzeugung beschaffen sein, um alle Forderungen nach Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltschutz zu erfüllen?**
- **Genügen die durch das planwirtschaftliche EEG subventionierten „Neuen Energien“ diesen Forderungen?**

Die hier gegebenen Antworten sind frei von Ideologie, politischer Rücksichtnahme oder wirtschaftlichen Partikularinteressen. Der Autor erklärt als einziges Motiv seiner Stellungnahme die wissenschaftliche Wahrheit. Seine zahlreichen begutachteten Fachveröffentlichungen zu Klima und Energie s. unter [30]. Beeinflussungen seitens kommerzieller Unternehmen oder anderer Gruppierungen wie politischer Parteien, NGO's etc. sind ausgeschlossen.

## **1. Energiewende mit „Neuen Energien“**

Die Bundesregierung plante ursprünglich, bis zum Jahr 2050 gegenüber 2008 den Stromverbrauch um 25% zu senken, den Anteil an „Neuen Energien“ am Bruttostromverbrauch auf 80% zu erhöhen, die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% zu verringern und die Anzahl der Elektroautos auf 6 Millionen

zu steigern. Diese Zielstellungen wurden immer wieder verändert und oft unverbindlicher in jüngeren Koalitionsverträgen festgehalten. Einzelheiten der jeweiligen „Pläne“ spielen für die hier behandelten grundlegenden Zusammenhänge keine Rolle.

Die Energiewende hatte von Anfang an mit erheblichen Problemen zu kämpfen. Trotz aktuell über 30.000 installierter Windturbinen, deren Nennleistung (nicht reale Leistung) bereits alle ehemaligen deutschen Kernkraftwerke übertraf [2], machte verbrauchter Windstrom 2021 dennoch nur grob 3,5 % der deutschen **Primärenergie** aus, Sonnenstrom etwa 1,5 % [3]. An diesen kleinen Zahlen hat sich über die letzten Jahre nichts Wesentliches geändert. Deutschlands Strompreise nehmen weltweit einen Spitzenplatz ein, und Behörden müssen inzwischen Maßnahmen gegen großräumige Stromausfälle ergreifen, weil die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Blackout-Ereignisse infolge zunehmenden Fluktuationsstroms aus Wind und Sonne stetig ansteigt [4].

Dem Fluktuationsproblem von Wind- und Sonnenstrom wird mit aufwendigem Zu- und Abschalten von schnell reagierenden Gaskraftwerken begegnet (Gas-und-Dampf-Kombi-Backupkraftwerke). Das für die Netzstabilität notwendige Vorhalten von fossilen Backupkraftwerken, deren Leistung der Gesamtleistung aller fluktuierenden „Neuen Energien“ entspricht, ist zu einem weiteren maßgebenden Kostenfaktor der Energiewende geworden.

Die Gründe für diese Probleme der Energiewende waren keineswegs nur fehlendes Fachmanagement, unzureichende Planung oder technische Unzulänglichkeiten. Die „Neuen Energien“ haben zwei naturgesetzlich bedingte und durch keine ingenieurtechnische Maßnahme behebbare Fundamentalmängel, welche sie für den Einsatz in modernen Industrieländern wie Deutschland grundsätzlich ungeeignet machen:

- 1. Zu kleine Leistungsdichten von Wind, Sonne und Energiemais mit ihren schädlichen Folgen**
- 2. Wetterabhängigkeit**

Erst der zweite Mangel wird jetzt von der Politik ernsthaft wahrgenommen. Vermutlich wurden beide Mängel von vielen Politikern und Journalisten anfänglich nicht einmal verstanden, obwohl dafür bereits einfache Bruchrechnung, die Kenntnis des Unterschieds von Energie und Leistung und ein wenig Aufmerksamkeit beim ehemaligen Technik- und Naturkundeunterricht ausreichen. Der aberwitzige politische Versuch, naturgesetzlich bedingte Mängel gewaltsam zu umgehen, führte unabdingbar zu extremen Kosten und untragbaren Umweltbelastungen, hier insbesondere durch Windräder und Energiemais. Der gesetzlich verankerte Tierschutz ist inzwischen zugunsten von Windrädern beseitigt, Flugtiere und Insekten werden in untragbarem Ausmaß getötet, und in endlosen deutschen Energiemaisfeldern herrscht Todesstille infolge einer vernichteten Artenvielfalt.

Im Folgenden wird komprimiert und vereinfacht dargelegt, warum die beiden Fundamentalmängel der „Neuen Energien“ eine unvermeidbare Konsequenz elementarer Naturgesetzlichkeiten sind. Eine Koalition mangelnden Sachverstands von Politik und Medien im heutigen Deutschland meint immer noch, Physik und technische Regeln durch politisches Wollen ersetzen zu können. Das sich daraus ergebende Desaster ist inzwischen offenkundig. Der Ukraine-Krieg hat es lediglich beschleunigt, verantwortlich dafür ist er nicht.

## **2. Energie: ein Überblick**

Der tägliche Energiebedarf eines Erwachsenen hat sich im Zeitlauf der Menschheit stetig erhöht. Er betrug etwa 8 kWh bei Jägern und Sammlern, 30 kWh im Mittelalter und ist auf über 200 kWh in modernen Industriegesellschaften angestiegen [5]. Zuerst wurde er noch mit Feuerholz gedeckt, im

Mittelalter kamen Landwirtschaft, Zugtiere, Wasserräder und Windmühlen hinzu. Heute (2015) wird der Energiebedarf der Menschheit zu insgesamt 81,4% von Kohle, Erdöl und Gas gedeckt (Bild 1 links). Der Rest kommt aus Uran 4,9%, Wasserkraft 2,5% und Biobrennstoffen 9,7%. Die „Neuen Energien“, im Wesentlichen Wind, Sonne, Energiemais, bringen zusammen mit weiteren Nischenenergien weltweit nur unbedeutende 1,5%. An dieser Zusammensetzung wird sich in den nächsten Jahrzehnten nur wenig ändern.

In Deutschland wäre der Spuk der „Neuen Energien“ bei freier Marktwirtschaft - keine Subventionen, keine gesetzliche Zwangseinspeisung von Sonnen- und Windstrom, kurz kein EEG - in wenigen Wochen verschwunden. Allein die Umlagen zur Förderung der „Neuen Energien“ durch das EEG belasten deutsche Volkswirtschaft und Verbraucher mit ca. 30 Milliarden Euro pro Jahr [6]. Dies ohne wirtschaftlichen oder versorgungstechnischen Nutzen, dafür aber mit extremen Umweltschäden und höchsten Kosten. Eine noch größere volkswirtschaftliche Schädigung Deutschlands als durch die Energiewende ist in Friedenszeiten nicht mehr denkbar.

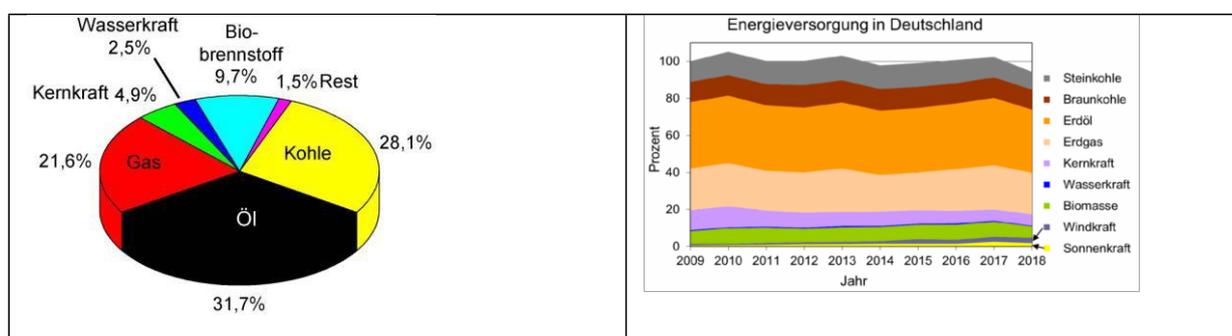


Bild 1: Links: Methoden-Anteile weltweit 2015 [13] (Holz und Holzkohle, hier unter Biobrennstoffe, stellen mit dem 3,75-fachen der Windenergie zumindest in der EU den größten Anteil an den „Neuen Energien“). Rechts: Methoden-Anteile Deutschlands, die sich vom linken Teilbild nicht maßgebend unterscheiden [14]. Bis heute 2022 hat sich an diesem Bild nichts Maßgebendes geändert.

### 3. „Neue Energien“: Zurück ins Mittelalter kleinster Leistungsdichten

Leistung ist fließende Energie: **Leistung = Energie / Zeit**, umgekehrt somit **Energie = Leistung x Zeit**. Für Leistung ist eine gebräuchliche Maßeinheit das Kilowatt kW. Infolgedessen wird Energie in kW x Stunden (kWh) angegeben, so steht es auf jeder Stromrechnung. Energie kostet Geld (Leistung kaum, leistungsstärkere Geräte oder Fahrzeuge sind lediglich teurer als leistungsschwache). Ein Zahlenbeispiel aus dem Haushalt: Die Nutzung eines Kühlschranks von 0,14 kW Leistung über 24 Stunden, verbraucht die Energie von 0,14 kW x 24 h = 3,36 kWh. Bei z.B. 0,4 Euro pro kWh kostet das täglich 0,4 x 3,36 = 1,34 Euro und im Jahr 490 Euro.

Wenn von Leistung die Rede ist, muss auch davon die Rede sein, durch welche Fläche die Energie fließt. Bei der Photovoltaik auf dem Hausdach ist es z.B. die Solarpanelen-Fläche. Damit der Hausbesitzer eines Solardachs berechnen kann, wieviel Energie im Jahr er an Solarenergie erwarten kann, muss er die jahresgemittelte Leistung seiner Solarpanelen pro 1 m<sup>2</sup> Fläche kennen. Sie beträgt in Deutschland grob 10 W/m<sup>2</sup> [7]. Diese im Folgenden für die Energiewende maßgebende Größe ist die Leistungsdichte:

$$\text{Leistungsdichte} = \text{Leistung} / \text{Fläche}$$

Bei Windrädern ist sie die vom Windradpropeller überstrichene Fläche, beim Energiemais (indirekt) die mit Mais angebaute Bodenfläche.

Warum die Leistungsdichte von zentraler Bedeutung für die Energiewende ist, zeigt bereits ein einfaches Anschauungsbeispiel: Ein Steak auf dem Kohlegrill ist in 3-5 Minuten „durch“, es hat dann ausreichend Strahlungsleistung vom Grill aufgenommen. Legt man das Steak dagegen in die pralle Sonne, muss man viele Stunden warten, bis das Steak die gleiche Gesamtenergie aufgenommen hat (nebenbei ist es danach ungenießbar). Der Kohlegrill liefert seine Wärmeleistung extrem gebündelt (hohe Leistung pro Fläche = große Leistungsdichte), die Sonne dagegen nur extrem dünn (kleinste Leistung pro Fläche = kleine Leistungsdichte). Tabelle 1 zeigt, dass der Unterschied der Leistungsdichten von Kohleverbrennung und Sonneneinstrahlung mehr als das Tausendfache beträgt. Weil so wichtig, der Zusammenhang noch einmal:

$$\text{Leistungsdichte} = \text{Leistung} / \text{Fläche} \quad \text{W/m}^2$$

$$\text{Leistung} = \text{Leistungsdichte} \times \text{Fläche} \quad \text{W}$$

Der entscheidende Punkt ist nun: Bei **kleinen** Leistungsdichten müssen die zugehörigen (mit Technik und Material zugebauten) Flächen sehr **groß** sein, um noch ausreichend Leistung zu ernten. Dies ist der Grund für die Mammutausmaße von Windrädern, denn nur so kann das Produkt von Leistungsdichte x (Propeller)Fläche noch ausreichende Leistung liefern. Das „Energie-Einsammeln“ bei zu kleiner Leistungsdichte man spricht hier auch von zu „dünnere Energie“) ist nur unter hohem Aufwand, Materialverbrauch und hohen Kosten möglich. Insbesondere bei Wind und Energiemais ist es zwangsweise begleitet von hoher Naturschädigung. Tabelle 1 zeigt Zahlenwerte von Leistungsdichten.

Stromerzeugung	Leistungsdichte [W/m <sup>2</sup> ]	Methoden- Fläche [m <sup>2</sup> ]	Leistungsdichte pro Bodenfläche [W/m <sup>2</sup> ]
Erdwärme	0,03	Erdboden	0,03
Energiemais	0,2	Erdboden	0,2
Sonne (PV)	10 - 15	Solarpaneele	10 - 15
Wind Hessen	45	Propeller	1
Wasser 6 m/s	100 000	Turbinenquerschnitt	/
Kohle	250 000	Brennkesselwand	7500
Uran	300 000	Uran-Hüllrohrwand	>7500

*Tabelle 1: Leistungsdichten unterschiedlicher Methoden zur Erzeugung von elektrischem Strom, unter Einbeziehung der jeweiligen Methoden- Wirkungsgrade. Zum Wert von Sonne s. unter [7], zum Wert von Wind s. unter [9] (eine eigene zu empfehlende Abschätzung für Wind unter Berücksichtigung der gegenseitigen Abstände von Windrädern in Windrad-Pulks sowie allen weiteren im Internet verfügbaren Daten ist etwas umständlich, erbringt aber grob das gleiche Resultat von etwa 1 W/m<sup>2</sup>).*

Auch die modernste Windturbine ist wegen der minimalen Leistungsdichte des Windes nichts anderes als ein Rückschritt zu den mittelalterlichen Methoden der Windmühle und des Segelschiffs. Das absurde Unterfangen, eine moderne Industriegesellschaft mit Sonnenstrahlung und Wind betreiben zu wollen, ist sachlich nicht zu rechtfertigen und grenzt an religiösen Wunderglauben. Nicht umsonst haben unsere Vorfahren Segelschiffe freudig zugunsten des Dampf- und späteren Dieselantriebs aufgegeben. Die

beiden Kernmängel der „Neuen Energien“ sind „naturgesetzlich“, denn weder die wetterabhängigen Leistungsdichten von Wind und Sonneneinstrahlung noch die Flatterhaftigkeit ihrer Stromlieferungen können von uns beeinflusst werden. Lediglich die Ernteerträge von Energiemais lassen sich mit moderner Genetik und Düngung geringfügig erhöhen. Die Natur selber setzt die Grenzen, auch Wissenschaft und beste Technik sind dagegen machtlos. Nicht umsonst hat der renommierte Ökonom Prof. Dr. Hans-Werner Sinn, im Handelsblatt vom 29.3.2011 die hier gemachten Ausführungen folgendermaßen bestätigt

**„Wer meint, mit alternativen Energien eine moderne Industriegesellschaft betreiben zu können, verweigert sich der Realität“.**

#### **4. „Neue Energien“: Zu viel Platzverbrauch, Materialverbrauch und Naturschäden**

Wie bereits dargelegt, sind bei zu kleiner Leistungsdichte extrem große Wirkflächen zwingend erforderlich, um die gewünschte Leistung zu erhalten. Dementsprechend steigt der Aufwand an Platzverbrauch, Material und Kosten, und es steigen vor allem die **Umweltschäden**. Die folgenden Daten der Großwindanlage Enercon E 126 belegen es: 198 m Gesamthöhe, überstrichene Propellerfläche  $12470 \text{ m}^2 = 1,247 \text{ ha}$ , Gewicht 3460 t plus 3500 t Stahlbetonfundament. Trotz 7,5 MW Nennleistung liefert die E 126 im bundesdeutschen Orts- und Jahres-Mittel nur 1,3 MW **reale** elektrische Leistung, weil Nennleistung auf die höchstmögliche Windgeschwindigkeit bezogen ist, die praktisch nie vorkommt. 1,3 MW entsprechen grob 7 Automotoren von je 200 kW Leistung. Neben der geringen Leistungsdichte des Windes gibt es noch weitere methodenspezifische Gründe für die zu geringe Leistungsausbeute von Windrädern, die unter 8. näher erläutert werden. Vergleicht man Windräder mit der Leistung eines Kohlekraftwerks von 2000 Megawatt (zwei Blöcke), so kann dies rechnerisch nur von 1500 Windrädern des Typs E 126 ersetzt werden, „rechnerisch“, weil Windstrom flattert und daher primär unbrauchbar ist, Kohlestrom dagegen nicht.

An dieser Stelle ist zusammenzufassen:

**Je kleiner die Leistungsdichte einer Stromerzeugungsmethode ist, um so größer sind ihre Wirkflächen, Kosten und Umweltschäden**

Das oft in den Medien betonte „sanft“, mit dem „Neue Energien“ als vorteilhaft und umweltschonend dargestellt werden, stellt die Fakten komplett auf den Kopf. Es verhält sich genau umgekehrt: Je „sanfter“ eine Methode zur Erzeugung von elektrischer Energie ist, um so kostspieliger und umweltschädlicher ist sie. Und entgegen gängiger Vorstellungen werden die größten Umweltschäden heute von Entwicklungsländern, nicht aber von modernen Industrienationen verursacht. Das aktuelle Streben von Entwicklungsländern (Beispiel Afrika) nach modernen Kohlekraftwerken ist der sachgerechte Weg in die Zukunft und sollte von uns begrüßt und gefördert werden.

Ganz allgemein belegt die historische Entwicklung, dass technischer Fortschritt bei gleichzeitig zunehmendem Umweltschutz nur mit immer größeren Leistungsdichten in Energiegewinnung, Stromerzeugung, Produktion, Verkehr etc. erreicht werden kann. Den umgekehrten Weg gab es noch nie (Ausnahme die verfehlte, nicht überlebensfähige Energiewende Deutschlands), er hätte wieder zurück ins Mittelalter geführt. Die benötigte Energie für eine anwachsende Weltbevölkerung bei zunehmendem Lebensstandard kann wirtschaftlich und umweltschonend nur mit den jeweils verfügbaren Methoden höchster Leistungsdichte bereitgestellt werden. „Neue Energien“ weisen die geringsten Leistungsdichten aller verfügbaren Methoden auf. Sie sind für moderne Industriegesellschaften ungeeignet, naturschädigend und fortschrittsfeindlich.

## 5. Der Erntefaktor von „Neuen Energien“, Kohle, Gas, Wasser und Uran

Der Erntefaktor, englisch EROEI (Energy Returned to Energy Invested), quantifiziert und bestätigt die bisherigen Ausführungen auf wissenschaftlicher Grundlage. Vereinfacht ausgedrückt, ist der EROEI das Verhältnis der gesamten, während der Lebenszeit einer Methode zur Stromerzeugung erzeugten elektrischen Energie zu derjenigen Energie, die für ihren Betrieb selber aufgewendet wurde - inklusive des erforderlichen Energieaufwands, um die benötigten Brennstoffe zu fördern und bereitzustellen. Auch die Entsorgung gehört dazu. Der EROEI ist ein Energiemultiplikator. Man investiert zunächst Energie und erhält ein Vielfaches zurück - natürlich nur bei  $EROEI > 1$ , sonst wäre es ein „Verlustgeschäft“.

Im Jahre 2012 wurde über den EROEI eine grundlegende Fachstudie publiziert. Neben der Bedingung  $EROEI > 1$  gibt es noch die Forderung  $EROEI > 7$ , denn unterhalb von 7 ist eine Methode volkswirtschaftlich nicht mehr sinnvoll. Zur Begründung des Faktors 7 wird auf die Originalarbeit verwiesen, das Bruttosozialprodukt sowie OECD-Technologien gehen dort ein. Bei der Berechnung des EROEI für Wind- und Sonnenstrom wird auch der Energieaufwand zur Pufferung des fluktuierenden Zufallsstroms berücksichtigt, weil fluktuierender Strom zur direkten Einspeisung in ein Stromnetz ungeeignet ist. Auf diesen zweiten Fundamentalmangel der „Neuen Energien“ Wind und Sonne wird unter 7. und 9. eingegangen. Bild 2 zeigt den EROEI für Methoden zur Erzeugung von elektrischem Strom.



Bild 2: Erntefaktoren für Methoden der Stromerzeugung gepuffert, d.h. der Fluktuationsausgleich von Sonne und Wind ist berücksichtigt. Sonne, Energiemais (Biomasse) und Wind liegen noch unter der ökonomischen Schwelle von OECD-Ländern.

## 6. „Neue Energien“: Leistungsdichten bezogen auf Bodenfläche

An Stelle unmittelbarer Wirkflächen sind Bodenflächen oft aussagekräftiger (s. Tabelle 1). Wählt man sie, ändert sich bei Photovoltaik und Energiemais nichts. Energiemais hat hier von allen Methoden mit grob  $0,2 \text{ W/m}^2$  die geringste Leistungsdichte [8]. Dieser Wert lässt fragen, wieviel Anbaufläche rechnerisch benötigt würde, um ausschließlich mit Energiemais den gesamten Inlandstrom Deutschlands 2016 zu erzeugen: Die Resultate, ergänzt durch Sonne und Wind sind ernüchternd:

- Wind: etwa die Fläche Bayerns
- Sonne: etwa die Fläche des Saarlandes
- Energiemais: etwa die Gesamtfläche Deutschlands

Politisches Fernziel der deutschen „Energiewendler“ ist sogar die Sektorkoppelung, also „aller Strom nur noch aus neuen Energien“. Es sei dem Leser überlassen, einmal rechnerisch abzuschätzen, was dieser Abersinn real für unsere Umwelt für Folgen hätte.

## 7. Die Wetterabhängigkeit von Wind- und Sonnenstrom

Dieser zweite Fundamentalmangel von Wind- und Sonnenstrom ist inzwischen besser bekannt und wird inzwischen auch schon fleißig von den Medien thematisiert. Flatternder Zufallsstrom kann nicht ohne aufwendige und kostspielige Maßnahmen ins Stromnetz eingespeist werden. Die gelegentlich geäußerte Annahme, dass ein europaweiter Windradverbund schon allein für Glättung sorgen würde, hat eine ausführliche Studie widerlegt [10]. Das gemessene Minimum an geliefertem Windstrom beträgt nur 4% der europaweit installierten Windrad-Nennleistung. Wörtlich in der VGB-Studie: *„Windenergie trägt damit praktisch nicht zur Versorgungssicherheit bei und erfordert 100 % planbare Backup-Systeme nach heutigem Stand der Technik.“*

Backup-Systeme sind aktuell schnell reagierende Gaskraftwerke mit preisgünstigem russischem Gas. Man muss für flatternden Wind- und Sonnenstrom ein **gleichgroßes** fossiles Backup-System installieren, welches die Gesamtkosten dieser „Neuen Energien“ zumindest verdoppelt. Die Einspeisung von Zufallsstrom wird von den Medien inzwischen als eine der dringendsten Probleme der Energiewende angesehen (die zu geringe Leistungsdichte übersteigt dagegen noch die intellektuellen Fähigkeiten von Journalisten und Politikern). Die Soll-Netzfrequenz von 50 Hz ist in engen Grenzen stabil zu halten, bereits bei Abweichungen von 0,2 Hz besteht die Gefahr eines großflächigen Blackouts. So etwas war von den früheren Kohle-, Gas- und Kernkraftwerken mit ihrem stetigem Grundlaststrom unbekannt.

Wetterabhängiger Zufallsstrom ist daher bis heute ohne Ersatzkraftwerke nicht in der Lage, den Strombedarf jederzeit zu decken. Ersatzkraftwerke sind aber infolge Teilbetriebs und hoher Lastwechselfrequenz schnellem Verschleiß unterworfen und vor allem wirtschaftlich unrentabel. Auf Profit angewiesene Unternehmen haben kein Interesse sie zu bauen. Wirtschaftliche Speichersysteme für Strom in Deutschland als Alternative für Backup-Kraftwerke sind nicht in Sicht. Pumpspeicherwerke als bislang einzige Lösung, sind hierzulande aus topogeografischen Gründen nicht möglich, von wenigen Einzelanlagen wie Goldisthal in Thüringen abgesehen.

## 8. Windräder näher betrachtet

Alle Strömungsmaschinen unterliegen dem physikalischen Gesetz *„Leistung = proportional zur dritten Potenz der Strömungsgeschwindigkeit“* (grüne Kurve in Bild 3). Gemäß diesem  $v^3$ -Gesetz führt Verdoppelung der Windgeschwindigkeit zur Verachtfachung der Stromleistung, Halbierung dagegen umgekehrt zu 1/8 der Stromleistung. Windschwankungen spiegeln sich daher überproportional verstärkt in der Flatterhaftigkeit des gelieferten Stroms wieder, so dass sich das Backup-Problem extrem verstärkt. Die deutschen Windgeschwindigkeiten, im Binnenland grob zwischen 0 bis etwa 6 m/s, sind wegen des  $v^3$ -Gesetzes zudem noch für eine vernünftige Stromausbeute viel zu klein. Offshore und an Meeresküsten ist der Wind im Mittel zwar stärker, man muss aber schon ab etwa  $v = 8$  m/s beginnen die Windrad-Leistung wegen zu großer mechanischer Belastung wieder zu drosseln. Ab etwa  $v = 13$  m/s

muss ein Windrad auf die zulässige Maximalleistung (Nennleistung) begrenzt werden. Damit ist gerade der interessanteste Bereich von sehr hohen Windgeschwindigkeiten nicht nutzbar (Bild 3).

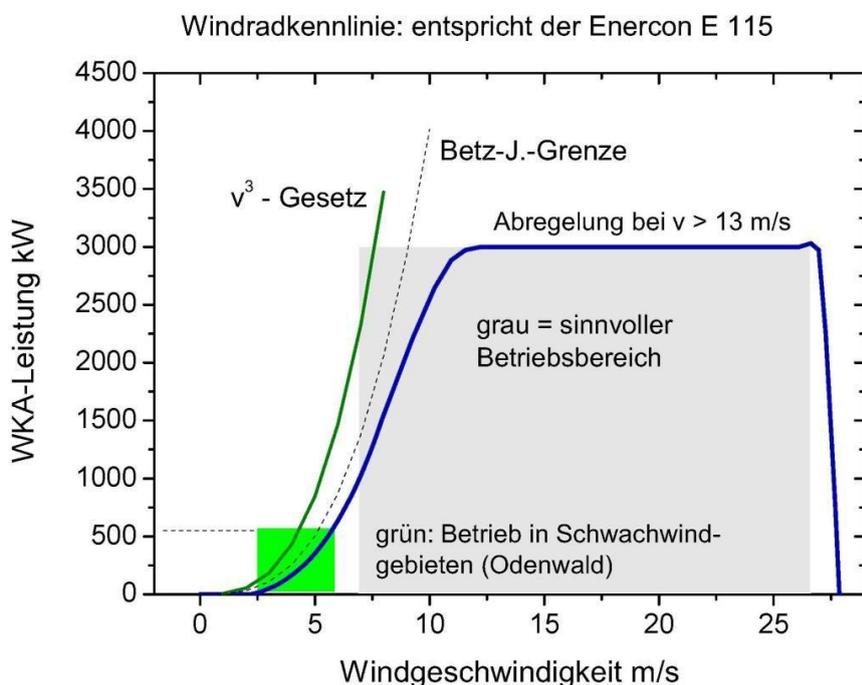


Bild 3: Beispiel einer Windradkennlinie (blau). Das  $v^3$  Gesetz und die Betz-Joukowsky-Grenze werden prinzipiell von einem Windrad nicht ganz erreicht. Die mittleren Windgeschwindigkeiten an der Nordseeküste liegen bei etwa 6 m/s, für Offshore Nordsee um die 9 m/s [15]. Selbst Offshore-Windgeschwindigkeiten lassen daher die Nutzung des eigentlich sinnvollen Betriebsbereichs von Windturbinen (grau) nur stark eingeschränkt in dessen linken Randbereich zu. Der grüne Bereich betrifft Waldgebiete und belegt den sachlichen Abersinn der Nutzung von Windenergie in Wäldern sowie in windschwachen Bundesländern wie Sachsen. Allenfalls in windstarken offshore-Zonen können Windräder überhaupt sinnvoll sein. Weiteres zu Windrädern unter [16].

## 9. Die grundsätzliche Grenze von Strom aus Wind und Sonne

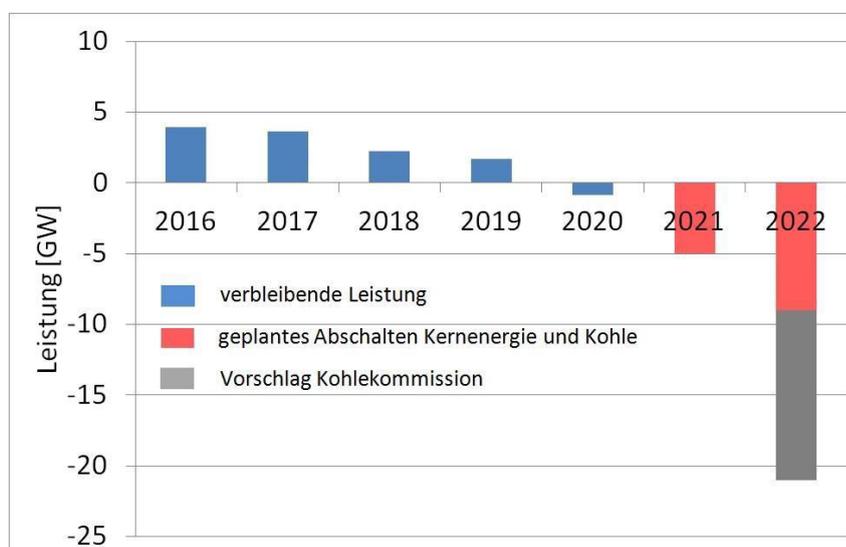
Die bisher geschilderten technischen und wirtschaftlichen Begrenzungen für die „Neuen Energien“ Wind und Sonne wären prinzipiell keine unüberwindbaren Hürden für ihren weiteren Ausbau, falls die Politik auf Kosten, Naturschutz, Landschaftsschutz und den Gesundheitsschutz von Windradanrainern (Infraschall) absolut keine Rücksichten nähme – was inzwischen leider fast Realität ist. Es existiert allerdings eine grundsätzliche technische Grenze für fluktuierenden Strom, bedingt durch die unabdingbare Stabilität des Wechselstromnetzes. Ursache dafür sind unvermeidbare schnelle Störungen im Bereich von Sekundenbruchteilen bis wenigen Sekunden, etwa Netz-Abtrennungen durch den plötzlichen Ausfall eines großen Umspanntransformators (Blitzeinschlag o.ä.), die ohne Gegenmaßnahmen zum Zusammenbruch des gesamten Stromnetzes führen, weil keine Backup-Maßnahme in solchen Fällen schnell genug reagieren kann. Warum passierte dabei bislang dennoch nichts?

Um die fatalen Auswirkungen solcher kurzfristigen Störungen auf die Stabilität des Netzes auszuschließen, muss ein ausreichend hoher Prozentsatz der elektrischen Gesamtleistung von

Synchrongeneratoren mit **großen Schwungmassen** erzeugt werden. Diese Schwungmassen setzen sich aus den Dampfturbinenschaufeln und den bis zu 60 m langen Turbinenwellen von insgesamt vielen hundert Tonnen Gewicht rotierender Massen zusammen, die sich mit 3000 U/min drehen. Von den klassischen Kohle- und Uran-Dampfkraftwerken werden daher die sehr kurzen Störungen passiv ohne zusätzliche Maßnahmen durch Abbremsen (Auspeicherung kinetischer Energie) bzw. Beschleunigen (Einspeicherung kinetischer Energie) ihrer großen Schwungmassen verzögerungsfrei weggebügelt.

Der Stromverbraucherschutz e.V. NAEB (<http://www.naeb.info/>) gibt als Faustformel für den erforderlichen Anteil klassischer Kraftwerke 45% an. Auch eine Untersuchung der vier großen deutschen Netzbetreiber geht auf diese für unsere Stromversorgung überlebenswichtigen Zusammenhänge ein [11]. Der erforderliche Anteil von Grundlastkraftwerken hängt dabei von der aktuellen Netzstruktur, aber auch davon ab, welches Blackout-Risiko man noch toleriert. Die Netzbetreiber nennen eine Mindestleistung von 20 GW für den Regelblock Deutschland (die Stromleistung Deutschlands beträgt grob 60 GW), das wären weit weniger konservativ etwas über 30%. Mit den momentan noch vorhandenen Grundlastkraftwerken wäre die erforderliche Sicherheit zwar noch erreicht. Jedoch wird sich mit zunehmendem Windradausbau, dem gesetzlichen Abschalten weiterer Kernkraftwerke sowie dem vorgesehenen Beseitigen von Kohlekraftwerken die Versorgungssituation in Richtung größerer Instabilität stetig verschlechtern die und Black-Out-Gefahr ebenso vergrößern.

Bild 4 zeigt, wie es in Zukunft weitergeht, sollte die unverantwortliche Politik des Abschaltens von Kern- und Kohlekraftwerken weiterverfolgt werden. Besonders bemerkenswert ist, dass bis heute die Bundesregierung nicht einmal angeben kann, woher der gemäß Bild 4 fehlende Strom zukünftig kommen soll.



*Bild 4: Verfügbare elektrische Leistung der Bundesrepublik Deutschland. Bild erstellt aus den Daten der deutschen physikalischen Gesellschaft [12]. Spätestens im Jahre 2022 wird die Unterdeckung sogar die von den vier Netzbetreibern genannte Minimalschwelle unterschritten haben.*

## 10. „Klimaschutz“ als Begründung der deutschen Energiewende

„Klima“ definiert die Weltmeteorologieorganisation (WMO) als Wetterstatistik über mindestens 30 Jahre wie von Temperatur, Regen, Luftfeuchte, Luftdruck, Extremwetterhäufigkeiten usw. Klima ist zudem ein lokales Phänomen – bereits aus der Schule kennt jeder die Klimazonen von tropisch bis polar.

Extrembeispiel: Teneriffa-Nord ist klimatisch kühler und feuchter als Teneriffa-Süd, beide Klimazonen liegen, durch den höchsten Berg Spaniens getrennt, nur etwa 100 km auseinander. Ein „Globalklima“ gibt es nicht. Alle Klimata der Erde verändern sich unaufhörlich, Klimastillstand gab es noch nie, seitdem die Erde existiert. „Klimaschutz“ müsste konsequenterweise zuerst das „Wetter schützen“. Dies widerspricht den Naturgesetzen. Es gibt auch keinen „Klimanotstand“, denn die Natur kennt weder Notstände, noch Katastrophen. Es gibt dagegen Klimanotstände für die Menschheit, so z.B. die „kleine Eiszeit“ von Mitte des 15. bis Mitte des 19. Jahrhunderts. Eine im Winter regelmäßig zugefrorene Ostsee [28] ist heute kaum noch vorstellbar. Klimanotstände infolge Erhöhung des Spurengases CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre sind bislang in der Klima-Wissenschaft unbekannt, weil nicht nachweisbar.

CO<sub>2</sub> ist das für die Biosphäre wichtigste **Spurengas** in unserer Luft, mit einem Anstieg von 280 ppm bis 416 ppm ab 1850 bis heute (ppm = Teile pro Million, 416 ppm sind daher 0,0416% Volumenprozent). Dieser CO<sub>2</sub>-Anstieg ist menschengemacht (anthropogen). Ferner wirkt CO<sub>2</sub>-Zunahme leicht global erwärmend in der tieferen Atmosphäre. Die Stärke dieses Effekts ist infolge zahlreicher, noch nicht ausreichend bekannter Zusatzeffekt aber unbekannt. Mehr CO<sub>2</sub> in der Luft hat dagegen nachweisbar den Pflanzenwuchs auf der Erde verstärkt und Wüstenränder ergrünen lassen. Die Welternnten fast aller Nahrungspflanzen nahmen zu und nehmen weiter zu [19], wobei die Sättigung dieses biologischen Effekts von der Menschheit in Folge begrenzter Ressourcen an fossilen Brennstoffen gar nicht erreichbar ist.

Es gibt keinen direkten Beleg für einen anthropogenen Klimawandel durch Messungen, denn es ist bis heute nicht möglich, den geringen erwärmenden Einfluss des anthropogenen CO<sub>2</sub> von den natürlichen Klimavariationen zu trennen. Vor 1850 gab es Klimawerte und deren Veränderungen, welche stärker waren als die der jüngsten Zeit [20]. Ohne menschengemachtes CO<sub>2</sub> fanden vor 1850 heftigere und schnellere Klimaveränderungen als in der jüngsten Zeit statt. Da es an Hand von Messungen bislang nicht entscheidbar ist, ob die relativ schwache globale Erderwärmung ab 1850 bis heute von etwas über 1 °C eine natürliche Wiedererwärmung nach Ende der kleinen Eiszeit ist, oder aber maßgebend vom Menschen verursacht wurde, entsteht die Frage nach dem richtigen Umgang mit dieser Unsicherheit. Das „Vorsichtsprinzip“ scheidet dabei aus, weil CO<sub>2</sub>-Vermeidung weit teurer und in der Wirkung noch ungewisser ist als weit wichtigere Vorbeugungsmaßnahmen wie Kampf gegen Pandemien, Wiederaufforstung von Tropenwäldern, Säuberung der Weltmeere, Abwehrmaßnahmen gegen die Erde bedrohenden Asteroiden, ... zeitlich gut orchestrierte Anpassung anstatt unnützer teurer Vermeidung.

„Ein empirisch-wissenschaftliches System muss an der Erfahrung scheitern können“ (Karl Popper, Logik der Forschung). Das heißt, eine Hypothese, die nicht durch Messungen falsifizierbar ist, ist wissenschaftlich sinnlos. Die Beweislast einer Hypothese liegt nicht beim Skeptiker, weil es unmöglich ist zu beweisen, dass es etwas nicht gibt (hier die Hypothese einer anthropogenen globalen Erwärmung). Die Beweislast liegt grundsätzlich beim Vertreter dieser Hypothese. Bekanntes Beispiel: Beobachtungen legen nahe, alle ausgewachsenen Schwäne seien weiß, bzw. alle Klimaveränderungen seien natürlichen Ursprungs. Wer also vom Gegenteil überzeugt ist, hat die Beweislast. Er muss positiv einen andersfarbigen Schwan präsentieren (den gibt es), bzw. er muss positiv Messungen präsentieren, die einen anthropogenen Klimawandel nachweisen (die gibt es nicht). Wenn wir nichts Ungewöhnliches an der Klimaänderung seit 1850 im Vergleich mit den Zeiten vor 1850 durch Messungen wissen, müssen wir nach dem gültigen Paradigma der Naturwissenschaft seit 1850 bis heute von einer natürlichen Klimaänderung ausgehen.

Was sagt schließlich die Theorie? Die globale Temperaturerhöhung bei jeder hypothetischen CO<sub>2</sub>-Verdoppelung (Klimasensitivität) - „jeder“ bedeutet, der Zusammenhang ist logarithmisch - liegt nach  
Anhörung Lüdecke, sächsischer Landtag, Drucksache 7/9586, 9. Sept. 2022

theoretischen Rechnungen gemäß dem AR6 des IPCC zwischen 1,5 °C - 4,5 °C. Für die untere Grenze wird in der begutachteten Fachliteratur sogar 0,6 °C angegeben [21]. Auf dieser extrem unsicheren theoretischen Wissensbasis sollen nach den Vorstellungen von Ökosozialisten unsere Industrie und unser erarbeiteter Wohlstand durch Verbote von fossilen Brennstoffen und paradoxerweise sogar von CO<sub>2</sub>-freien Kernkraftwerken zerstört werden.

### **Haben Extremwetter zugenommen?**

Der Problematik einer eventuellen Zunahme von Wetterextremen nach 1950 hat sich der IPCC-Sachstandsbericht AR5 von 2013 erschöpfend angenommen [22]. Dort findet sich als Zusammenfassung des umfangreichen Kapitels 2.4 des AR5 die unmissverständliche Entwarnung über eine mögliche Zunahme von Extremwettern. Im neuesten AR6 hat sich, von unwesentlichen Details abgesehen, an dieser Aussage nichts Maßgebendes mehr geändert [23]. Die Zusammenfassung im Originaltext des AR5 lautet:

*„There is limited evidence of changes in extremes associated with other climate variables since the mid-20th century“.*

Alle noch existierenden Pegelwände europäischer Flüsse bestätigen diese Entwarnung. Die stärksten Überschwemmungen gab es im 18. Jahrhundert [24]. Damals gab es noch kein menschengemachtes CO<sub>2</sub>. Auch die Ahrtal-Katastrophe hatte 1804 einen noch stärkeren Vorgänger [25]. Inzwischen hat sich auch zu den aktuell auffälligen Dürren eine wissenschaftlich kompetente Stimme in einem allgemeinverständlichen Sachartikel geäußert: Der Klimawandel ist es nicht, aber der bauende sowie Land- und Forstwirtschaft betreibende Mensch hat dennoch eine Mitschuld [26].

Die wichtigste Begründung für die Energiewende mit ihren „Neuen Energien“ ist die vermutete und keineswegs nachgewiesene Gefahr eines schädlichen Klimawandels. Auf weitere Details dieser dem Stand der Klimawissenschaft und den Sachstandsberichten des IPCC widersprechenden Hypothese wird hier nicht näher eingegangen, gründlichere Information liefert das Sachbuch [27]. Hilfsweise und hypothetisch soll im Folgenden dennoch eine maßgebende Klimaschädlichkeit des anthropogenen CO<sub>2</sub> einmal vorausgesetzt werden, obwohl es dafür weder in der begutachteten Fachliteratur noch in den Sachstandsberichten des IPCC, wie oben dargelegt, beweiskräftige Belege gibt. Unter dieser Voraussetzung kann folgende Abschätzung durchgeführt werden:

Deutschlands Anteil an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen beträgt zur Zeit grob 2% - wegen der ungebremsst steigenden Kohleverbrennung von China, Indien, Südamerika und Afrika abnehmend. Um zu ermitteln, wie sich eine Verringerung des deutschen CO<sub>2</sub>-Beitrags um 80% (einer der vielen einschlägigen Pläne der Bundesregierung) auf die globale Mitteltemperatur bis zum Jahre 2050 auswirkt, wird von ungünstigsten Annahmen ausgegangen: Die derzeitige CO<sub>2</sub>-Konzentrationserhöhung der Luft beträgt 2 ppm/Jahr, das sind in den kommenden 30 Jahren bis 2050 in linearer Näherung  $30 \times 2 = 60$  ppm mehr. Deutsche 80% Einsparungen seines 2% - Anteils bedeuten dann  $0,8 \times 0,02 \times 60 = 1$  ppm weniger. Als ungünstigsten Wert der Klimasensitivität nennt, wie oben schon dargelegt, das IPCC im Sachstandsbericht AR6 (2021) 4,5 °C. Die globale Temperaturverringerung durch 80% deutscher CO<sub>2</sub> - Einsparungen beträgt somit höchstens  $4,5 \times 1/400 = 0,01$  °C in den nächsten 30 Jahren. Dieses „Nichts“ von 0,01 °C kostet Deutschland viele Milliarden Euro jedes Jahr und wäre bei konsequenter Fortführung der Energiewende das Ende Deutschlands als Industrie- und Wohlstands-Staat. Das gesetzliche Prinzip der Verhältnismäßigkeit wird dabei ins Absurde verzerrt.

## **11. Zusammenfassung und Empfehlung**

- 1) Ein sachgerechter Strukturwandel Sachsens muss die Energiewende aufgeben und wieder hin zu einer wirtschaftlichen und naturschonenden Energieversorgung auf Basis der erwähnten modernen Vorbereitungs- und Begleitmaßnahmen von Großprojekten führen. Hierfür ist sächsische Braunkohle auch zukünftig unverzichtbar. Fachverstand und technische Vernunft müssen wieder Ökoideologie und technologische Luftphantasien ersetzen.
- 2) Für die sächsische Kohleverbrennung darf es keinen Auslaufzeitpunkt geben. Schwerpunkte müssen die Ertüchtigung älterer Kohlekraftwerke und der Bau von neuen Kohlekraftwerken sein. Interessant könnten zukünftig auch IGCC-Kraftwerke werden (integrated gasification combined cycle), welche die Kohle nicht verbrennen, sondern vergasen und problemlos CO<sub>2</sub> abscheiden können [18]. Sachsen sollte sich daher im Bundesrat für die Aufhebung des CCS-Verbots (CCS = Carbon Capture and Storage) einsetzen. CO<sub>2</sub> wird dabei aus den Abgasen des Kohlekraftwerks abgeschieden, per Pipeline oder Schiff auf hohe See transportiert und dort sicher unter dem Seeboden verpresst. Das Verfahren ist auch für alte Kohlekraftwerke bereits wirtschaftlich, weil der EU-gesetzliche Preis pro Tonne CO<sub>2</sub>, den die Kraftwerke aktuell bezahlen müssen, die CCS-Kosten übersteigt. Es passiert aber nichts, weil infolge der unsicheren Gesetzeslage die Kraftwerksbetreiber keine Planungssicherheit haben.
- 3) Generell wird Kohleverbrennung weltweit und auch in Sachsen noch für viele Jahrzehnte die verlässlichste, naturschonendste und wirtschaftlichste Methode der Stromerzeugung bleiben. Erst danach werden fossile Brennstoffe von Uran und Thorium in Kernkraftwerken der Generation IV (auch Brutreaktoren) mit Brennstoffreichweiten von hunderten Millionen Jahren abgelöst. Kernkraftwerke Gen. IV laufen bereits über Jahrzehnte erfolgreich in Russland als BN-Typen, haben aber die wirtschaftliche Schwelle noch nicht überschritten und sind daher noch nicht marktfähig. Sachsen mit einem Pisa-Spitzenplatz sollte zumindest bei der Erforschung der Generation IV-Kernkraftwerke wieder dabei sein, einen sächsischen Kernkraftwerks-Lehrstuhl gibt es bereits. Der weltweite Trend zu Kernkraftwerken entspricht zudem der EU-Taxonomie, welche Kernenergie völlig zutreffend als nachhaltig einordnet.
- 4) Zur Behebung des aktuellen Gasmangels sollte sich die sächsische Landesregierung im Bundesrat für die Aufhebung des Fracking-Verbots einsetzen. Deutschland hat förderbare Mengen an 50 Jahren Russlandgas [17]. Fracking ist weltweit erprobt und sicher. Der Import von fracking Gas bei gleichzeitigem Frackingverbot hierzulande ist absurd. Zudem darf an dieser Stelle gefragt werden, was aktuell gegen russisches Gas spricht, wenn Sanktionen mehr uns als Russland schädigen.
- 5) Auch neue Energien müssen in Sachsen ihren Platz haben, vorausgesetzt, sie setzen sich im freien Wettbewerb durch, erfüllen alle Forderungen an Versorgungssicherheit, an technisch gerechte Stromeinspeisung und an Naturschutz. Wind, Sonne und Energiemais gehören auf Grund ihrer prinzipiellen Eigenschaften nicht dazu.

## 12. Quellenverzeichnis

[1] Vgl. hierzu die Angaben des BMWi, [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de), des bdew, [www.bdew.de](http://www.bdew.de), und des AGEB, [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de).

[2] DATF Deutsches Atomforum: Kernenergie in Zahlen, 2016, <https://www.kernd.de/kernd-wAssets/docs/service/621kernenergie-in-zahlen.pdf>

[3] Statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/239528/umfrage/anteil-der-stromerzeugung-aus-windkraft-in-deutschland/> sowie <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250915/umfrage/anteil-der-photovoltaik-an-der->

stromerzeugung-in-deutschland/

[4] Deutscher Bundestag, Drucksache 17/5672 (2011),  
<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf>

[5] Geschichte des Energieverbrauchs. Ökosystem Erde, <https://www.oekosystem-erde.de/html/energiegeschichte.html>

[6] BMWi, EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2020, Feb 2020.

[7] Die verheerende Bilanz von Solarenergie. Schweizer Forscher zeigen: Fotovoltaik verschlingt mehr Energie, als sie erzeugt. Basler Zeitung, 20.12.2017.

[8] Hartmann, A., 2008. Wieviel Fläche wird für Biogas benötigt? Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg, 7.

[9] Miller, L.M. et al., 2015. Two methods for estimating large to large-scale wind power generation. PNAS, 1-6.

[10] T. Linnemann und G.S. Vallana, 2017. VGB-Studie: Windenergie in Deutschland und Europa.

[11] 50Hertz, Amprion, Tennet und TransnetBW, 2014. Auswirkungen reduzierter Schwungmasse auf einen stabilen Netzbetrieb,  
<https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/media/documents/Minimale%20Schwungmasse.pdf>

[12] Physik-Journal 18, 2019, Nr. 10.

[13] International Energy Agency, Key World Energy Statistics.

[14] Dubbers, D., Stachel, J. & Uwer, U., 2019. Energiewende – ein Kommentar aus der Physik,  
<https://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/23776/> und <https://www.physi.uni-heidelberg.de/~dubbers/energiewende/text.pdf>

[15] Norddeutscher Klimamonitor.

[16] Fakten und Quellen zu Windrädern. EIKE, 22.09.2015, <https://www.eike-klima-energie.eu/2015/09/22/fakten-und-quellen-zu-windraedern/>

[17] Expertenkommission stellt deutsches Fracking-Verbot in Frage,  
<https://www.rnd.de/wirtschaft/fracking-expertenkommission-stellt-deutsches-verbot-infrage-V635J3AHDXIVMU4U5XSFS2CRXQ.html>

[18] Moderne Kohlekraftwerke senken den CO<sub>2</sub>-Ausstoß,  
<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/rohstoffe/moderne-kohlekraftwerke-senken-co2-ausstoss/>

[19] Indur M. Gloklany, Carbon Dioxide: The Good News ([hier](#)). Diese Arbeit ist nicht begutachtet, führt aber fast alle relevanten begutachteten Fachstudien zum Thema auf.

[20] Höhere Temperaturen im Mittelalter, der Römerzeit und dem Atlantikum (ca. 4500 und 6500 Jahre vor uns) sind durch unzählige begutachtete Facharbeiten der Klimaforschung belegt, ferner die kleine Eiszeit von 1450 bis 1850 als stärkste Kaltzeit des gesamten Holozäns. Ein schönes Einzelbeispiel für besonders schnelle Temperaturänderungen vor 1850 bietet die berühmte mittelenglische Thermometer-Reihe [CET](#), die bis 1659 lückenlos zurückreicht. Hier beträgt die schnellste 50-jährige Temperatursteigerung gemäß lin. Approximation von 1688 bis 1737 etwa 1,87 °C. Der stärkste gleichlange Temperaturanstieg in jüngster Zeit fand zwischen 1958 bis 2007 statt und betrug nur 1,19

°C.

[21] Stellvertretend die Studie "Stefani, F., Solar and Anthropogenic Influences on Climate: Regression Analysis and Tentative Predictions. 2021. *Climate*, 9, 163".

[22] <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

[23] <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

[24] <http://www.real-planet.eu/hochwasser.htm>

[25] [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Hochwasser-Ereignissen](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Hochwasser-Ereignissen)

[26] <https://eike-klima-energie.eu/2022/07/15/europa-trocknet-aus-aber-nicht-durch-klimawandel/>

[27] Lüdecke; H.-J., 2020. *Energie und Klima. Chancen, Risiken, Mythen*, expert Verlag GmbH, Tübingen, (4. Aufl.).

[28] [https://de.wikipedia.org/wiki/Wetteranomalien\\_der\\_1430er\\_Jahre](https://de.wikipedia.org/wiki/Wetteranomalien_der_1430er_Jahre)

[29] <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftregion-europa-eu-hinkt-den-eigenen-wachstumszielen-weit-hinterher-1191745.html>

[30] <https://www.horstjoachimluedecke.de/publikationen>