

Energia jądrowa tak, proszę! Atomkraft ja bitte!

geschrieben von Admin | 26. Mai 2023

Der deutsche Atomausstieg scheint in unserem östlichen Nachbarland offenbar wenig Begeisterung auszulösen. Die Polen streben das genaue Gegenteil an, den Einstieg auf sehr breiter Front.

von Thilo Spahl

Nach aktuellen Plänen sollen in den nächsten Jahrzehnten in Polen Kernkraftwerke wie Pilze aus dem Boden schießen. Es gibt konkrete Pläne und Vereinbarungen zur Entwicklung und Implementierung von großen Reaktoren, kleinen modularen Reaktoren (SMR) und Mikroreaktoren (MMR).

Der Startschuss erfolgte, als Ende 2022 die polnische Regierung bekanntgab, das US-Unternehmen *Westinghouse* für den Bau von sechs AP1000-Druckwasserreaktoren der Generation III+ mit einer Gesamtkapazität von 6 bis 9 GW ausgewählt zu haben. Im Februar haben dann *Westinghouse* und das polnische Unternehmen *Polskie Elektryczne Jadrowe (PEJ)* einen Vertrag über die Vorentwurfsarbeiten für das erste Kernkraftwerk des Landes abgeschlossen. Der Energieplan Polens sieht vor, dass der Bau der Anlage in der Gemeinde Choczewo in der Woiwodschaft Pommern, 250 Kilometer von der deutschen Grenze entfernt an der Ostseeküste, in den nächsten Jahren beginnt und der erste Block 2032 oder 2033 in Betrieb genommen wird. Danach sollen sukzessive die weiteren Blöcke errichtet werden und bis 2040 in Betrieb gehen.

Bei den amerikanischen Reaktoren soll es aber nicht bleiben. ZE PAK, ein privater polnischer Energiekonzern, der derzeit Kohlekraftwerke betreibt, *Polska Grupa Energetyczna*, das staatliche Energieversorgungsunternehmen und der größte Stromerzeuger in Polen, sowie *Korea Hydro & Nuclear Power* haben eine Absichtserklärung über die Zusammenarbeit bei einem Kernkraftwerksprojekt in Patnow, in Zentralpolen, am Standort eines ehemaligen Kohlekraftwerks unterzeichnet. Bei diesem Projekt sollen Reaktoren südkoreanischer Bauart vom Typ APR-1400 zum Einsatz kommen. Der APR-1400 ist ebenfalls ein Reaktor der Generation III+ und wurde zuletzt von Korea auch in die Vereinigten Arabischen Emirate verkauft, wo die ersten drei von vier Blöcken des Kernkraftwerks Barakah 2020, 2021 und 2022 nach jeweils acht Jahren Bauzeit in Betrieb gegangen sind.

Kleine modulare Reaktoren

Noch mehr als auf die klassischen großen Reaktoren wie den AP1000 und den APR-1400 richtet sich das global aufflammende Interesse an der Kernenergie auf die kleinen modularen Reaktoren (SMR), die seit einigen

Jahren weltweit von einer Vielzahl von Unternehmen entwickelt werden. Sie sind deshalb so interessant, weil sie kurze Bauzeiten, noch bessere Sicherheitsmerkmale und vor allem geringere Kosten durch standardisierte Serienfertigung und somit im Vergleich zu den Großprojekten deutlich bessere Planungssicherheit versprechen. Wenn alles gut geht, wird daher auch Polens erstes KKW, das noch in diesem Jahrzehnt in Betrieb gehen soll, ein SMR (oder ein noch kleineres MMR) sein. Und viele weitere sollen schnell folgen.

Die Firma *Orlen Synthos Green Energy*, ein Joint Venture zwischen dem Öltraffinerie- und Tankstellenbetreiber *Polski Koncern Naftowy Orlen* und dem Unternehmen *Synthos Green Energy* (SGE), plant, Dutzende von kleinen modularen Reaktoren in ganz Polen zu errichten. Zwischen 2029 und 2036 sollen 10.000 MWe Leistung gebaut werden. Zunächst ist der Bau von SMR-Kraftwerken an 10 ausgewählten Standorten geplant, von denen die ersten im April 2023 bekanntgegeben wurden. Nun beginnt eine genauere Prüfung der lokalen Voraussetzungen. Die Standorte sind: Ostrołęka, Włocławek, Stawy Monowskie, Dąbrowa Górnicza, Nowa Huta, die Sonderwirtschaftszone Tarnobrzeg und Warschau. Nach Angaben von SGE handelt es sich dabei um Standorte mit unter anderem „sehr energieintensiven Produktionsanlagen sowie um Standorte, die für Heizungszwecke optimal sind“.

Partner für das Vorhaben von SGE sind *GE Hitachi Nuclear Energy* (GEH), *Tennessee Valley Authority* (TVA) und *Ontario Power Generation* (OPG). Die GEH hat sich zur Entwicklung der Standardauslegung verpflichtet und rechnet mit einer Gesamtinvestition von rund 400 Millionen US-Dollar für die Entwicklung. Jeder Beteiligte hat sich bereit erklärt, einen Teil der Gesamtkosten zu finanzieren. Ziel ist es, dass das BWRX-300-Design bald in Kanada, den USA, Polen und darüber hinaus zugelassen und eingesetzt wird.

Der effektivste und schnellste Weg

Beim BWRX-300 handelt sich um einen kleinen Siedewasserreaktor auf der Basis des ESBWR, eines fortgeschrittenen Reaktorsystems der dritten Generation, der in den USA zertifiziert, aber noch nicht gebaut worden ist. Der BWRX-300 ist gegenüber dem ESBWR sehr stark vereinfacht worden und verwendet zahlreiche erprobte Komponenten und eine etablierte Lieferkette. Er verfügt über eine natürliche Kühlwasser-Zirkulation mit passiven Sicherheitssystemen. Sowohl in den USA als auch in Kanada wurde das Zulassungsverfahren bereits eingeleitet.

Der Reaktor kann innerhalb von 24 bis 36 Monaten auf einem Gelände von der Größe eines Fußballfeldes gebaut werden. Aufgrund der deutlich geringeren Investitionskosten und der kurzen Bauzeiten gilt das Programm zur Schaffung eines Netzes kleiner Kernkraftwerke derzeit als der effektivste und schnellste Weg, um den polnischen Energie- und Wärmesektor in Richtung Dekarbonisierung zu transformieren, sagt der Nationale Fonds für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, der eine Kooperationsvereinbarung mit SGE geschlossen hat. Die Lebensdauer der

Anlagen ist auf 60 Jahre ausgelegt. Die Stromerzeugungskosten sollen um 30 Prozent niedriger sein als in Gaskraftwerken. Ein SMR kann eine Stadt mit 150.000 Einwohnern mit Strom versorgen.

Noch wurde kein BWRX-300 gebaut. Am Standort des Darlington New Nuclear Project von OPG in Clarington, Ontario, laufen jedoch derzeit die Vorbereitungen. Die Fertigstellung des ersten Reaktors ist für Ende 2028 geplant. Es wird dann der erste SMR im Netzmaßstab in Nordamerika sein. Und vielleicht der Beginn einer neuen Ära der Kernenergie, bei der Polen zu den Pionieren zählen möchte. Laut Daniel Obajtek, CEO von Orlen, sind bis zu 79 BWRX-300 geplant. Nach Angaben der polnischen Nachrichtenagentur PAP soll diese Zahl bis 2038 erreicht werden. Das Unternehmen will seine Aktivitäten aber keineswegs auf Polen beschränken, es gibt auch Pläne für Großbritannien und andere osteuropäische Länder.

Der BWRX-300 ist jedoch nicht der einzige SMR, der in Polen gebaut werden soll. Polens *Industria*, ein staatlicher Konzern, der zur Agentur für industrielle Entwicklung JSC gehört, entschied sich Anfang Februar für die SMR-Technologie von Rolls-Royce SMR für das Projekt *Central Hydrogen Cluster*. Kernkraftwerke eignen sich nämlich auch hervorragend zur CO₂-freien Erzeugung von Wasserstoff. Das geplante Wasserstoffzentrum soll jährlich bis zu 50.000 Tonnen des auch in Deutschland neuerdings hochbeliebten Gases produzieren. Laut Industrievertretern könnte das Projekt bis zu drei SMRs umfassen. Rolls-Royce SMR sagte, es sehe „Möglichkeiten, mehr als 8 GW kohlebefeuerte Kraftwerke in Südpolen in den 2030er Jahren durch SMRs zu ersetzen“.

Und noch ein dritter SMR steht auf dem Plan: Der polnische Kupfer- und Silberproduzent *KGHM Polska Miedź SA* hat im April beim Klimaministerium des Landes einen Antrag auf eine Grundsatzentscheidung über den Bau eines SMR gestellt, nachdem das Unternehmen vor einem Jahr eine Vereinbarung mit dem US-amerikanischen Unternehmen NuScale Power geschlossen hatte, um mit den Arbeiten für die Errichtung eines ersten NuScale VOYGR SMR-Kraftwerks in Polen 2029 zu beginnen. KGHM ist eines der größten polnischen Unternehmen und gleichzeitig einer der größten Energieverbraucher im Lande und strebt an, bis 2030 50 Prozent des von KGHM verbrauchten Stroms selbst zu produzieren.

Schließlich gibt es noch ein gemeinsames Projekt von EDF, dem weltweit größten Betreiber von Kernkraftwerken aus Frankreich, und Respect Energy, einem großen polnischen Ökostromhändler. Ziel ist der Bau von Kraftwerken mit einer Gesamtkapazität von 9 GW auf Basis des NUWARD SMR bis 2043, was rund 27 Kraftwerken entspräche.

Klein, kleiner, am kleinsten

Während die sogenannten kleinen modularen Reaktoren immer noch im Bereich der Kapazität eines großen Gaskraftwerks liegen, bietet die Nukleartechnik auch die Option, sehr kleine Reaktoren zur dezentralen

Versorgung einzelner Industriekunden zu liefern.

Last Energy, ein US-amerikanisches Unternehmen für mikro-modulare Nukleartechnologie, hat mit vier Industriepartnern in Großbritannien und Polen Stromabnahmeverträge für 34 kleine modulare Reaktorblöcke (PWR-20) abgeschlossen. 10 davon sollen in Polen in der Sonderwirtschaftszone Katowice (KSSE) im Südwesten des Landes, in der 540 Unternehmen angesiedelt sind, zum Einsatz kommen. Das erste könnte 2026 in Betrieb genommen werden, so das Unternehmen. Der Deal umfasst Stromverkäufe im Wert von über 4,3 Milliarden US-Dollar während der Vertragslaufzeit und 1 Milliarde US-Dollar für Energie- und Infrastrukturinvestitionen in der Zone. Zuvor hat *Last Energy* schon einen ebenfalls zehn 20-MW-Kraftwerke umfassenden Vertrag mit der Sonderwirtschaftszone Legnica (LSSE) in Nordpolen abgeschlossen.

Last Energy sagt, dass sein DWR-20 aufgrund seiner kleinen, aber skalierbaren Kraft-Wärme-Kopplungsleistung in einzigartiger Weise geeignet ist, die rasche Dekarbonisierung der Industrie zu unterstützen. *„Dieses Modell ermöglicht es uns, Strom und Prozessdampf/-wärme vor Ort zu erzeugen und mit dem Kundenbedarf zu wachsen. Das modulare luftgekühlte Design bedeutet, dass die Einheiten nicht durch das Vorhandensein von Wasserressourcen eingeschränkt sind – ein kommunaler Wasseranschluss oder ein Brunnen deckt den gesamten Wasserbedarf“*, so das Unternehmen. Die Anlagen sollen vollständig im Werk hergestellt und „in nur drei Monaten vor Ort installiert werden“.

Es handelt sich um ein sogenanntes *Power Purchase Agreement* (PPA). PPAs sind Verträge, in denen sich Kunden verpflichten, Strom abzunehmen, der von einem Kraftwerk erzeugt wird, das von einem Projektentwickler installiert und betrieben wird. Zu den Bedingungen gehören häufig die Stromkosten, der Zeitpunkt, zu dem ein Projekt den kommerziellen Betrieb aufnehmen wird, ein Zeitplan für die Stromlieferung, Vertragsstrafen im Falle einer Unterlieferung und Zahlungsbedingungen. PPAs kommen seit einiger Zeit insbesondere auch bei Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien zum Einsatz, da sie die Risiken sowohl für die Stromerzeuger als auch für die Käufer mindern können.

Ein weiteres Projekt im Bereich der Kleinstreaktoren verfolgen das polnische Chemieunternehmen *Grupa Azoty Police*, Ultra Safe Nuclear Corporation (USNC) aus Seattle und die Westpommersche Technische Universität. Sie haben eine Vereinbarung über den Bau einer Kernenergie-Forschungseinrichtung unterzeichnet, die auf der Technologie des Mikro-Modular-Reaktors (MMR) von USNC basiert. Der MMR ist ein gasgekühlter Hochtemperaturreaktor mit einer Leistung von 15 MW (thermisch) und 5 MW (elektrisch), der auf den Betriebserfahrungen der von China, Deutschland, Japan und den USA entwickelten Reaktoren aufbaut. Bis Ende des Jahres wollen die Parteien ein umfassendes Forschungsprogramm ausarbeiten und gemeinsam einen Plan für den Bau, den Betrieb und die Wartung des MMR entwickeln. Das USNC-System ist so konzipiert, dass es einfach ist, dank eines versiegelten, transportablen Kerns nur minimale

Betriebs- und Wartungsanforderungen stellt und keine Lagerung, Handhabung oder Verarbeitung von Brennstoff vor Ort erfordert.

Polen hatte bisher keine Kernenergie. Was sagt die Bevölkerung, wenn jetzt nicht nur eins, sondern mittelfristig viele Dutzend Kernkraftwerke gebaut werden sollen? Die Zustimmung ist sehr hoch. In einer groß angelegten Online-Umfrage wurden zwischen November 2022 und Januar 2023 in acht Ländern – Frankreich, Deutschland, Japan, Polen, Südkorea, Schweden, Großbritannien und den USA – 13.500 Bürger nach ihrer Einstellung zur Kernenergie befragt. In Polen waren die Zustimmungswerte am höchsten. 84 Prozent der Befragten befürworteten die fortschrittliche Kernenergie, 9 Prozent lehnen sie ab, mehr als 75 Prozent sind der Meinung, dass Kernenergie notwendig ist, um die Klimaziele zu erreichen.

Und im Land, in dem die Kernenergie gerade nach heldenhaftem, 40-jährigem Kampf als endgültig besiegt gilt – wie sieht es bei uns in Deutschland aus? Naja, es hat immerhin noch für eine knappe Mehrheit gereicht, 51 Prozent befürworteten moderne Kernenergie.

Thilo Spahl ist Diplom-Psychologe und lebt in Berlin. Er ist freier Wissenschaftsautor, Mitgründer des Freiblickinstituts und Novo-Redakteur. Dieser Beitrag erschien dort zuerst: Novo-Argumente.

„Atomausstieg“ vs. „Endlager“

geschrieben von AR Göhring | 26. Mai 2023

von Klaus-Dieter Humpich

Man glaubt es kaum: Der „Atomausstieg“ wurde mit der Abschaltung der letzten drei Kernkraftwerke in Deutschland vollzogen, aber die Öko-Sozialisten glauben, alles geht so weiter, wie bisher. Die Parteileitung der Grünen verkündet stolz in den Talkshows, daß nun der Strom billiger wird, weil ja die „Atomkraftwerke“ nicht mehr länger die Netze verstopfen. Oh, heilige Einfalt, warum nur, sind dann die Strompreise mit jeder Abschaltungswelle immer weiter gestiegen? Warum nur, haben die Länder mit hohem Kernenergieanteil (Frankreich) deutlich geringere Stromkosten als die Länder (Dänemark) mit viel Windstrom? Warum nur, wechselt GB – mit gegenüber Deutschland geradezu idealen Windverhältnissen – zurück zur Kernenergie? Aber seid nicht bange, wenn erstmal der letzte Quadratmeter mit einer Windmühle voll gestellt oder von einer chinesischen Photovoltaikanlage überdacht ist, bricht das

Paradies auf Erden aus. Bis dahin müßt ihr nur mehr bezahlen für den Aufbau des Real-Existierenden-Öko-Sozialismus, denn der Robert muß jetzt auch noch mit eurem Geld den Strompreis für die Industrie subventionieren.

Der Weg bis hier

Wenn man verstehen will, wie es zu der heutigen Situation gekommen ist, kommt man nicht umhin, sich die Argumentation der Anti-Atomkraft-Bewegung zu verdeutlichen:

Es begann damit, die Angst vor der Strahlung zu erzeugen. Im Zusammenhang mit „Atommüll“ gipfelte die Propaganda mit der Aussage, nur wenige Gramm Plutonium könnten die ganze Menschheit ausrotten. Eigentlich grottenschlechte Propaganda, sind doch allein durch die Kernwaffentests in der Atmosphäre rund sechs Tonnen fein verteilt worden.

Das Märchen von den technisch nicht beherrschbaren Reaktoren – die erstmal explodiert – Millionen Tote verursachen und die Umgebung für zehntausende Jahre unbewohnbar machen. Nach Tschernobyl und Fukushima glaubte daran kein Mensch mehr. Das Argument war unbrauchbar geworden. Die Erzählung von der teuren „Atomkraft“, die die Netze mit unbrauchbarer Grundlast verstopft. Genau die Gruppen, die den Bau mit immer neuen Klagen verzögerten und immer neue Ideen zur Verteuerung erfanden, „beschleunigen“ heute den Ausbau der Windmühlen. Noch nie wurden Bürgerrechte und der Naturschutz so mit Füßen getreten, wie unter der derzeitigen Regierung.

Das Verbot von Recycling in der Kerntechnik. Abgenutzte Brennelemente durften nicht weiter aufbereitet werden, damit die Lüge von der nicht vorhandenen Lösung der „Atommüllfrage“ und der „Endlagerproblematik“ als letzte Propaganda gegen die friedliche Nutzung der Kernenergie noch erhalten blieb.

Leider verfangen diese Argumente mit tatkräftiger Unterstützung der Medien. Es vergeht auch heute noch keine Sendung im Staatsfernsehen, in dem dieser Blödsinn nicht breitgetreten wird. Deutschland maßt sich wieder einmal an, in der unendlichen Weisheit seiner (gewählten) Politiker „voranzugehen“ und die Welt mit seinen Irrlehren zu beglücken. Deutschland wieder allein gegen die Welt.

Die Vertagung auf Sankt Nimmerlein

Vielleicht aus Übermut, vielleicht weil man die eigenen Bürger für dämlich hält, wurde per Gesetz die Forderung erhoben, ein Endlager zu finden, was den „Atommüll“ für eine Million Jahre „sicher“ einschließen soll. Man glaubte das Totschlagargument gegen die Kerntechnik gefunden zu haben: Keiner kann etwas für eine Million Jahre garantieren, ergo muß man sofort aus der Kernenergie aussteigen. Hat prima geklappt, nur haben die „Atomexperten“ sich bis heute keine Gedanken gemacht, wie sie aus dieser Propaganda-Nummer wieder rauskommen wollen. Der Ausstieg ist

vollzogen, wie aber kriegt man das „Endlager“ weg? Im Moment erscheint als einzige Lösung die Vertagung auf den Sankt Nimmerlein Tag. Im Moment wird bereits eine Inbetriebnahme in etwa 100 Jahren diskutiert. Kann sich noch jemand erinnern, wie die Milliarden Rücklagen der Industrie in einen Fond durch den Genossen Tritin überführt wurden? Ein Schelm, wer böses dabei denkt. Konnte ja auch wirklich keiner ahnen, daß die Grünen plötzlich in der Regierung sitzen. Nur mal so am Rande bemerkt, wo sind eigentlich die Rücklagen der Windmüller, wenn eines nicht so fernen Tages die komplette Nord- und Ostsee wieder renaturiert werden muß?

Der vollzogene Atomausstieg

Der Atomausstieg ist vollzogen. Es gibt keine friedliche Nutzung der Kernenergie mehr in Deutschland. Damit wird auch kein „Atommüll“ mehr produziert. Die vorhandenen Mengen sind auf das Gramm genau bezifferbar. Auf der Seite des Nationalen Begleitgremiums (NGB) werden sie mit 27 000 Kubikmeter angegeben. Abgesehen davon, daß eine solche Angabe ohne Material und „Verstrahlung“ ziemlich sinnlos ist, entspricht das einem Würfel mit 30 m Kantenlänge. Wird höchste Zeit für unsere „Atomexperten“, sich das mal vor Augen zu führen. Zumindest im NGB hat man den Schuß noch nicht gehört. Man schwadroniert munter weiter, von einem Bergwerk und zieht Vergleiche zu Bure in Frankreich (Ton) und Skandinavien (Granit). Leute, wir sind ausgestiegen, ergo brauchen wir kein Endlager das für 100+ Jahre betrieben werden soll. Das ist der entscheidende Unterschied: Diese Nationen wollen weiterhin Kernenergie nutzen, d. h. es fällt dort weiterhin täglich neuer „Atommüll“ an. Deswegen bauen die auch Endlager, die für mehr als 100 Jahre betrieben werden sollen – betrieben, nicht einfach nur halten. Solch ein Endlager ist ein Komplex aus Bergwerk, Einlagerung und Verpackung. Das Bergwerk wird die ganze Zeit parallel zur Einlagerung weiter betrieben, weil keiner ein solch großes Bergwerk erst fertig baut und dann erst mit der Einlagerung beginnt. Die Verpackung ist ein oberirdischer Industriekomplex mit Eingangskontrolle, Umverpackung usw. Alles zusammen hunderte sichere Dauerarbeitsplätze am Standort. Hinzu kommen noch Zulieferer in der Umgebung. Das ist der Grund, warum sich die Gemeinden in diesen Nationen um das „Endlager“ bewerben. Aufwiegler von außen haben wenig Chancen. All das brauchen wir nicht mehr in Deutschland. Wir brauchen quasi nur eine „Deponie“, in der einmalig diese (kleine) Menge sicher verschwindet. Deshalb sind ganz neue Ansätze gefragt.

Die Bestandsaufnahme

Am Anfang steht eine genaue Bestandsaufnahme. Wo lagern welche Abfälle? Eine genaue Beschreibung jeder einzelnen Tonne bzw. jedes einzelnen Bauteils ist nötig. Die aktuelle Dosisleistung ist zu dokumentieren, sind die Stoffe fest, flüssig, wasserlöslich, sind sie brennbar usw. Im nächsten Schritt ist auf dieser Basis die Nachbehandlung, die mögliche Konzentration oder Dekontamination zu ermitteln. Auf die reichhaltigen Erfahrungen in USA, GB und Frankreich ist zurück zu greifen. Notfalls sind Eigenentwicklungen nötig. Da wir ja ausgestiegen sind, ist vor dem

Bau eigener Anlagen die Dienstleistung aus solchen Ländern nachzufragen. Geld ist aus den Rücklagen genug vorhanden. Zügigen Ausschreibungen steht also nichts im Wege. Im Folgenden ein paar Anmerkungen, um auch Laien zu verdeutlichen, wo die Reise hingehen muß.

Brennelemente

„Abgebrannte“ Brennelemente werden überall auf der Welt als Rohstoffquelle betrachtet. Dies war einst auch in Deutschland so, bis die Anti-Atomkraft-Bewegung in typischem Neusprech Rohstoff in Müll umetikettierte. Von Anfang an war ein Recycling geplant und wurde übergangsweise in Frankreich und GB durchgeführt. Dies diente auch dazu, die Menge an „Atommüll“ deutlich zu verringern. Werden doch in einem Leichtwasser-Reaktor nur rund 5% des Uran gespalten. Nur diese 5% ergeben die radioaktiven Spaltprodukte. 95% können bei der Wiederaufbereitung zurück gewonnen werden und weiter zur Energieerzeugung genutzt werden. Erst wurde die Wiederaufbereitung bekämpft und (in Deutschland) verboten und anschließend das Märchen vom „Flug ohne Landebahn“ erfunden. Umgekehrt wird ein Schuh draus: Erst die Anti-Atomkraft-Bewegung hat mit viel Medienunterstützung das Atommüllproblem erschaffen.

Spaltprodukte erzeugen bei ihrem Zerfall Wärme. Sie müssen deshalb unmittelbar nach der Entnahme aus dem Reaktor in einem Wasserbecken zur Kühlung und Abschirmung gelagert werden. Spaltprodukte mit kurzer Halbwertszeit zerfallen schnell und sind dann weg, haben aber auch eine entsprechend große Wärme-Leistung produziert. Nach ein paar Monaten hat die Leistung soweit abgenommen, daß sie in Behälter zur sog. Trockenlagerung umgepackt werden können. Ein beträchtlicher Sicherheitsgewinn, da ab dann (ohne Wasser) die Kühlung passiv ist. Je länger sie lagern, um so harmloser werden sie, da immer weniger Spaltprodukte pro Zeiteinheit zerfallen – die Strahlung wird immer geringer.

Es gibt heute grundsätzlich zwei Wege: Man verpackt sie in Stahlbehälter mit Kühlrippen (z. B. CASTOREn) und stellt diese in Lagerhallen zum Schutz vor Wetter etc. oder steckt diese in tonnenschwere Betonzylinder, die man auf eine Betonplatte (Erdbebenschutz) im Gelände stellt (z. B. System Holtec). Die Strahlung solcher Freilager ist so gering, daß immer gern Photos von der Umarmung eines Behälters gemacht werden. Die Erfindung der Gefahr durch Terrorismus ist faktisch nicht vorhanden, da diese „Brennelemente-Bunker“ auch durch keine Panzerfaust zerlegt werden können. Da wir Deutschen aber zum Gürtel noch gern die Hosenträger tragen, spricht auch nichts dagegen, diese Behälter in irgendwelchen Stollen abzustellen bis sich ein Käufer findet. Wenn man ganz gehässig sein will, kann man sie auch in irgendeinem Bergwerk versenken: Wenn wir aussteigen, soll auch kein anderer Uran nutzen.

Glaskokillen

Deutschland hat Brennelemente nach Frankreich und GB zur Wiederaufbereitung geschickt. Dort wurde das PUREX-Verfahren verwendet. Ein chemisches Verfahren, das besonders reines Uran und Plutonium erzeugt. Die Spaltprodukte und Minoren Aktinoide verbleiben in der Lösung und sind Abfall. Heute entzieht man dieser Lösung in den USA noch wertvolle Isotopen für die Medizin. Zur sicheren Lagerung wird dieser radioaktive Cocktail in Glas eingeschmolzen und in Edelstahlbehälter abgefüllt. Das ist der Atommüll, den die Franzosen in ihrem Endlager in Bure in einer Tonschicht einlagern werden. Vor der endgültigen Einlagerung müssen diese Behälter zum Abklingen zwischen gelagert werden. Wie lange, richtet sich nach der Strahlung die sie noch abgeben (Arbeitsschutz) und der Restwärme. Gewisse Temperaturen an deren Oberfläche dürfen nicht überschritten werden und Ton ist ein schlechter Wärmeleiter.

Wo und wie man diese aus Frankreich und GB zurück gelieferten Behälter endgültig lagert, kann diskutiert werden. Ganz gewiss braucht man dafür aber kein neues Bergwerk errichten. Wie gesagt, wir sind ausgestiegen, neue Kokillen kommen also nicht hinzu.

Reststoffe beim Rückbau

Wenn man die Kernkraftwerke rückbaut, bleibt eine Menge Abfall übrig. Nur der geringste Teil strahlt. Man kann ihn also in den üblichen Kreislauf für Schrott und Baustoffe übergeben. Bei strahlenden Bauteilen muß man zwischen Aktivierung und Kontaminierung unterscheiden. Letztere ist lediglich eine Verschmutzung mit radioaktiven Stoffen. Es gibt zahlreiche Methoden die radioaktiven Stoffe – den Atommüll – zu entfernen. Die dekontaminierten Rohre etc. werden dem normalen Altmetallhandel übergeben. Letztlich ist es eine Kostenfrage, wieviel Atommüll übrig bleibt. Ein Beispiel aus der Praxis: Früher wollte man komplette Dampferzeuger (400 to, 20m lang) im Schacht Konrad einlagern. Seit Jahren ist es Stand der Technik, diese durch *Cyclife Sweden* in deren Fabrik zerlegen zu lassen. Es kommt ein Metallblock in der Größe eines Kühlschranks zur Endlagerung zurück, in dem die Radioaktivität eingeschmolzen ist. Für die paar „Kühlschränke“, die nach dem Abriß unserer Kernkraftwerke übrig bleiben könnten, braucht man gewiss kein neues Bergwerk. Wie gesagt, wir sind ausgestiegen, es kommen keine neuen Reaktoren hinzu. Das Dekontaminieren ist allemal billiger.

Problematische Abfälle

In den Jahrzehnten sind etliche tausend Fässer mit allen möglichen radioaktiven Inhalten angefallen. Die Bandbreite geht über Arbeitskleidung, Werkzeuge, Filter, Schlämme usw. Diese Fässer sollte man so nicht endlagern. Wie gesagt, wir sind ausgestiegen. Es lohnt nicht, wie in anderen Ländern Sondermülldeponien für leicht radioaktive Stoffe anzulegen. Das kostengünstigste wird sein, man verbrennt diese Fässer komplett und unbesehen in einer Sondermüllverbrennung. Die verbleibende (radioaktive) Asche wird üblicherweise mit Zement vermischt und als Beton eingelagert.

Nachwort

Wenn wir wollten, könnten wir das Kapitel Kernenergie durch den „Atomausstieg“ sehr schnell abschließen. Geld für ein regelrechtes Konjunkturprogramm wäre in Form der angelegten Rücklagen vorhanden. Die Grünen könnten noch ihren Erfolg feiern – wenn es auch ein Pyrrhussieg war, aber das werden sie noch merken. Allerdings wird der Widerstand aus der Anti-Atomkraft-Bewegung erbittert sein. All die, die sich eine Nische als Aktivist oder Experte für irgendwas in einem staatlich finanzierten Projekt geschaffen haben, werden um ihre Existenz kämpfen. Die besten Posten im Kampf ums Klima und in den Ministerien sind ja schon besetzt. Wer zu spät kommt, straft das Leben oder der Atomausstieg frißt seine Eltern.

zuerst hier erschienen

Woher kommt der Strom? Atomausstieg (2)

geschrieben von AR Göhring | 26. Mai 2023

von Rüdiger Stobbe

16. Analysewoche 2023 – Atomausstieg (2)

Die erste Woche nach dem Ausstieg aus der Erzeugung von Strom per Kernenergie war von erheblichen Stromimporten gekennzeichnet. Am Montag, den 16. April 2023 wurden um 6:00 9,5 GW Strom netto importiert. In der 16. Analysewoche waren es insgesamt 130 GWh netto, die das europäische Ausland dem Industrieland Deutschland zur Verfügung stellte. Dafür erhielten die Exportstaaten insgesamt fast 29,5 Mio. € netto. Beachten Sie bitte den Vergleich zu den Vorjahren bis 2016. Selbstverständlich ist es nur ein Schlaglicht, doch bis auf das Corona-Jahr 2020 hat Deutschland in der 16. KW eines Jahres immer prächtig an seinen Stromexporten verdient. Stromexporte, die sich gleichwohl aus fossil erzeugtem Strom zusammensetzten. Der muss praktisch immer 'nacherzeugt' werden, um den Strombedarf Deutschlands zu decken. Die regenerative Erzeugung Deutschlands hat noch nie ausgereicht, um den Strombedarf auch nur einen Tag zu decken. Dass Deutschland unter dem Strich bis heute ein Stromexporteur ist, liegt allein an der Tatsache, dass selbstverständlich wegen der hohen Schwankungen der Wind- und PV-Stromerzeugung fast immer etwas mehr Strom erzeugt konventionell erzeugt als benötigt wird. Liegt die regenerative Erzeugung im Bereich 85% und mehr des Bedarfes, ist eine konventionelle 'Über-Bedarf-Erzeugung' schon alleine aus Gründen der Netzstabilität notwendig. Die großen Generatoren

der konventionellen Kraftwerke – jetzt ohne fast CO₂-freie Kernkraftwerke – mit ihren 3.000 Umdrehungen pro Minute sind aktuell der einzige Stabilisierungsfaktor für das Stromnetz. Ich persönlich bin davon überzeugt, dass die 'smarte', die digitale Steuerung von hunderttausenden Einzelanlagen nicht ohne erhebliches Störfallrisiko gelingen wird. Das wird auf Dauer nur analoge Mechanik, verteilt auf viele Groß-Anlagen, leisten können. Hören Sie dazu und einiges mehr diese Informationen zu Thema Strom.

Der CO₂-Ausstoß liegt auch in der 16. Analysewoche wieder höher als in der letzten Woche vor dem Ausstieg. Was nicht weiter verwundert, denn die Kohle- und Gasstromerzeugung steigt, muss steigen. Der Strom dreier Kernkraftwerke wird nicht durch nachhaltig höhere Wind- und PV-Stromerzeugung ersetzt.

Prof. Harald Lesch meint denn auch im Anne-Will- Ausschnitt vom 16.4.2023 ab Minute 2:50, dass die Menschen in Deutschland sich in Zukunft mehr an die natürlichen Rhythmen anpassen werden, sollten. Denn Wind- und PV-Stromerzeugung bedeutet, dass elektrische Energie per Strom nur dann geliefert werden kann, wenn sie von der Natur in Form von Wind- und Solarenergie bereitgestellt wird. Diese Lieferung, das ist mittlerweile den dümmsten Zeitgenossen geläufig, erfolgt ungleich- und unregelmäßig, unkalkulierbar und gesteuert von natürlichen Sachverhalten, die von den Menschen nicht beeinflusst werden können. Kurz: Weht kein Wind, nutzt auch eine Vervielfachung der installierten Leistung Windkraft nichts. Die Sonne scheint zwar immer, nur auf der Nachtseite der Erde kommt sie nicht an. Wolken, bedeckter Himmel können Solarenergie, die die PV-Anlagen erreicht, mehr oder weniger stark einschränken. So kommt es immer wieder zu Dunkelflauten, die mit konventionell erzeugtem Strom ausgeglichen werden müssen. Das kostet richtig viel Geld, denn faktisch müssen zwei Kraftwerkparcs gebaut, gewartet und – auch personell -betriebsbereit gehalten werden. Was Prof. Lesch, Deutschlands oberster medialer Wissenschaftsguru, geflissentlich ausblendet. Dafür spricht von den hohen Kosten für Kerntechnik, um sich dann selbst mit dem Argument, diese Technik liefere nur 20 Prozent der benötigten Energie insgesamt, in's Abseits zu stellen. Er hat wohl gerade nicht auf dem Schirm, dass der Plan der Energiewende in einer praktisch kompletten Elektrifizierung aller Sektoren (Energieindustrie, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft) liegt.

Ich persönlich vertrete die Meinung, dass Deutschland nach dem aktuellen Aus der Kerntechnik in wenigen Jahren wieder in diese höchst effiziente Form der Stromerzeugung einsteigen wird. Es werden Anlagen nach dem neuesten Stand der Technik geplant, projektiert und gebaut werden. Käme es nicht so, werden die bereits vorhandenen und sicher weiterwachsenden Wohlstandsverluste in Deutschland von Dauer sein. Dem natürlichen Rhythmus der Natur sei Dank.

Ein erster Schritt in die richtige Richtung sollten und müssen die im Grundgesetz bereitgestellten Möglichkeiten – ich meine hier nicht den

Widerstands-Absatz 4 in Artikel 20 GG -, die Abwahl von ahnungslosen, ideologiegetränkten Personen/Parteien aus der Regierungsverantwortung sein. Leute/Parteien, die mit ihren Ideen und ihrem Glauben an eine „bessere“, eine „gesunde“ Welt, Deutschland und dem deutschen Volk erheblich schaden. Beispiel: Katrin Göring-Eckardt (KGE) in der gleichen Sendung wie Harald Lesch. Was die Vizepräsidentin des Bundestages von sich gibt, ist nicht nur grober Unfug („Atomstrom verstopft die Netze“) sondern auch knallhart gelogen: Im ersten Quartal 2023 seien so viele „Erneuerbare“ zugebaut worden, dass der wegfallende Atomstrom 1:1 ersetzt werde. Es könnte – statt gelogen – selbstverständlich auch sein, dass KGE das tatsächlich glaubt. Genauso wie sie glaubt, dass die Welt in wenigen Jahren im Klimabrand untergehen wird und Deutschland dies verhindern muss. Sie merkt nicht, dass die Grünen und deren geistige Trittbrettfahrer schwerpunktmäßig eine Klientelpartei sind, die den Energiewende-Unfug – geplante 50 Mrd. pro Jahr – nutzt, um der Klimaindustrie und ihren ‚Freunden‘ Aufträge in Milliardenhöhe zu zuschanzen. Dass da der ein oder andere Verwandte dabei ist, wundert den geneigten Leser dieser Kolumne nicht wirklich.

Donnerstag, 17. April 2023 bis Freitag, 23. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 43,7 Prozent**. Anteil regenerativer Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **56,1 Prozent**, davon Windstrom 28,6 Prozent, PV-Strom 15,1 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 12,4 Prozent.

- Regenerative Erzeugung im Wochenüberblick (17. bis 13.4.2023)
- Die Strompreisentwicklung in der 16. Analysewoche
- Strompreis & mehr vom 10.4.2023 bis 15.4.2021: 6 Tage vor Ende KKW
- Strompreis & mehr vom 16.4.2023 bis 21.4.2021: 6 Tage nach Ende KKW

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Wochenvergleich zur 16. Analysewoche ab 2016

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zur 15. KW 2023: Factsheet KW 16/2023 – Chart, Produktion, Handelswoche, Import/Export/Preise, CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040.

- Der Heizungstipp: Gas-, Ölheizung oder Wärmepumpe? Der Tipp vom Schornsteinfeger hier.
- Weitere Informationen zur Wärmepumpe im Artikel 9. Analysewoche.
- NEU: Prof. Ganteförs überraschende Ergebnisse zu Wärmepumpe/Gasheizung (Quelle des Ausschnitts)
- Lohnt die Produktion von Grünem Wasserstoff? Der Artikel 10. Analysewoche gibt Auskunft
- Viele weitere Zusatzinformationen
- Achtung: Es gibt aktuell praktisch keinen überschüssigen PV-Strom. Ebenso gibt es praktisch keinen überschüssigen Windstrom. Auch in der Summe der Stromerzeugung mittels beider Energieträger plus Biomassestrom plus Laufwasserstrom gibt es keine Überschüsse. Der Beleg 2022, der Beleg 2023. Überschüsse werden bis auf sehr

wenige Stunden im Jahr immer konventionell erzeugt!

Jahresüberblick 2023 bis zum 23.4.2023

Daten, Charts, Tabellen & Prognose zum bisherigen Jahr 2023: Chart 1, Chart 2, Produktion, Stromhandel, Import/Export/Preise/CO₂, Agora 2030, Stromdateninfo Jahresvergleich ab 2016

Tagesanalysen

Was man wissen muss: Die Wind- und PV-Stromerzeugung wird in unseren Charts fast immer „oben“, oft auch über der Bedarfslinie angezeigt. Das suggeriert dem Betrachter, dass dieser Strom exportiert wird. Faktisch geht immer konventionell erzeugter Strom in den Export. Die Chartstruktur zum Beispiel mit dem bisherigen Jahresverlauf 2023 bildet den Sachverhalt korrekt ab. Die konventionelle Stromerzeugung folgt der regenerativen, sie ergänzt diese. Falls diese Ergänzung nicht ausreicht, um den Bedarf zu decken, wird der fehlende Strom, der die elektrische Energie transportiert, aus dem benachbarten Ausland importiert.

16. Analysewoche

Montag, 17. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 30,5 Prozent**. Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **44,1 Prozent**, davon Windstrom 17,0 Prozent, PV-Strom 13,5 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 13,5 Prozent.

Wenig Wind, wenig Sonne, kein Strom aus Kernenergie. Dafür wird über den ganzen Tag Strom importiert. Natürlich auch Kernkraft-Strom aus Frankreich, der Schweiz und, und, und, und. Aber auch Kohlestrom aus Polen. Aber natürlich auch viel Laufwasserstrom aus Norwegen. Der Preis ist selbstverständlich hoch. er steigt am Vormittag über 200€/MWh, nur in der Zeit liegt von 14:00 bis 16:00 Uhr liegt er knapp unter 100€/MWh.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 17. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 17.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Dienstag, 18. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 40,4 Prozent**. Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **52,4 Prozent**, davon Windstrom 29,9 Prozent, PV-Strom 10,5 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 11,9 Prozent.

Die Windstromerzeugung ist etwas stärker als gestern, PV-Strom schwächelt weiter. Nicht ganz so viel Stromimport wie am gestrigen Tag. Das Preisniveau fällt.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 18. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 18.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Mittwoch, 19. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 49,0 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **60,1 Prozent**, davon Windstrom 35,1 Prozent, PV-Strom 13,9 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 11,1 Prozent.

Über Tag ist die regenerative Stromerzeugung recht stark. Stromimporte werden in nennenswertem Umfang nicht nötig. Zur Mittagszeit fällt der Strompreis fast auf 0€/MWh. Sogar, obwohl die konventionelle Erzeugung nur ein wenig über der Bedarfslinie liegt.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 19. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 19.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Donnerstag, 20. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 41,1 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **53,0 Prozent**, davon Windstrom 31,0 Prozent, PV-Strom 10,0 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 12,0 Prozent.

Die Wind- und PV-Stromerzeugung wird wieder geringer. Prompt wird fast ganztägig Strom importiert. Man will die CO₂-Werte nicht in die Höhe treiben. Denn es müssten Kohle- oder Gaskraftwerke zusätzlich mehr Strom erzeugen, wenn die Lücke aus mit deutscher Stromerzeugung geschlossen werden sollte. Fakt aber ist, dass die Stromerzeugung unserer Nachbarn CO₂ erzeugt. Frankreich und die Schweiz natürlich nur wenig. Die erzeugen ihren Strom zum großen Teil mit Kernkraftwerken. Strom, den Deutschland jetzt teuer bezahlt. Deutschland musste seine Kernkraftwerke abschalten. Das ist schließlich ein Baustein der deutschen Weltenrettung.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 20. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 20.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Freitag, 21. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 25,2 Prozent.** Anteil

erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **38,7 Prozent**, davon Windstrom 11,5 Prozent, PV-Strom 13,7 Prozent, Strom Bio

Ein PV-Stromblock (Hinweis für unsere kritisch-schlauen Leser: Nicht in echt, nur chartmäßig!) gleicht die über Tag schwächelnde Windstromerzeugung mehr als aus. Wieder ist der Stromimport kaum der Rede wert. Der Strompreis sinkt Richtung 0€/MWh. Die konventionellen liefern Strom über Bedarf als Systemdienstleistung zwecks Netzstabilisierung.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 21. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 21.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Samstag, 22. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 49,5 Prozent**. Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **62,1 Prozent**, davon Windstrom 28,8 Prozent, PV-Strom 20,7 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 12,7 Prozent.

Der Strombedarf ist am Samstag gering. Starke PV-Stromerzeugung plus fossile Stromerzeugung über Mittag bewirken den Preisverfall Richtung 0€/MWh. Dieser Chart veranschaulicht, wie die Stromerzeugung zunächst per Braunkohle und etwas später per Pumpspeicherkraftwerk hochgefahren wird, um die drohende Strom-Vorabendlücke zu schließen. Das gelingt nicht ganz.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 22. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 22.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Sonntag, 23. April 2023: **Anteil Wind- und PV-Strom 42,5Prozent**. Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **58,4 Prozent**, davon Windstrom 22,9 Prozent, PV-Strom 19,7 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 15,8 Prozent.

Der heutige Sonntag bringt außer in der Zeit von 12:00 bis 15:00 Uhr zum Teil massive Stromimporte mit sich. Und das, obwohl Braunkohle- und Pumpspeicherkraftwerke ihre Produktion bereits an 16:00 Uhr wieder hochfahren. Es reicht nicht. Die Strompreiskurve sieht entsprechend aus. Ein Blick auf den Handelstag unten verrät, wer gute Geschäfte macht: Über Mittag kaufen, am Nachmittag verkaufen = Geld verdienen.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie

Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der Stromdateninfo-Tagesvergleich zum 23. April ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 23.4.2023:
Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO₂, Agora-Chart 2030, Agora-Chart 2040

Die bisherigen Artikel der Kolumne *Woher kommt der Strom?* mit jeweils einem kurzen Inhaltsstichwort finden Sie hier.

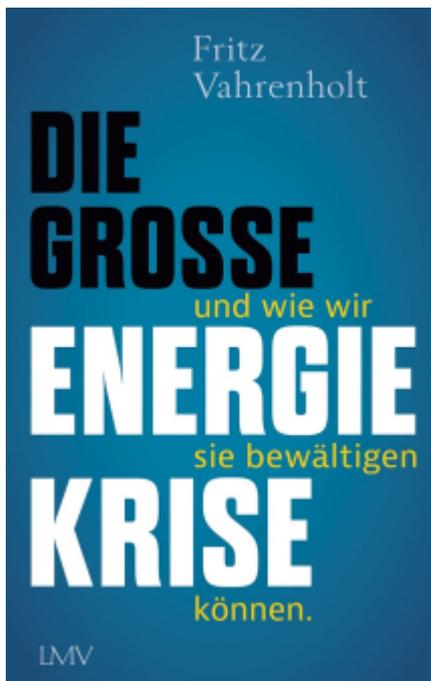
Noch Fragen? Ergänzungen? Fehler entdeckt? Bitte Leserpost schreiben! Oder direkt an mich persönlich: stromwoher@mediagnose.de. Alle Berechnungen und Schätzungen durch Rüdiger Stobbe und Peter Hager nach bestem Wissen und Gewissen, aber ohne Gewähr.

Rüdiger Stobbe betreibt den Politikblog *Mediagnose*.

Tag 1 nach dem Atomausstieg – mit Fritz Vahrenholt und Manfred Haferburg

geschrieben von AR Göhring | 26. Mai 2023

Die drei letzten Kernkraftwerke Deutschlands sind für immer außer Betrieb gegangen. Am Tag 1 nach dem Atomausstieg spricht Gerd Buurmann mit dem Kernenergetiker und Achse-Autor Manfred Haferburg und mit Prof. Fritz Vahrenholt, Autor des Buches *„Die große Energiekrise und wie wir sie bewältigen können“*, erschienen im Langen-Müller Verlag.



<https://www.thalia.de/show/home/artikeldetails/A1066067637>

Entwicklung der Kernenergie bis 2050

geschrieben von Admin | 26. Mai 2023

von Dr. Ing. Klaus-Dieter Humpich

Die IAEA (International Atomic Energy Agency) hat in ihrem 42ten Bericht einen Ausblick auf die weltweite Entwicklung der Kernenergie in den nächsten 30 Jahren versucht. Für die Entwicklung des Energieverbrauches verwendet sie das umfangreiche Material der OECD. Es handelt sich bei diesen Berichten nicht um Prognosen, sondern eher um fundierte Einschätzungen der erwarteten Bandbreite. Für die untere Begrenzung (low case) wird angenommen, daß die Märkte, die Technologie, die Ressourcen und die Randbedingungen (Gesetze, Politik etc.) bleiben wie gehabt. Dies soll eine konservative, aber plausible Projektion ergeben. Bei der oberen Begrenzung (high case) berücksichtigt man auch technisch machbare Entwicklungen und etwaige Ziele für eine „CO₂ arme Gesellschaft“. Gleichwohl sollen die Annahmen plausibel bleiben und man geht deshalb ausdrücklich nicht von „net zero carbon emissions“ aus. Dies ist schon mal die erste interessante Feststellung gegenüber der Vorstellung der Bundesregierung: Fossile Energieträger verschwinden

ausdrücklich nicht bis 2050.

Istzustand 2021 weltweit

Im Jahre 2021 sollen fast 7,9 Milliarden Menschen auf der Erde gelebt haben. Sie erzeugten 27007 TWh elektrischer Energie (zum Vergleich: Deutschland 588TWh). Etwa 9,8% davon entstammten der Kernenergie (zum Vergleich: Deutschland 11,8%). Der Anteil der Elektrizität betrug 19,5% (zum Vergleich: Deutschland ca. 20%) an der verbrauchten Endenergie. Schon diese drei Zahlen regen zu grundsätzlichen Überlegungen an: Die Stromproduktion in Deutschland ist gegenüber der gesamten Stromproduktion der Welt nahezu eine vernachlässigbare Größe. Das mag für viele „Weltenretter“ deprimierend sein – oder anders betrachtet – es kann bei dem Kohle- und „Atomausstieg“ gar nicht ums Klima gehen, sondern Energiewende ist lediglich Neusprech für die Zerstörung dieser Gesellschaft. Gerade die Kernenergie hat noch weltweit ein riesiges Wachstumspotential, da selbst im „Ausstieg Deutschland“ die Produktion noch überproportional war. Der Anteil von rund einem Fünftel der Elektroenergie an der Endenergie macht deutlich, wie abwegig eine voll elektrifizierte Welt und wie unverantwortlich eine Versorgung nur durch wetterabhängige Energie wäre.

Ende 2021 waren weltweit 437 Reaktoren mit einer Nettoleistung von 389,5 GW_{el} in Betrieb. Sechs neue Reaktoren mit einer Gesamtleistung von 5,2 GW_{el} gingen ans Netz und es wurden acht Reaktoren mit einer Gesamtleistung von 8,7 GW_{el} abgeschaltet. Gleichzeitig wurde mit dem Bau von zehn Reaktoren mit einer Gesamtleistung von 8,8 GW_{el} neu begonnen. Es befanden sich 56 Reaktoren mit einer Gesamtleistung von 58,1 GW_{el} 2021 in Bau. Die Stromproduktion der Kernkraftwerke wuchs gegenüber 2020 um 4.% auf 2653 TWh. Das ist immerhin die 4,5fache Menge der Gesamtproduktion von Deutschland, d. h. das „Vorangehen beim Atomausstieg“ spielt sich offensichtlich nur in den Köpfen deutscher „Ökos“ ab. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, daß die drei größten Produzenten USA (771,6 TWh), China (383,2 TWh) und Frankreich (363,4 TWh) bezüglich des Kernenergieanteils an der Stromproduktion nur den 15ten (19,6%), den 25ten (5%) bzw. den ersten Platz (69%) eingenommen haben. Man sieht daran ganz deutlich, wo das Ausbaupotential in der nahen Zukunft für diese Industrie liegen wird: Die Musik wird weiterhin in den USA und China spielen. Durch die eigenen Binnenmärkte werden sie auch den Weltmarkt dominieren. Demgegenüber hat sich Europa ideologische Fesseln verpaßt und Russland zerstört sich gerade selbst.

Entwicklung in den vergangenen Dekaden

In den letzten 30 Jahren ist der Anteil der fossilen an der Endenergie von etwa 74% auf 66% gesunken. Der Anteil von Öl (40%) und Erdgas (15%) ist bemerkenswert stabil geblieben. Einzig der Stromverbrauch ist um neun Prozentpunkte angewachsen. Ein Zeichen, daß die Industrialisierung durch Elektrifizierung weiter voranschreitet. Dieser Trend wird sich in

der Zukunft eher noch beschleunigen.

Es ist daher wichtig, einen Blick auf die Stromproduktion zu werfen. Über 60% der elektrischen Energie stammen immer noch aus fossilen Energieträgern. Kohle hat daran nach wie vor mit rund 40% den größten Anteil. Der Anteil von Öl ist drastisch von etwa 20% auf nur noch 2% gesunken. Es ist vor allem durch (billiges) Erdgas verdrängt worden, dessen Anteil um neun Prozentpunkte gestiegen ist. Wasserkraft – als größte „Erneuerbare“ – hat noch einen Anteil von 16%, ist aber um vier Prozentpunkte gesunken. Ein sicheres Zeichen dafür, daß die natürlichen Quellen erschöpft sind. Es gibt schlicht keine geeigneten Flüsse mehr und die Umweltschäden werden immer größer. Der Anteil von Wind und Sonne ist durch massive Subventionen von unter 1% in 1980 auf etwa 9% in 2021 gestiegen. Zumindest für Windenergie sind langsam die wirtschaftlichen und technischen (Netzstabilität) Grenzen erreicht. Deren Anteil wird sich in den kommenden Dekaden eher wieder verringern müssen. Außerdem wird ja auch noch von „Grünem Wasserstoff“ als Ersatz für die anderen Endenergieträger (Industrie, Raumheizung, Verkehr usw.) geträumt.

Ausblick auf die kommenden Dekaden

Die Studien gehen von einem Anstieg des Endenergieverbrauches um 12% bis 2030 und um 27% bis 2050 aus. Das dürfte die „Grünen Khmer“ vom Schlage Trittin/Hermann nicht sehr freuen. Geht man von der Relation zwischen Weltenergieverbrauch und Deutschland aus, wird daran auch die komplette Deindustrialisierung Deutschlands nicht viel ändern. Der Rest der Welt wird sich nicht zurück entwickeln wollen, sondern gern die Produktion und die Arbeitsplätze und damit den Wohlstand Deutschlands übernehmen.

Der Stromverbrauch wird sich überproportional mit einer Wachstumsrate von geschätzt 2,4% pro Jahr entwickeln und sich bis 2050 gegenüber heute verdoppeln – „Klimakrise“ hin oder „Klimakrise“ her.

Die Elektrifizierung der Welt als der Wohlstandsschöpfer schlecht hin, muß (Bevölkerungswachstum) und wird (streben nach Wohlstand) sich weiter fortsetzen. Die Studien gehen deshalb von einer Steigerung des Anteils an der Endenergie um zehn Prozentpunkte aus. Darin sind so Seltsamkeiten, wie die komplette Umstellung auf E-Mobilität, noch gar nicht enthalten.

Entwicklung des Bestandes

Zwei von drei Reaktoren sind seit mehr als dreißig Jahren in Betrieb. Auch diese Studie ging daher von einer baldigen Außerbetriebnahme aus. Die Zeiten können sich jedoch schnell ändern: Seit dem Überfall Russlands auf die Ukraine ist eine sichere Energieversorgung schlagartig in den Mittelpunkt gerückt. Selbst in Deutschland – dem Kernland der „Atomangst“ – wird über eine längere Betriebsdauer plötzlich offen diskutiert. In Belgien hat man buchstäblich die Notbremse gezogen und

fast schon abgeschaltete Reaktoren (die in Deutschland als Schrottreaktoren tituliert werden) um zehn Jahre verlängert. Selbst in GB will man man eigentlich ans (wirtschaftliche) Ende gekommene Reaktoren noch einmal flott machen. Es sind die gestiegenen Strompreise, die alle Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu völlig neuen Ergebnissen führen. Dies gilt weltweit, wie das Umdenken in USA, Kanada, Korea und Japan zeigt. Dort will man Laufzeiten verlängern bzw. vorübergehend abgeschaltete Reaktoren (Fukushima) schneller wieder in Betrieb nehmen, um die Nachfrage nach Erdgas zu senken.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, der Propaganda der „Anti-AKW-Gruppen“ und deren Vertreter im Bundestag und in der Bundesregierung entgegen zu wirken: Es gibt bei Kernkraftwerken kein Verfallsdatum. Sie werden ständig überprüft und nicht nur „sicher“ gehalten, sondern sogar modernisiert (Nachrüstung). Dafür sind gewaltige Investitionen erforderlich, die in jedem Einzelfall auf ihre Sinnhaftigkeit überprüft werden müssen. So kosten z. B. die Generalüberholungen der CANDU-Reaktoren mehrere Milliarden US-Dollar. Man erhält dafür eine Flotte neuwertiger Kernkraftwerke, die für mehrere Jahrzehnte weiter ihren Dienst verrichten können. Es gibt keine technische, sondern nur eine wirtschaftliche Lebensdauer. Sie ist dann erreicht, wenn laufende Reparaturen oder Kosten für Nachrüstungen die Kosten eines Neubaus überschreiten. Dabei muß ein Energieversorger alle möglichen Technologien und das Gesamtsystem im Blick behalten. Vor einigen Jahren glaubte man in den USA, daß Gaskraftwerke wegen der geringen Investitionen sinnvoller seien. Ein gewaltiger Irrtum, wie die hohen Betriebskosten durch stark gestiegene Erdgaspreise heute zeigen. Erdgas war nur deshalb in den USA so billig, weil man technisch noch nicht in der Lage war (Bau von LNG Anlagen), das Gas zu Weltmarktpreisen zu verkaufen. Das süße Gift der Subventionen führte zu immer mehr Windkraftanlagen und Photovoltaik. Die Nebenkosten (z.B. Netzausbau) und die Backup-Kosten (Dunkelflaute) ließen die Strompreise stark ansteigen. Hinzu kamen auch noch politische Maßnahmen („Klimaschutz“). All das, wird Länder ohne eigene „billige“ fossile Vorkommen – wie z. B. Deutschland – noch viel brutaler treffen.

Einordnung

In der Folge der 1970er Ölkrise wurden 40% der Reaktoren gebaut, die heute noch in Betrieb sind. Der Überfall auf die Ukraine könnte ähnliche Reaktionen auslösen: Angst vor Erpressung und stark gestiegene Energiepreise. Die Erdgaspreise werden erst – wie damals die Ölpreise – wieder merklich sinken, wenn das Angebot deutlich erhöht wird. Eine sinkende Nachfrage durch eine weltweite Rezession wird nicht so durchschlagen, da Erdgas vornehmlich im Wärmemarkt eingesetzt wird. Russland hat sich für Jahrzehnte selbst aus dem Weltmarkt katapultiert. Kein Land wird sich jemals wieder so abhängig machen, wie Deutschland. Bis Russland die alten Mengen wieder liefern kann, muß es erstmal eine vergleichbare LNG-Struktur wie die USA oder Australien aufbauen. Dafür

fehlt es ihm aber an der Technologie und vor allem an Kapital. Die jetzige Situation, daß die anderen Produzenten den Ausfall in Europa decken müssen, wird somit schon aus technischen Gründen länger anhalten. Das Modell der wetterabhängigen Stromversorgung mit billigen Erdgaskraftwerken als Backup ist damit mausetot. Aus diesem Grund ist mit anhaltend hohen Strompreisen in Europa zu rechnen. Ab jetzt wird gnadenlos der Deckel für „Die-Sonne-schickt-keine-Rechnung“ präsentiert. Will man auch noch das Narrativ von der „menschengemachten Erderwärmung“ aufrecht erhalten, bleibt der Fluchtweg in die Kohle versperrt. Wer mehr Windenergie und Photovoltaik fordert, löscht Feuer mit Benzin. Wer von „Grünem Wasserstoff“ als Speicher und „Wasserstoff-ready-Turbinen“ für die Dunkelflauten schwadroniert, wirft noch eine Stange Dynamit zusätzlich ins Feuer.

Völlig irrsinnig ist es aber, wenn man in „höchster Erdgasnot“ auch noch drei Kernkraftwerke (Emsland, Isar 2, Neckarwestheim 2) abschaltet. Sie haben zusammen eine elektrische Nettoleistung von 4049 MW. Dies ist ein dauerhafter Schritt, bei dem nur der Ersatz durch teures Erdgas möglich ist, da man ja auch so schnell wie möglich aus der Kohle aussteigen will. Dafür wird man zukünftig jede Stunde mindestens 738 000 Kubikmeter Gas zusätzlich aus LNG verfeuern müssen. Dies ist noch konservativ gerechnet, weil hier angenommen wurde, daß Grundlast durch Grundlast (Gas und Dampf Kombikraftwerk) ersetzt wird. Will man nur die Dunkelflauten überbrücken – was ja das erklärte Ziel unserer Regierung ist – ist man sehr schnell bei deutlich über eine Million Kubikmeter Erdgas in jeder Betriebsstunde. Will man Wasserstoff einsetzen, ergibt das etwa 2,5 Millionen m³ in der Grundlast bzw. weit über 4 Millionen m³ Wasserstoff in jeder Stunde Lastfolgebetrieb. Noch Fragen Herr Habeck?

Der Beitrag erschien zuerst auf dem Blog des Autors hier