

Artikel von Alex Baur vom 10.01.2025

Gute Nachrichten aus Flamanville

In Frankreich ist ein neues Mega-Kernkraftwerk ans Netz gegangen. Trotz massiven Kosten- und Zeitüberschreitungen: Vieles spricht für eine nukleare Zukunft.

Verlässt man sich allein auf deutsche Medien, ist der dritte Kernreaktor im französischen Flamanville, der über die Festtage ans Netz gegangen ist, eine monumentale Fehlinvestition. Statt der einst geplanten fünf dauerte der Bau siebzehn Jahre, statt der geplanten 3,6 Milliarden kostete er 13,2 Milliarden Euro. Eine ähnliche Erfahrung machte man im finnischen Olkiluoto, wo ein baugleicher Europäischer Druckwasserreaktor (EPR) vor einem Jahr nach ähnlichen Budgetüberschreitungen ans Netz gegangen ist. Ganz zu schweigen vom britischen Hinkley Point C, wo sich der Bau zweier EPR-Reaktoren in die Unendlichkeit zu verzögern scheint.

Kolossaler Papierhaufen

Bei einer nüchternen Betrachtung könnte den Deutschen die Schadenfreude bald vergehen. Die Chinesen haben exakt denselben 1650-Megawatt-Reaktor aus Europa zwischen 2009 und 2019 in Taishan gebaut, in doppelter Ausfertigung und mit weniger Zeit- und Budgetüberschreitungen. Die Chinesen legen die Kosten nicht offen, doch Experten gehen von gegen 7,5 Milliarden Euro pro Reaktor aus. Das kann verschiedene Gründe haben. Dank dem späteren Baubeginn konnten die Chinesen von den Fehlern in Europa lernen, die serielle Produktion senkt die Kosten. Vor allem aber setzt China voll auf Atom. Die nukleare Kapazität wurde in den letzten zehn Jahren verdreifacht, 25 Reaktoren befinden sich zurzeit im Bau, allein im letzten Jahr wurden ein Dutzend neue Projekte genehmigt. Die Europäer, welche diese Stromquelle über Jahrzehnte vernachlässigt haben, müssen derweil Know-how und Infrastruktur wieder mühsam aufbauen. Es fehlt an politischem Willen.

Bläst der Wind optimal, zahlen die E-Werke sogar, wenn ihnen jemand den Strom abnimmt.

Die Preise variieren je nach Land und Modell. Der Bau der 2014 beziehungsweise 2017 ans Netz gegangenen russischen 1000-MW-Reaktoren im indischen Kudankulam kostete rund 2 Millionen Euro pro Megawatt; die sich noch im Bau befindlichen vier weiteren Blöcke gleicher Bauart dürften 50 Prozent teurer werden. In Flamanville rechnet man mit 8 Millionen Euro pro Megawatt. Eine wachsende Zahl von Regulierungen treibt die Kosten in die Höhe. So umfasst allein das Umweltgutachten für den neuen Reaktor im britischen Sizewell 44 260 Seiten. Dieser kolossale Papierhaufen, den kaum jemand durchliest, ist 17-mal umfangreicher als das Gesamtwerk von Shakespeare. Dabei zeitigt jede grössere Windfarm nüchtern betrachtet mehr Auswirkungen auf die Umwelt als ein modernes AKW.

Und hier liegt der Punkt: Flamanville wird im Vollbetrieb zwölf Millionen MWh Strom pro Jahr liefern. Die grösste Windturbine in der Schweiz auf dem Mont Crosin (95 Meter Nabenhöhe) liefert im Schnitt 4375 MWh pro Jahr. Eine einfache Rechnung: Flamanville produziert so viel wie 2750 grosse Mega-Windturbinen. Doch der Vergleich hinkt. Einer der grossen Vorteile des EPR ist, dass er regulierbar ist,

die Produktion also der Nachfrage angepasst werden kann. Bei Windrädern ist das nicht der Fall. Die Produktion richtet sich allein nach den Launen der Witterung.

Bei kleinen Mengen werden die Wetterkapriolen vom Netz aufgefangen. Doch sobald die Windenergie eine kritische Grösse erreicht, wird der Generator zum Störfaktor. Bläst der Wind optimal, fallen in Deutschland die Strompreise in den Keller. Die E-Werke zahlen sogar, wenn ihnen jemand den Strom abnimmt. Sonst würde das Netz zusammenbrechen. Wenn die Elektrizität aber teuer und begehrt ist, stehen die «Windmühlen» still. So liessen die Dunkelflauten im letzten Herbst die Strompreise europaweit explodieren und brachten das Netz an den Anschlag. Doch fatalerweise zahlt dieses Verlustgeschäft der Konsument. Die «Windmüller» kassieren dank Subventionen immer.

Deutschlands Energiewende ist nicht nur eine Zumutung für die europäischen Nachbarn, welche die schwankende Produktion ausbügeln und die irrwitzigen Preisausschläge mittragen müssen. Gemäss einer Studie des angesehenen Wirtschaftsinstituts RWI butterte die deutsche Regierung allein 2024 rund 23 Milliarden Euro Steuergelder in die Preisgarantie für Wind- und Solarstrom. Mit diesem Geld liessen sich jährlich locker zwei AKW von der Grösse von Flamanville bauen, die den Strom liefern, wenn man ihn braucht. Im Jahr 2023 lieferten in Deutschland 30 243 Windräder 139 Millionen MWh Strom. Man rechne. Ein Dutzend Druckwasserreaktoren wären mehr als ausreichend, um alle deutschen Windräder zu ersetzen und das Speicherproblem zu lösen.

Wind und Sonne brauchen Back-up

Das Speicherproblem von Wind- und Sonnenenergie lässt sich mit dem Markt nicht lösen. Die Produzenten bekommen einen festen Preis für ihren Strom, egal, ob er gebraucht wird, egal, was er tatsächlich wert ist. Sonst würden sich solche Anlagen nie rechnen. Kein Wunder, produzieren die Ökoprediger an der Nachfrage vorbei. Ein massiver Zubau von Überlandleitungen, die den Strom besser verteilen, soll die regionalen Unterschiede glätten. Man geht daher von rund zehnmal höheren Netzkosten für den Flatterstrom von Wind und Sonne aus, die der Konsument bezahlt. Doch je nach Grosswetterlage stehen bei einer flachen Druckverteilung die Windräder in ganz Europa still. Wind und Sonne brauchen daher immer ein teures (und ineffizientes) Back-up. Den Preis zahlt der Konsument.

Nun gibt es zwar, vor allem aus Deutschland, zahllose Studien, die belegen sollen, dass der Strom von Wind und Sonne viel günstiger ist als Atomstrom. Es gibt auch Studien, die das Gegenteil belegen (wenn auch schwer auffindbar via Google). Doch Papier ist geduldig. So, wie sich die französischen Atomplaner in ihrem Optimismus verrechnet haben, können sich auch deutsche Ökoplaner irren. Gemäss dem Bundesamt für Energie, das nicht im Verdacht der Atomfreundlichkeit steht, kostet in der Schweiz eine KWh Solarstrom 10 bis 26 Rappen in der Gestehung, Windenergie 15 bis 20 Rappen, Strom aus Wasserkraft 7 bis 30 Rappen – und Kernenergie unschlagbare 5 bis 12 Rappen.

Gewiss, die Schweizer AKW wurden gebaut, bevor eine Flut von Regularien den Preis in die Höhe trieb. Gösgen kostete 2 Milliarden, Leibstadt fünf Jahre später bereits 4,8 Milliarden Franken, obwohl beide AKW etwa die gleiche Leistung erbringen (gut 1000 MW). Die beiden in den 1960er Jahren gebauten Reaktorblöcke Beznau I und II kosteten noch 400 Millionen Franken. Doch diese Rechnung greift, wie so vieles in der Energiedebatte, zu kurz. Über die Jahre haben die Betreiber insgesamt rund 2,5 Milliarden Franken investiert, um Beznau auf dem neusten Stand der Technik zu halten, ohne Subventionen notabene. Trotzdem sind Kernkraftwerke in der Schweiz hochrentabel.

Ein Blick auf die Kostenstruktur des Kernkraftwerks Gösgen (KKG) zeigt, warum sich auch neue, scheinbar horrend teure Bauten rechnen können. Denn die Investitionen verteilen sich über eine Betriebszeit von mindestens sechzig Jahren. Rund die Hälfte des jährlichen Aufwandes verschlingt der Betrieb der Anlage (womit auch das Märchen widerlegt wäre, wonach AKW keine Wertschöpfung im

Land schaffen). Der Kernbrennstoff fällt mit 9,8 Prozent nicht gross ins Gewicht (Uran könnte notfalls auch in der Schweiz gewonnen werden). Die Mengen sind gering, auf Jahre hinaus problemlos lagerbar und auch nicht grossen Preisschwankungen und den Launen von Diktatoren unterworfen wie Öl oder Gas. Die Abschreibungen schlagen mit 17,2 Prozent zu Buche. 15,7 Prozent vom Ertrag des KKG gehen in einen Fonds für Entsorgung und Rückbau. Und trotzdem warf das KKG 2021 einen Gewinn von 5,7 Prozent ab. Ein erquicklicher Erfolg in Zeiten von Nullzinsen.

Von Energiewendern verdrängt

Auf der anderen Seite ist es ein (leider weitverbreiteter) Irrglaube, dass man Wind- und Solaranlagen einfach in die Natur stellen und hernach bis zu ihrer Entsorgung in zwanzig Jahren gratis ernten kann. Auch diese Stromgeneratoren, die ständig der Witterung (Hagel, Eis, Regen, Extremtemperaturen, Blitzschlag) ausgesetzt sind, brauchen permanent Unterhalt. Was an Treibstoff eingespart wird, wurde bereits bei der Erstellung der Anlagen an Ressourcen verbraten: Metalle aller Art, Beton, seltene Erden, Silizium und andere Rohstoffe, deren Gewinnung Unmengen an fossiler Energie verschlingt und Berge von Sondermüll hinterlässt.

Entscheidend ist die Ökobilanz, kurz der Eroi (*energy return on investment*), die Umweltbelastung also, die bei jedem Watt erzeugten Stroms anfällt. Hier schneiden Wind- und Solarkraftwerke wegen ihrer geringen Energiedichte klar schlechter ab als die Kernenergie. Und das gilt insbesondere auch für Batterien, welche Produktionsschwankungen glätten sollten. Das ist keine Frage der Technologie, das Problem liegt in den unbestechlichen Gesetzen der Physik. Doch solch unbequeme Wahrheiten werden von den grünen Energiewendern systematisch verdrängt.

Überschätzte Gefahr

Walter Rüegg, ein promovierter Kernphysiker mit Jahrzehnten an Erfahrung in Grundlagenforschung und Industrie, langjähriger Chefphysiker der Schweizer Armee, hat soeben ein lesenswertes Buch zu diesem Thema veröffentlicht: «Zeitalter der Ängste – Aber fürchten wir uns vor dem Richtigen?» (Edition Königstuhl). Eine Erklärung für das «German-Angst-Syndrom», das er mit einer Fülle von Fakten beschreibt, hat Dr. Rüegg allerdings nicht gefunden. Vielleicht hat es mit der Atombombe zu tun, die am Anfang des nuklearen Zeitalters stand. Die Monsterbombe wurde ursprünglich für den Einsatz gegen Deutschland gebaut, wobei jüdisch-deutsche Physiker eine tragende Rolle spielten.

Mit der Monsterbombe nahmen die irren Mythen um die Strahlung ihren Anfang.

Der erste grosse Kernreaktor (X-10) wurde 1943 in Oak Ridge in nur gerade neun Monaten gebaut. Der mit Grafit moderierte Brüter funktionierte nach dem gleichen Prinzip wie der Unfallreaktor von Tschernobyl. Nur verfügte X-10 über eine (redundante) automatische Schnellabschaltung, die in Tschernobyl leider fehlte (und die Kernschmelze verhindert hätte). In nur einem Jahr bauten die Amerikaner die Sprengköpfe, welche 1945 Hiroshima und Nagasaki zerstörten.

Mit der Monsterbombe nahmen die irren Mythen um die Strahlung ihren Anfang, in der friedlichen Nutzung der Kernspaltung fanden sie ihre Fortsetzung. Keine Katastrophe wurde so sorgfältig und über Jahrzehnte untersucht wie jene von Hiroshima und Nagasaki. Die Strahlengefahr war damals längst bekannt. Doch sie wurde masslos überschätzt, wie Forschungen zeigen. Die meisten Opfer der Bomben starben an Verbrennungen oder wurden von der Schockwelle erschlagen, nur wenige erlitten einen akuten Strahlenschock. Eine Zunahme von Krebserkrankungen war auch über lange Zeiträume statistisch nicht messbar. Eine Zunahme von Missbildungen an Säuglingen oder Föten konnte nie nachgewiesen werden. Und das, obwohl die Trümmerfelder von Hiroshima und Nagasaki nie gesperrt waren und schon nach wenigen Monaten neu aufgebaut wurden. Hunger und Elend waren für die Überlebenden eine ungleich grössere Bedrohung als die Strahlung. Die Überlebenden

der Bombe, die sogenannten Hibakusha, hatten sogar eine statistisch erhöhte Lebenserwartung (was an den Privilegien bei der medizinischen Betreuung liegen könnte).

Die natürliche Strahlung liegt insbesondere in Gebirgen oft weit über den Grenzwerten.

Die Untersuchungen, die in Tschernobyl und Fukushima bestätigt wurden, zeigten klar, dass geringe Strahlendosen harmlos sind. Die zusehends tödliche Gefahr tritt erst ab einem gewissen Punkt ein, steigt dann aber exponentiell. Die Grenzwerte wurden indes aufgrund der falschen Annahme definiert, dass die Schädigung der Zellen linear erfolge, also auch geringe Mengen schlecht seien. Es gilt das sogenannte Vorsorgeprinzip: Was nicht nachweislich harmlos ist, gilt automatisch als gefährlich. Das ist schon deshalb absurd, weil die natürliche Strahlung, die sich nicht von der künstlich erzeugten Strahlung unterscheidet, insbesondere in Gebirgen (etwa in den Alpen) oft weit über den Grenzwerten liegt. Dieser Systemfehler wurde nie behoben. Wie die Erfahrung zeigt, ist es politisch unmöglich, Grenzwerte nach oben zu korrigieren, wenn sie einmal gesetzt sind.

Unnötige Zwangsräumung

In Tschernobyl waren die Folgen der Unvernunft tödlich. In den ersten zwei Wochen, als die Strahlenwerte (vor allem in Nahrungsmitteln) tatsächlich bedenklich waren, verheimlichte das sowjetische Regime die Katastrophe. Als man die Massenevakuierung verfügte, war die Strahlung an den meisten Orten bereits derart abgeklungen, dass sie keine unmittelbare Bedrohung mehr darstellte. Fazit: Die verspätete und unnötige Zwangsräumung hat mehr Leid angerichtet (Stress, irrationale Ängste, soziale Entwurzelung, unnötige Abtreibungen) als die noch vorhandene Strahlung.

Rüegg vergleicht die Tschernobyl-Katastrophe (28 Strahlentote, 137 Strahlenverletzte und eine hypothetische, statistisch nicht messbare Zahl möglicher Krebsfälle) mit den nachweislich mindestens 3800 Akuttoten und 100 000 Schwerverletzten, welche die Chemiekatastrophe von Bhopal 1984 verursacht hatte. Auch der Fukushima-Vergleich (null Strahlenopfer versus 19 000 Todesopfer des Tsunamis) ist eindrücklich. Niemandem würde es einfallen, wegen Bhopal (sofern man sich überhaupt daran erinnert) ein Chemieverbot zu erlassen, wegen der hohen Strahlung die Alpen zu evakuieren oder wegen der Tsunami-Gefahr alle Strände zu schliessen.

Das wäre auch nicht vernünftig. Denn die Wahrscheinlichkeit, wegen schlechter Gewohnheiten (Ernährung, Rauchen, fehlende Bewegung), eines profanen Unfalls oder an einer Infektionskrankheit zu sterben, ist um ein Vielfaches höher. Die Entsorgung von Unmengen hochtoxischer chemischer Abfälle birgt ein viel grösseres Gefahrenpotenzial als die Lagerung von relativ geringen Mengen hochradioaktiver Abfälle, die nach einigen Hundert Jahren so weit abklingen, dass sie zwar immer noch die Grenzwerte überschreiten, aber keine reale Gefahr mehr für den Menschen bergen.

Entwicklungspotenzial

Killer Nummer eins ist weltweit nach wie vor die Armut. Sie verkürzt die Lebenserwartung um mindestens zehn Jahre. Andererseits leben wir, trotz oder auch dank Chemie und atomarer Strahlung, länger und gesünder als je zuvor. Dank der ach so verpönten Agrarchemie sind Hungersnöte seltener geworden. Künstliche Intelligenz und Digitalisierung bieten der Menschheit eine nie zuvor dagewesene Chance, die Lebensumstände für alle zu verbessern. Doch dazu braucht es sicheren und günstigen Strom mehr denn je – vor allem, wenn man auch noch von den fossilen Brennstoffen wegkommen will. Mit Solarpaneelen, Windrädern und Batterien kann diese Nachfrage nie und nimmer gedeckt werden.

Die Nutzung der Kernenergie ist noch jung, das Entwicklungspotenzial vielfältig. Brutreaktoren, die den Brennstoff besser verwerten und das Abfallproblem beseitigen, sind erprobt. Sie sind noch zu teuer. Doch die Serienproduktion von kleineren Modularreaktoren, wie sie Bill Gates oder Elon Musk anstreben, könnte das ändern. Vor diesem Hintergrund die Kernenergie, die sich gerade in der Schweizer Praxis bestens bewährt hat, abzuschreiben – zumeist aus wahltaktischen Gründen, unter Ausnutzung von Desinformation und irrationalen Ängsten – und ausschliesslich auf den Flatterstrom von Wind und Sonne zu setzen, ist nicht nur stupid, sondern nachgerade verantwortungslos.