

März 2023

BULLETIN 1



Modulare Reaktor- technologien in Grossbritannien

Seite 9

Rückblick auf das nukleare Jahr 2022

Seite 4

Neue globale Umfrage bei Führungs- kräften zu Energietendenzen

Seite 20

Energiestrategie und Landschaftsschutz?

Seite 31

Inhalt

Editorial

Small Modular Reactors – Bundesbern verschläft gerade die nukleare Zukunft 1

Im Gespräch mit ...

«Der ‹Beznau-Spirit› ist einmalig!» 2

Hintergrundinformationen

Die Kernkraftwerke der Welt 2022 4

Fortgeschrittene Nukleartechnologien in Grossbritannien:
Übersicht über modulare Reaktoren 9

Tschechien beschleunigt Bau des geologischen Tiefenlagers, um
von der EU-Taxonomie zu profitieren 16

Experten sind skeptisch: weltweite Krisen verzögern die Energiewende 20

Klartext

Was sagt der ‹Stromgeneral› 23

Nukleare News

Schweiz 26

International 27

Kolumne

Eine Energiewende ohne schmerzhaftes Opfer ist nicht zu haben 31

Hoppla

Merci, Tihange-2 34

Unser Lesetipp

Buchtipp: ‹Atomkraft – Das Tabu› von Martin Schlumpf 35

Pinwand

36

Small Modular Reactors – Bundesbern verschläft gerade die nukleare Zukunft



Lukas Aebi

Geschäftsführer des
Nuklearforums Schweiz

Liebe Freunde der Kernenergie

Small Modular Reactors – kurz SMR – sind in aller Munde. Spätestens seit der umtriebige Unternehmer und Microsoft-Gründer Bill Gates massive Summen in die Entwicklung eines modulartigen Flüssigsalzreaktors gesteckt hat, geniessen die Entwicklungen dieser neuartigen Reaktoren vermehrt Aufmerksamkeit. Die Fortschritte bei der Weiterentwicklung dieser Reaktortechnik sind in der Tat beeindruckend. So hat Russland den ersten SMR bereits in Betrieb. Er versorgt zuverlässig und klimafreundlich ein Dorf im kalten Sibirien mit Strom und Wärme (und das notabene schwimmend). China hat in der Provinz Hainan bereits vorletztes Jahr mit dem Bau einer ersten Druckwasseranlage begonnen. Die Europäische Kommission will mit Hilfe einer Stakeholder-Initiative (der sogenannten SMR-Partnership) sicherstellen, dass Europa hier den Anschluss nicht verpasst. Das Nuklearforum hat deshalb für das neue Jahr SMR zu einem Schwerpunktthema erhoben. Als Mitglieder des Nuklearforums dürfen Sie sich also über vermehrte Berichterstattung und Veranstaltungen zum Thema freuen. In der vorliegenden Bulletin-Ausgabe finden Sie dazu beispielsweise einen ausführlichen Bericht über den Stand der Lizenzierungen von SMR in Grossbritannien.

Umso bedenklicher ist in diesem Zusammenhang, was unsere Bundesbehörden vor Weihnachten im Rahmen des Technologie-Monitorings zur Energiestrategie 2050 verlauten liessen. Im Bereich der Kerntechnik seien in absehbarer Zeit keine Durchbrüche zu erwarten, die das im Gesetz verankerte Verbot für die Erteilung von Rahmenbewilligungen für neue Kernkraftwerke in Frage stellten. Man halte fest: Während überall auf der Welt Initiativen zur Förderung von SMR ausgerufen, Testanlagen gebaut werden und erste Minireaktoren bereits in Betrieb sind, sieht unser Bundesamt für Energie offenbar keine Durchbrüche bei dieser Technologie. Den berichteschreibenden Bundesbeamten sei an dieser Stelle dringend unser wöchentlicher Newsletter empfohlen, der regelmässig auch über die neuesten Entwicklungen bei den SMR informiert.

Weiter finden Sie im vorliegenden Bulletin etwa ein Interview mit dem neuen Kraftwerksleiter von Beznau, Nikolai Braun.

Den Lesern unseres Bulletins wünsche ich wiederum eine spannende Lektüre!

Mit nuklearen Grüssen!

«Der ‹Beznau-Spirit› ist einmalig!»



Nicolai Braun

Kernkraftwerksleiter
von Beznau

Nicolai Braun spricht im Interview über seine ersten Eindrücke als neuer Leiter des Kernkraftwerks Beznau (KKB) und beantwortet Fragen zu Personalplanung und Sicherheitskultur. Dabei verrät er, worauf er beim Personal und bei der Anlage ein besonderes Augenmerk legt.

Herr Braun, Sie studierten Maschinenbau. Weshalb sind Sie in die Nukleartechnik eingestiegen?

Dank eines KKW-Besuchs während meiner Schulzeit. Die Komplexität des Werks und der Prozesse haben mich schon damals fasziniert. Als ich dann nach meinem Studium die Möglichkeit hatte, da zu beginnen, habe ich nicht lange gezögert – und es bisher keine Sekunde bereut.

Sie sind seit wenigen Monaten der neue Leiter des KKB. Davor arbeiteten Sie in derselben Funktion im Kernkraftwerk Philippsburg-2 in Deutschland. Erleben Sie betriebliche und kulturelle Unterschiede?

Die Technik und die Prozesse sind sehr ähnlich, kulturell gibt es aber schon Unterschiede. Besonders aufgefallen ist mir hier in Beznau die hohe Verbundenheit der Kollegen mit ihrer Anlage und der Zusammenhalt auf der Insel, wo das Werk steht. Diese Kultur, dieser Spirit, ist unsere grosse Stärke, die wir uns unbedingt erhalten müssen.

Wie setzen Sie Ihre Ansprüche an sich selbst und andere um?

Für mich geht es darum, die Ziele und Leitlinien klar zu formulieren und gleichzeitig den Mitarbeitenden Vertrauen zu schenken und die nötigen Freiräume zu las-

sen. Darüber hinaus ist es mir wichtig, dass sich die Führungskräfte ihrer Vorbildfunktion bewusst sind und unsere Prinzipien vorleben.

Als Sie im September 2021 zum Management-Team des KKB gestossen sind, wurde auch ein Generationenwechsel vorangetrieben. Wie äussert sich das für die Belegschaft und worauf werden Sie ein besonderes Augenmerk legen?

In der Kerntechnik spielen Know-how und Erfahrung eine besondere Rolle. Daher brauchen wir eine umsichtige Personalplanung und lange Überlappungszeiten, damit die jungen Kolleginnen und Kollegen in ihre neuen Rollen wachsen und schrittweise Verantwortung übernehmen können. Zudem müssen wir Perspektiven und ein attraktives Arbeitsumfeld bieten, damit die guten Leute nicht nur zu uns kommen, sondern auch bei uns bleiben.

Sie produzieren Strom in einem schwierigen Umfeld. Wie motivieren Sie Ihre Mitarbeitenden? Finden Sie genügend Nachwuchs?

In den letzten Monaten konnten wir viele gut qualifizierte Mitarbeitende einstellen. Vor dem Hintergrund der aktuellen Situation auf dem Arbeitsmarkt ist der bevorstehende Generationenwechsel aber eine grosse Herausforderung für uns. Wir müssen als Arbeitgeber noch attraktiver für junge Menschen werden und auf deren

Bedürfnisse eingehen. Daran arbeiten wir, zum Beispiel mit unserer aktuellen Rekrutierungskampagne – das ist aber nur eine von vielen Massnahmen.

Die Blöcke des KKB gehören zu den ältesten weltweit. Sind diese in Bezug auf die Anlagensicherheit eine besondere Herausforderung für Sie als Kraftwerksleiter?

Nein, das KKB befindet sich in einem sehr guten Zustand. Wir als Betreiber haben über die gesamte Betriebsdauer viel in die Instandhaltung und Modernisierung der Anlage investiert. Das bestätigt uns das Ensi und wir erhalten auch bei internationalen Audits regelmässig sehr gute Noten. Aber natürlich legen wir in Beznau ein besonderes Augenmerk auf die Alterungsüberwachung.

Frankreich hat während den Zehnjahresprüfungen Korrosionsschäden bei einigen Reaktortypen entdeckt. In der Schweiz werden die Kernkraftwerke jährlich auf Materialermüdungen geprüft. Ist dies ein grosser Aufwand?

Der Aufwand ist gross, aber Teil unseres Commitments für die Sicherheit. Gerade für erfahrenere Anlagen wie Beznau ist eine gute Alterungsüberwachung von zentraler Bedeutung und wir machen da keine Abstriche.

Welche Grossprojekte stehen in Beznau an?

Beznau hat in seiner Geschichte mehrere grosse Investitionswellen durchlaufen, in der Systeme und Anlagenteile nachgerüstet und damit die Robustheit der Anlage deutlich erhöht wurde. Das Anlagendesign ist jetzt insofern ausgereizt, dass es mehr darum geht, ältere Komponenten und Systeme zu erneuern, um auf dem Stand der Nachrüsttechnik zu bleiben.

Was finden Sie an Beznau einzigartig?

Die Kolleginnen und Kollegen! Sie machen unsere Anlage zu dem, was sie ist. Dieser «Beznau-Spirit», den ich bereits angesprochen habe, war die Basis für den erfolgreichen Betrieb über mehr als 50 Jahre – und er wird auch die Basis sein für das letzte Betriebsjahrzehnt der Anlage.

Die Kernenergie feiert ein Comeback in zahlreichen Ländern wie den Niederlanden, Japan, Polen, Schweden und den USA. Glauben Sie, dass die Schweiz einen Umschwung erleben wird?

Ich glaube, dass die globalen Klimaziele nicht ohne den massiven Ausbau der Kernenergie erreichbar sind. Inwieweit die Schweiz dazu ihren Beitrag leisten will, werden die gesellschaftlichen und politischen Diskussionen zeigen.

Nicolai Braun studierte Maschinenbau mit Fachrichtung Energie- und Umwelttechnik. Er ist seit dem 1. Januar 2023 Leiter des Kernkraftwerks Beznau. Seine Karriere startete er bei der EnBW Kraftwerke AG in Deutschland, wo er von 2005 bis 2022 in verschiedenen Funktionen tätig war, zuletzt während gut vier Jahren als Leiter der Kernkraftwerkseinheit Philippsburg-2.

Die Kernkraftwerke der Welt 2022

Im Jahr 2022 sind sechs neue Kernkraftwerkseinheiten ans Netz genommen worden, darunter mit Olkiluoto-3 in Finnland der erste neue Reaktor in Westeuropa seit rund 15 Jahren. Fünf Einheiten wurden endgültig stillgelegt. Der zivile Kernkraftwerkspark der Welt umfasste somit beim Jahreswechsel 438 Reaktoren in 33 Ländern. Die installierte Nettoleistung stieg auf knapp 393'600 MW (2021: 388'600 MW). Der Anteil der Kernenergie an der weltweiten Stromproduktion verblieb bei rund 10% (in der EU rund 25%).



Am Standort Olkiluoto auf der gleichnamigen Insel an der Westküste Finnlands sind zwei Siedewasserreaktoreinheiten und ein EPR in Betrieb. Letztmals wurde vor über 40 Jahren eine Kernkraftwerkseinheit in Finnland in Betrieb genommen. (Foto: TVO)

Sechs Einheiten wurden 2022 insgesamt neu ans Netz genommen. Der EPR Olkiluoto-3 in Finnland wurde am 12. März 2022 erstmals an das nationale Stromnetz angeschlossen. China verzeichnete zwei Inbetriebnahmen: Am 1. Januar gab Fuqing-6 – die weltweit dritte Hualong-One-Einheit – Strom ans Netz ab und am 2. Mai folgte Hongyanhe-6 vom Typ ACPR-1000. Am 5. März nahm in Pakistan die zweite Hualong-One-Einheit ausserhalb Chinas, Karachi-3, den Betrieb auf. In Südkorea wurde Shin-Hanul-1 (früher Shin-Ulchin-1) vom südkoreanischen Typ APR-1400 ans Netz genommen. Zudem ging in den Vereinigten Arabischen Emiraten die dritte Einheit – Barakah-3 – ans Netz, ebenfalls vom Typ APR-1400.

In China stehen neu 54 Kernkraftwerkseinheiten in Betrieb. Über eine höhere Anzahl Blöcke verfügen derzeit nur Frankreich mit 56 und die USA mit 92. Russland steht auf Platz vier mit 37 Einheiten.

Erster Kernkraftwerksbau in Ägypten ...

Am 20. Juli 2022 wurde in Ägypten der erste Beton von El-Dabaa-1 gegossen und am 19. November wurde der Bau von El-Dabaa-2 offiziell gestartet. Das Kernkraftwerk El Dabaa liegt etwa 300 km nordwestlich von Kairo an der Mittelmeerküste und ist das erste Kernkraftwerk Ägyptens. Basierend auf einer Zusammenarbeitsvereinbarung zwischen Ägypten und Russland aus dem Jahr 2015 werden am Standort El Dabaa vom staatlich russischen Atomkonzern Rosatom vier WWER-1200-Reaktoren gebaut. Die Druckwasserreaktoren der Generation III+ haben eine Leistung von je 1200 MW. Voraussichtlich 2026 soll der erste Reaktor und 2029 sollen die übrigen



Am Standort El Dabaa in Ägypten wird der Bau der ersten Kernkraftwerkseinheit des Landes symbolisch lanciert. Am Standort sind vier russische WWER-1200-Blöcke geplant. (Foto: Rosatom)

gen drei Reaktoren in Betrieb gehen. Gemäss Rosatom stehen je zwei solche WWER-1200-Reaktoren bereits in den Kernkraftwerken Leningrad und Nowoworonesch in Russland sowie im Kernkraftwerk Belarus in Weissrussland in Betrieb.

... und sechs weitere Baustarts

Neben dem Baubeginn für El-Dabaa-1 und -2 in Ägypten feierten die Türkei und Russland den offiziellen Baubeginn von Akkuyu-4, einer Kernkraftwerkseinheit des russischen Typs WWER-1200. Akkuyu ist die vierte Kernkraftwerkseinheit der Türkei. Block 1 ist seit April 2018 in Bau und soll 2023 in Betrieb gehen. Block 2 ist seit April 2020 in Bau und Block 3 seit März 2021. Das Akkuyu-Projekt wird nach einem Build-Own-Operate-Modell unter russischer Leitung gebaut. Für die vier Einheiten wurde 2010 ein zwischenstaatlicher Vertrag mit Russland unterzeichnet. Die russische Sberbank gewährt der für den Bau des Kernkraftwerks verantwortlichen russischen Projektfirma Akkuyu Nuclear JSC für einen Zeitraum von sieben Jahren ein Darlehen in Höhe von USD 400 Mio. Es wird erwartet, dass zu einem späteren Zeitpunkt russische Unternehmen neben Drittinvestoren einen Anteil von 51% am Projekt halten werden.

Im Jahr 2022 wurde zudem erster Beton für fünf Einheiten in China gegossen: zwei russische AES-2006-Blöcke (Tianwan-8 und Xudabao-4) und zwei einheimische CAP1000-Blöcke (Sanmen-3 und Haiyang-3) sowie die Hualong-One-Einheit Lufeng-5 stehen jetzt in Bau. In China sind somit 19 Neubauprojekte im Gang, weltweit mit Abstand die grösste Anzahl. Am Standort Lufeng in der Provinz Guangdong sind zudem vier CAP1000-Einheiten (Lufeng-1 bis -4) – die vom amerikanischen AP1000 abgeleitete chinesische Auslegung – geplant. Der chinesische Staatsrat hat deren Bau jedoch noch nicht genehmigt.

Bauzeiten der letzten zehn Jahre

In den letzten zehn Jahren wurden weltweit 65 neue Kernkraftwerkseinheiten in Betrieb genommen. Die durchschnittliche Bauzeit betrug knapp sieben Jahre. Von dieser Berechnung ausgenommen sind Atucha-2 (Argentinien), Mochovce-3 (Slowenien) und Shin-Hanul-1 (Südkorea), bei denen die Bautätigkeit während mehrerer Jahre unterbrochen war, sowie die beiden

WWER-Projekte von Kudankulam-1 und -2 in Indien, die wegen massiven Bauverzögerungen erst 11 beziehungsweise 14 Jahre nach Baubeginn den Betrieb aufnehmen konnten (siehe Grafik S. 7).

Etwas längere Bauzeiten wiesen die Projekte von zum ersten Mal gebauten Reaktortypen auf. So benötigten die Südkoreaner für den Bau ihrer ersten APR-1400-Einheit Shin-Kori-3 sieben Jahre und vier Monate, und die Russen für ihren ersten WWER-1200 am Standort Nowoworonesch gut acht Jahre, für den Schnellen Brüter Belojarsk-4 vom Typ BN-800 rund zehneinhalb Jahre und für ihr schwimmendes Kernkraftwerk mit zwei Reaktoren des russischen Typs KLT-40S gut zwölf Jahre. In China wurden zwischen 2013 und 2022 fünf Einheiten eines neuen Reaktortyps in Betrieb genommen. Der weltweit erste Hualong-One-Block Fuqing-5 ging nach nur fünfeinhalb Jahren ans Netz. Die Bauzeit für den AP1000 Sanmen-1 dauerte ein wenig mehr als neun Jahre, während für die Demonstrationseinheit Shidao-Bay-1 genau neun Jahre benötigt wurden und der weltweit erste EPR Taishan-1 eine Bauzeit von acht Jahren und sieben Monaten aufwies. Hingegen benötigte der erste EPR Europas, Olkiluoto-3 in Finnland, über 16 Jahre. Die massiven Bauverzögerungen sind hauptsächlich auf auslegungstechnische Anpassungen und organisatorische Mängel zurückzuführen. Olkiluoto-3 ist der erste neue Reaktor in Westeuropa seit rund 15 Jahren. China hat von 2013 bis 2022 insgesamt 38 Einheiten in Betrieb genommen.

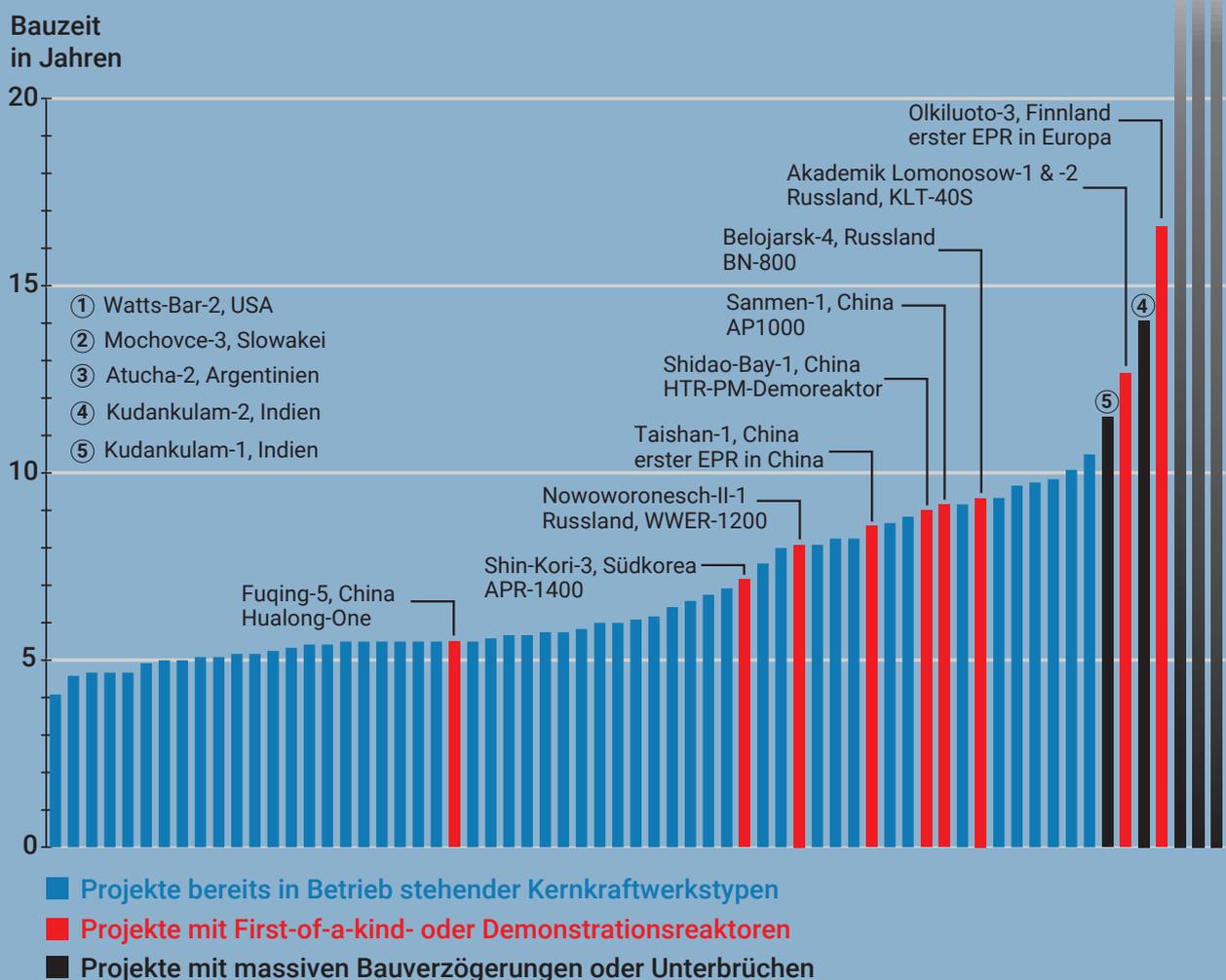
Barakah-1, die erste Kernkraftwerkseinheit des Einsteigerlandes Vereinigte Arabische Emirate wies eine Bauzeit von gut acht Jahren auf, so wie auch Barakah-2 und -3.

Die Grafik auf der Seite 7 zeigt die Bauzeiten der in den letzten zehn Jahren in Betrieb genommenen Kernkraftwerkseinheiten an, wobei nach steigenden Bauzeiten sortiert wurde.

Fünf Stilllegungen

Von den fünf im Jahr 2022 endgültig stillgelegten Einheiten befinden sich drei in Grossbritannien und je eines in Belgien und in den USA. Die für Ende 2022 geplante Stilllegung der drei letzten deutschen Kernkraftwerkseinheiten wurde, aufgrund der angespannten Situation am Strommarkt, auf Mitte April 2023 verschoben.

Bauzeiten der 65 in den letzten zehn Jahren in Betrieb genommenen Kernkraftwerkseinheiten (Inbetriebnahme zwischen 17.2.2013 und 31.1.2023)



Durchschnittliche Bauzeit:

- ohne Projekte in schwarzer Farbe: 6 Jahre 11 Monate
- mit Projekten in schwarzer Farbe: 8 Jahre und 6 Monate

Quelle: IAEA PRIS
© 2023 Nuklearforum Schweiz



Am 23. September 2022 trennte das Betreiberunternehmen Electrabel den Druckwasserreaktor Doel-3 nach 40 Jahren Betrieb endgültig vom Netz. Doel-3 ist damit die erste von sieben Kernkraftwerkseinheiten, die im Rahmen des belgischen Atomausstiegs ihre Stromerzeugung definitiv eingestellt hat. Ursprünglich sollten in Belgien bis 2025 alle sieben Kernkraftwerkseinheiten dauerhaft abgeschaltet werden. Die belgische Regierung einigte sich jedoch im Dezember 2021 auf einen Kompromiss, wonach der letzte Kernkraftwerksblock im Jahr 2035 abgeschaltet werden sollte, solange es nicht zu Engpässen bei der Stromversorgung komme. Vor dem Hintergrund des Ukraine-Kriegs und der gestiegenen Energiepreise plant die Regierung, Tihange-3 und Doel-4 bis mindestens Ende 2035 weiterlaufen zu lassen. Ein endgültiger Entscheid steht noch aus.

Die AGR-Einheit Hunterston-B2 (495 MW) in North Ayrshire in Schottland stellte Anfang Januar den Betrieb ein. Zudem wurden Hinkley-Point-B-2 (AGR, 480 MW) Anfang Juli und Hinkley-Point-B-1 (AGR, 485 MW) Anfang August planmässig und endgültig vom Netz genommen. Somit sind die drei ältesten Blöcke Grossbritanniens nicht mehr in Betrieb.

Am 20. Mai wurde in den USA Palisades (PWR, 805 MW) nach 50 Betriebsjahren endgültig vom Netz genommen. Die Entergy Corporation hatte dies bereits 2017 angekündigt, wobei die Abschaltung des Kernkraftwerks mit dem Auslaufen eines 15 Jahre dauernden Stromabnahmevertrags mit Consumers Energy zusammenfällt. Entergy hatte bereits 2018 vereinbart, das Kernkraftwerk nach der Stilllegung an Holtec International zu verkaufen. Holtec plant, den Rückbau, die Dekontaminierung und die Sanierung von Palisades bis 2041 abzuschliessen. (M.A.)

www.nuclearplanet.ch

Fortgeschrittene Nukleartechnologien in Grossbritannien: Übersicht über modulare Reaktoren

In Grossbritannien nehmen fortgeschrittene Nukleartechnologien Fahrt auf. Ende 2022 haben sechs Unternehmen ihr Interesse bekundet, die Auslegung ihrer modularen Reaktoren im Rahmen einer Vorlizenzierung überprüfen zu lassen. Dazu stellten sie bei der zuständigen Behörde einen Antrag auf die Durchführung eines Generic Design Assessment (GDA), der nun geprüft wird. Bereits seit Frühjahr 2022 läuft die Vorlizenzierung des SMR von Rolls-Royce.

Das Generic Design Assessment (GDA, siehe Kasten Seite 15) ist eine Vorlizenzierung, die auch fortgeschrittenen Nukleartechnologien offensteht. Dabei prüfen die Aufsichtsbehörden die grundsätzliche Zulassungsfähigkeit der Auslegung eines Kernreaktors, der zukünftig in Grossbritannien eingesetzt werden soll.

Ende 2022 wurde für sechs fortgeschrittene Nukleartechnologien ein GDA-Antrag gestellt. Ein bereits früher beantragtes GDA-Verfahren für den SMR von Rolls-Royce läuft seit Frühjahr 2022. Die Behörde, welche die Anträge koordiniert und die Zulassung zum GDA-Verfahren

prüft, war bisher das Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS). Am 7. Februar 2023 wurde das BEIS von Rishi Sunak – Premierminister seit Oktober 2022 – in vier Ministerien aufgespalten, wodurch neu das Department for Energy Security and Net Zero (DESNZ) für GDA-Anträge zuständig ist.

SMR und AMR gehören zu den fortgeschrittenen Nukleartechnologien

Fortgeschrittene Nukleartechnologien umfassen gemäss DESNZ ein breites Spektrum an klimafreundlichen Kernreakorteknologien, die derzeit entwickelt werden.



Im Rennen um den ersten SMR in Grossbritannien ist Rolls-Royce SMR mit seinem Druckwasser-SMR ganz vorne dabei. Das Unternehmen wurde bereits im Frühjahr 2022 zum inzwischen laufenden GDA-Verfahren zugelassen. (Foto: Flickr-Account von Rolls-Royce SMR)

Es geht dabei um Reaktoren, die kleiner als die grossen Leistungsreaktoren aktueller Kernkraftwerke sind und welche zu einem Grossteil in Serie in einer Fabrik vorgefertigt, zum Einsatzort transportiert und dort nur noch installiert werden sollen.

Das DESNZ teilt fortgeschrittene Nukleartechniken in kleine, modulare Reaktoren (SMR) und fortgeschrittene modulare Reaktoren (AMR) auf. SMR sind laut DESNZ wassergekühlte Kernreaktoren der Generation III, die den grossen Leistungsreaktoren ähnlich sind, aber in einem kleineren Massstab gebaut werden. Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) definiert sowohl kleine und mittelgrosse oder modulare Reaktoren als SMR; es handelt sich dabei in der Regel um Reaktoren mit einer elektrischen Leistung von bis zu 300 MW (kleine Reaktoren oder kleine, modulare Reaktoren) und Reaktoren mit einer elektrischen Leistung von 300–700 MW (mittelgrosse Reaktoren). AMR sind gemäss DESNZ Reaktoren der Generation IV, die neuartige Kühlsysteme oder innovative Brennstoffe verwenden. Neben der kohlenstoffarmen Stromerzeugung ist ihr Einsatzgebiet die Wasserstoffherstellung sowie die Bereitstellung von industrieller Prozesswärme oder Fernwärme. Idealerweise ermöglichen sie deutliche Kosteneinsparungen. AMR sind ebenfalls modular aufgebaut und können zudem Lösungen zur Verminderung oder zur Entsorgung radioaktiver Abfälle bieten.

Die ambitionierten Pläne Grossbritanniens sehen bis zu 24 Gigawatt aus Kernenergie bis 2050 vor. Die Regierung beabsichtigt, bis Anfang der 2030er-Jahre einen ersten SMR einzusetzen und leistet finanzielle Unterstützung, um ein AMR-Demonstrationskraftwerk bis Anfang der 2030er-Jahre zu ermöglichen. Zu den AMR gehören auch gasgekühlte Hochtemperaturreaktoren (HTGR), die im britischen Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprogramm die bevorzugte Technologie sind.

Beim Rolls-Royce-SMR läuft die Vorlizenzierung

Das britische Unternehmen Rolls-Royce SMR stellte im November 2021 für seinen Rolls-Royce-SMR den Antrag auf Teilnahme am GDA-Verfahren. Nachdem der Antrag vom damaligen BEIS gutgeheissen worden war, konnte das Verfahren im April 2022 gestartet werden. Der SMR von Rolls-Royce ist bisher die einzige fortgeschrittene

Nukleartechnologie in Grossbritannien, die zum GDA-Verfahren zugelassen wurde.

Der Rolls-Royce-SMR ist ein kleiner Druckwasser-SMR mit einer elektrischen Leistung von 470 MW, was 150 Onshore-Windkraftanlagen entspricht. Er soll mindestens 60 Jahre lang im Grundlastbetrieb laufen und kann eine Million Haushalte mit Strom versorgen. Das Unternehmen will rund 90% seines SMR unter Fabrikbedingungen bauen und gab im November 2022 drei Standorte in Nordostengland und Nordwales bekannt, die für die SMR-Fabrik am besten geeignet sind. Anfang 2023 soll der endgültige Standort bestimmt werden, an dem dann einige der grössten und komplexesten Komponenten wie der schwere Reaktordruckbehälter hergestellt werden.

Parallel dazu läuft die Suche nach Standorten für den SMR selbst und konnten 2022 vier bevorzugte Standorte in England und Nordwales identifiziert werden. An diesen könnte Rolls-Royce SMR kleine Kernreaktoren mit einer Gesamtkapazität von bis zu 1500 MW errichten. Die ersten Einheiten sollen bis Anfang der 2030er-Jahre in Betrieb genommen werden.

Rolls-Royce SMR will sein Kraftwerk auch international vermarkten und ist unter anderem in den Niederlanden, Polen und Tschechien mit Interessenten im Gespräch. Dabei wird offenbar auch die Fertigung von Modulen ausserhalb Grossbritanniens in Betracht gezogen: «Da es sich um ein werkseitig hergestelltes Produkt handelt [...] ist es ein wichtiger Aspekt unseres internationalen Liefermodells, die richtigen Partner an den weltweiten Schlüsselstandorten zu haben», sagte Alan Woods, Business Development and Strategy Director von Rolls-Royce SMR, im September 2022.

Sechs SMR und AMR wollen an GDA-Verfahren teilnehmen

Ende 2022 wurden beim BEIS insgesamt sechs Anträge für SMR und AMR für ein GDA-Verfahren gestellt. Dies von den Unternehmen GE Hitachi Nuclear Energy (GEH), Holtec, Cavendish Nuclear/X-energy, GMET Nuclear, Newcleo und UK Atomics. Bei diesen prüft das BEIS – respektive der Nachfolger DESNZ – gegenwärtig die Zulassung zum GDA-Verfahren. Nicht im Gespräch für



Weltweit ist der BWRX-300 von GEH einer der erfolgversprechendsten SMR für einen zeitnahen Einsatz. Für den amerikanischen 300-MW-Siedewasser-SMR interessieren sich neben Grossbritannien auch Länder wie Estland, Kanada, die USA, Polen und Schweden. (Foto: GEH)

einen Einsatz in Grossbritannien ist bis anhin der Druckwasser-SMR-Entwickler NuScale, der in den USA bereits 2029 seinen SMR VOYGR in Betrieb nehmen will.

GE Hitachi Nuclear Energy (SMR: BWRX-300)

Der BWRX-300 ist ein kleiner Siedewasser-SMR von GEH mit einer elektrischen Leistung von 300 MW. Er basiert auf der erprobten Brennstoffauslegung grosser Leistungsreaktoren und nutzt ebenso bewährte Komponenten, was ihn zu einem aussichtsreichen Kandidaten in Bezug auf eine zeitnahe Markteinführung machen. Laut GEH gewährleisten die passiven Konstruktionsmerkmale des SMR, dass im Notfall die Abfuhr der Nachzerfallswärme während mindestens sieben Tagen nur durch die installierten Systeme erfolgt, ohne dass eine Stromversorgung oder ein Bedienereingriff erforderlich sind.

Bei der Vorbereitung des GDA-Antrags hat GEH Unterstützung durch die Firma Jacobs U.K. Ltd. erhalten, die

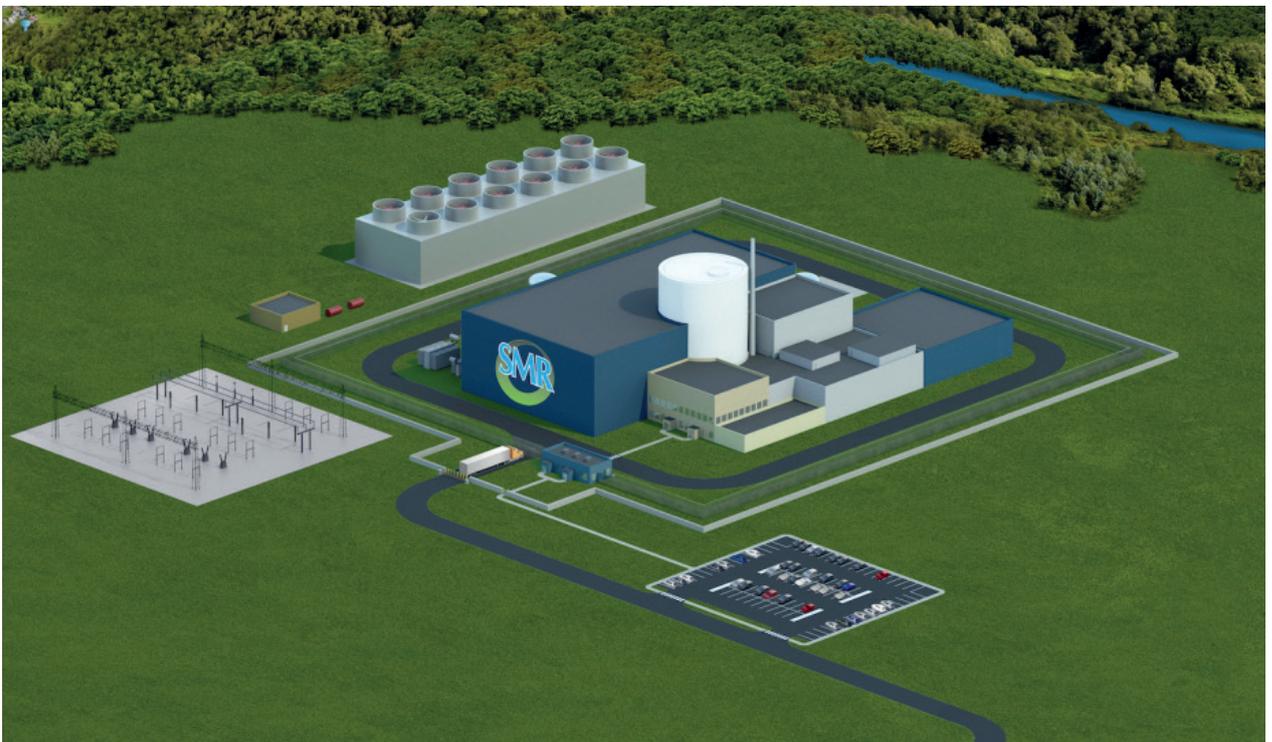
seit 2007 Erfahrungen mit Genehmigungsanträgen in Grossbritannien und auch umfassende Kenntnisse des GDA-Prozesses hat. GEH geht davon aus, dass die in den USA und in Kanada gemachten Erfahrungen den GDA-Prozess in Grossbritannien für seinen SMR beschleunigen wird. Gegenüber der Fachpresse gab GEH bekannt, dass man den ersten BWRX-300 in Grossbritannien im Jahr 2030 in Betrieb nehmen möchte. Zudem wolle man «die Vorteile mehrerer Einheiten an verschiedenen Standorten unter Verwendung einer standardisierten lizenzierten Auslegung voll ausschöpfen».

Nicht nur Grossbritannien, sondern auch Länder wie Estland, Kanada, Polen, Schweden und die USA interessieren sich für den SMR von GEH. Um einen sicheren Einsatz von SMR und AMR voranzutreiben und zu erleichtern, hat die internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) 2022 die «Nuclear Harmonization and Standardization Initiative (NHSI)» ins Leben gerufen. Diese sieht unter anderem eine Harmonisierung von Re-

gularungsaktivitäten vor. Bei der Zertifizierung des BWRX-300 wird die Nuklearaufsichtsbehörde Kanadas (CNSC) mit den entsprechenden Behörden in den USA (Nuclear Regulatory Commission, NRC), in Grossbritannien (Office for Nuclear Regulation, ONR) und in Polen (Państwowa Agencja Atomistyki, PAA) zusammenarbeiten. Dies soll eine effizientere und zeitsparendere Prüfung der Reaktorauslegung ermöglichen und einer verbesserten Sicherheit dienen. Ohne einen konkreten Anbieter zu nennen, hat auch Japan im Januar 2023 sein grundlegendes Interesse an AMR und SMR bekundet und will bei deren Entwicklung und Bau verstärkt mit den USA zusammenarbeiten.

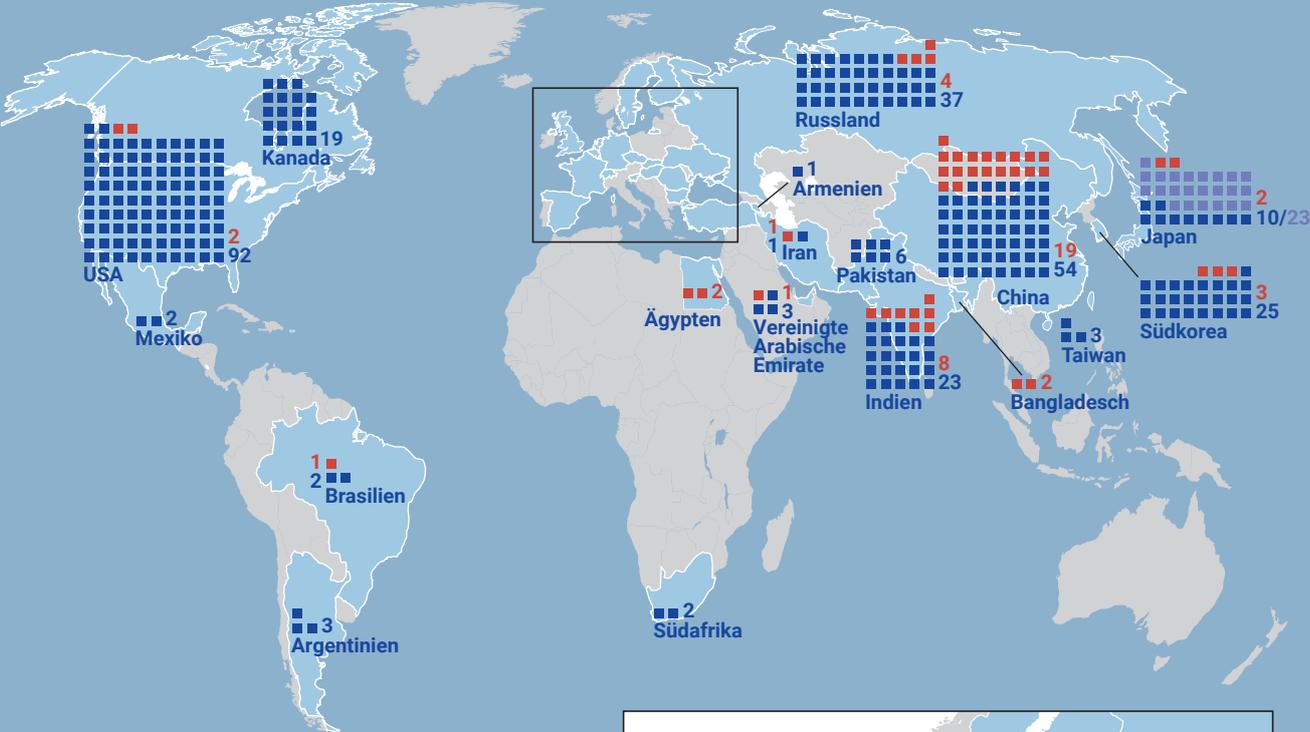
Bereits im Dezember 2021 hatte sich der kanadische Energieversorger Ontario Power Generation (OPG) in ei-

nem Auswahlverfahren für den BWRX-300 entschieden. Im Oktober 2022 reichte OPG bei der CNSC einen Antrag auf Baugenehmigung für den SMR ein. Dieser soll bis Ende 2028 neben dem bestehenden Kernkraftwerk Darlington gebaut werden und 2029 in Betrieb gehen. In den USA hat die Tennessee Valley Authority (TVA) den SMR für einen möglichen Einsatz ausgewählt und wird den Bauantrag für den Clinch-River-Standort voraussichtlich 2023 einreichen. In Estland hat das private Kernenergieunternehmen Fermi Energia den SMR ausgewählt und möchte ihn 2031 in Betrieb haben. Am 1. Februar 2023 kommunizierte in Polen das staatliche Unternehmen PKN Orlen, dass es im April 2023 25 Standorte bekanntgeben wird, an denen voraussichtlich 79 BWRX-300 gebaut werden. Bis 2038 sollen alle Einheiten in Polen betriebsbereit sein.



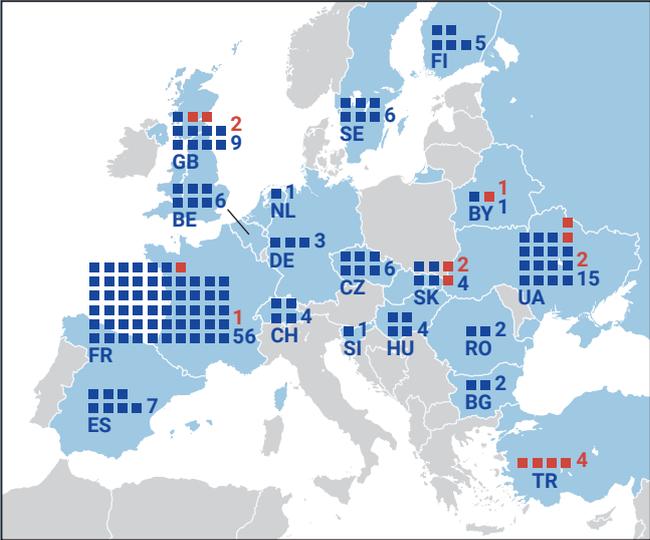
Der SMR-160 des amerikanischen Reaktorentwicklers Holtec basiert auf Druckwassertechnologie. Holtec beabsichtigt, seinen SMR auch in Grossbritannien einzusetzen und hat zusammen mit fünf weiteren Unternehmen Ende 2022/Anfang 2023 einen Antrag auf Teilnahme am Verfahren zur Vorlizenzierung der Reaktorauslegung gestellt. (Foto: Holtec)

Kernkraftwerke der Welt



Stand: 31.12.2022

- Kernkraftwerke in Betrieb: 438
- davon im Betriebsstillstand: 23
- Gesamtleistung: ca. 393'600 MW
- Kernkraftwerke in Bau: 57
- Gesamtleistung: ca. 59'000 MW



© 2023 Nuklearforum Schweiz



Holtec (SMR: SMR-160)

Holtec entwickelt den SMR-160, einen Druckwasser-SMR mit einer elektrischen Leistung von 160 MW. Wie der BWRX-300 verwendet auch der SMR-160 Kernbrennstoff, der jenem von grossen Leistungsreaktoren sehr ähnlich ist (ca. 4% Anreicherung mit Uran-235). Holtec will mit dem SMR-160 zuverlässige und erschwingliche Elektrizität und Wärme für britische Haushalte, Unternehmen und Industriekunden bereitstellen. Nebst Stromproduktion ist mit dem SMR somit auch die Erzeugung von Prozesswärme für industrielle Anwendungen, die Fernwärmeversorgung und die Wasserstoffproduktion möglich. Der SMR könnte auch eine Variante des «Green Boilers» von Holtec mit Energie versorgen. Dies ist ein klimafreundlicher Flüssigsalz-wärmespeicher mit integriertem Dampferzeuger. Mit dem Speicher können Prozessdampf abgegeben und Strom produziert werden, wenn man diese gerade benötigt.

Der SMR-160 ist inhärent sicher ausgelegt und verfügt über widerstandsfähige, vollständig passive Sicherheitssysteme und einen Primärkreislauf mit Naturumlauf. Somit sind keine Bedieneingriffe erforderlich, um Auslegungsstörfälle (Unfälle, Sabotage oder versehentliche menschliche Handlungen) zu bewältigen und die Nachzerfallswärme sicher abzuführen. Laut Holtec ist die SMR-Anlage – im Vergleich zu konventionellen Anlagen – stark vereinfacht, um Fertigung, Konstruktion und Instandhaltung einfach zu halten.

Mit dem Bau des ersten SMR-160 in Grossbritannien will Holtec bereits 2028 beginnen und beabsichtigt bis 2050 eine Serienproduktion von 32 SMR, die eine Leistung von insgesamt 5,1 GW haben werden. Das Unternehmen hat drei potenzielle Standorte für die ersten SMR-160 in Grossbritannien identifiziert: Trawsfynydd in Wales sowie Heysham und Oldbury in England, die alle bereits Kernkraftwerksstandorte sind. In Kanada hat die SMR-160-Auslegung die erste Phase der dreistufigen Vorlizenzierungsprüfung durch die CNSC abgeschlossen. In den USA laufen Vorlizenzierungsaktivitäten mit der NRC. Holtec strebt dort für 2025 den Erhalt einer Baugenehmigung an und prüft als möglichen SMR-Standort Oyster Creek im Bundesstaat New Jersey – dort baut Holtec einen Siedewasserreaktor

zurück. Gebaut werden soll der SMR-160 unter anderem in einer neuen Giga-Factory sowie am bestehenden Standort Camden.

Holtec sieht die vollständig passiven Sicherheitsmerkmale des SMR-160, die langjährigen Erfahrungen des Unternehmens als Lieferant für Waren und Dienstleistungen für das britische Druckwasserreaktor-Programm sowie das Mitwirken bekannter Allianzpartner als Vorteile hinsichtlich eines GDA-Prozesses. Holtec arbeitet beispielsweise auch mit der südkoreanischen Hyundai Engineering & Construction (Hyundai E&C) zusammen, um die Fertigstellung der Auslegung des SMR-160-Kraftwerks zu beschleunigen. Da die Anpassungen der Standardauslegung für Grossbritannien gering ausfallen, erhofft sich Holtec eine beschleunigte Lizenzierung anhand der Erkenntnisse in den USA und Kanada.

Cavendish Nuclear/X-energy (AMR: Xe-100)

Der Xe-100 ist ein gasgekühlter Hochtemperaturreaktor der Generation IV, der vom amerikanischen Kernreaktor- und Brennstoffentwickler X-energy entwickelt wird. Die erste AMR-Anlage will X-energy bereits 2027 in den USA errichten. Um den fortgeschrittenen, modularen Reaktor auch auf dem britischen Markt einzuführen, unterzeichneten X-energy und das britische Unternehmen Cavendish Nuclear Mitte 2022 eine Absichtserklärung zur Zusammenarbeit.

Ein auf dem Xe-100 basierendes Kraftwerk ist skalierbar: Jeder Reaktor ist für den Betrieb als einzelne Einheit ausgelegt und kann bis zu 80 MW Strom aus 200 MW thermischer Leistung erzeugen. Vier Einheiten lassen sich zu einem Kraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 320 MW zusammenfassen. Neben Strom kann eine Anlage auch Hochtemperaturdampf zur Verfügung stellen, der eine Temperatur von 565 °C hat. Durch die effiziente Kombination von Hochtemperaturdampf- und Stromerzeugung kann der Xe-100 die Dekarbonisierung der Schwerindustrie, einschliesslich Ölsandbetriebe, Bergbauanwendungen und andere industrielle Prozesse, unterstützen.

Der Xe-100 basiert auf der Technologie gasgekühlter Hochtemperaturreaktoren, die schon seit über 20 Jahren in Versuchsreaktoren erprobt wurde und zu der es

seit Ende 2021 mit dem HTR-PM in China ein Demonstrationskraftwerk gibt. Der Xe-100 soll mit firmeneigenem Triso-X-Brennstoff betrieben werden, der störfalltolerant ist.

Der Xe-100 wurde auch für das Darlington New Nuclear Project von OPG geprüft, ist jedoch gegen den BWRX-300 unterlegen. Nichtsdestotrotz unterzeichneten OPG und X-energy im Juli 2022 eine Rahmenvereinbarung, um Möglichkeiten für industrielle Anwendungen des Xe-100 in Kanada zu erkunden. Um die Kommerzialisierung seiner Technologien weiter voranzutreiben, kündigte X-energy Ende 2022 an, dass es an die Börse will.

GMET Nuclear (AMR: NuCell)

Viel ist bisher über den NuCell von GMET Nuclear nicht bekannt. Der bleigekühlte modulare, fortgeschrittene Reaktor ist im Gegensatz zu den anderen hier aufgeführten SMR und AMR auch nicht im Advanced Reactors Information System (ARIS) der IAEA aufgeführt. Die in Grossbritannien ansässige TSP Engineering entwickelt NuCell und soll ihn bereits 2027 – nach Abschluss des GDA-Verfahrens – in der firmeneigenen Fertigungsanlage in Workington, Cumbria, herstellen. TSP Engineering gehört zur GMET Engineering Group.

Newcleo (AMR: LFR-AS-30 und LFR-AS-200)

Das in Grossbritannien ansässige Start-up Newcleo und die italienische Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Enea) arbeiten bei der Entwicklung eines kleinen, bleigekühlten

Schnellen Rektors vom Schwimmbad-Typ zusammen. Der Reaktor der Generation IV wurde ursprünglich von der Hydromine Nuclear Energy S.à.r.l. in Luxemburg entwickelt. Der Brennstoff ist ein Uran-Plutonium-Mischoxid (MOX) aus dem Recycling ausgedienter Brennstoffe; später sollen auch weitere Bestandteile radioaktiver Abfälle wiederverwertet werden können. In Grossbritannien will Newcleo zuerst bis 2030 einen 30-MW_e-Prototypen (LFR-AS-30) auf den Markt bringen, gefolgt von einer ersten Serie von vier bis sechs 200-MW_e-Reaktoren (LFR-AS-200), die Anfang der 2030er-Jahre in Betrieb gehen sollen.

UK Atomic (AMR: Waste Burner)

Das Mutterhaus von UK Atomic, der dänische Reaktorentwickler Copenhagen Atomic, entwickelt den Waste Burner, einen Flüssigsalzreaktor der Generation IV, den man in Serienfertigung herstellen will. Er soll Thorium sowie Bestandteile von ausgedienten Brennelementen als Startbrennstoff nutzen. Ein nichtnuklearer Prototyp dient für Tests. Bis 2025 will man einen 1-MW-Demonstrationsreaktor in Betrieb haben. Der finale Copenhagen Atomic Waste Burner wird dereinst eine thermische Leistung von 100 MW haben und soll 2028 ausserhalb Dänemarks in Betrieb gehen. Unlängst gab Copenhagen Atomic bekannt, dass in einer neuen Finanzierungsrunde EUR 20 Mio. für die Weiterentwicklung des Reaktors aufgebracht wurden. (B.G. nach BEIS/DESNZ und ONR sowie zahlreichen Medienmitteilungen der Reaktorentwickler und Energieversorger)

Das Generic Design Assessment (GDA) in Grossbritannien

Beim Generic Design Assessment (GDA) handelt es sich um eine Vorlizenzierung, die seit Mai 2021 auch fortgeschrittenen Nukleartechnologien offensteht. Interessenten müssen zuerst einen Antrag auf Zulassung zum Verfahren stellen. Die zuständige Behörde DESNZ prüft daraufhin, ob die betreffende Reaktorauslegung überhaupt für die Teilnahme am GDA geeignet ist.

Kann eine Auslegung am GDA-Verfahren teilnehmen, prüfen die britischen Aufsichtsbehörden während rund vier Jahren die grundsätzliche Zulassungsfähigkeit der standortunabhängigen Anlagenauslegung des betreffenden Kernreaktors. Das heisst, ob die vorgeschlagene Technologie zukünftig in Grossbritannien gebaut, betrieben und stillgelegt werden kann und in der Lage ist, die gesetzlichen Vorschriften Grossbritanniens zu erfüllen. Dabei prüfen und bewerten die Nuklearaufsichtsbehörden Office for Nuclear Regulation (ONR), Environment Agency (EA) und Natural Resources Wales (NRW) Sicherheits-, Sicherungs- und Umweltschutzaspekte der Kernkraftwerksauslegung. Das Verfahren ist in drei Stufen unterteilt: Initiierung des Verfahrens (Schritt 1),

grundlegende Bewertung (Schritt 2) und detaillierte Bewertung (Schritt 3). Am Ende eines erfolgreich abgeschlossenen Verfahrens erteilt das ONR eine Design Acceptance Confirmation (DAC) und die EA ein Statement of Design Acceptability (SoDA).

Das GDA-Verfahren, das bereits lange vor einem Baustart lanciert werden kann, ist laut DESNZ freiwillig. Man gehe aber davon aus, dass viele Reaktorhersteller es nutzen wollen. Sie könnten damit die Ungewissheit und das Projektrisiko verringern, was sich von technischer Seite positiv auf künftige Lizenzierungs-, Genehmigungs-, Bau- und Regulierungsaktivitäten für den betreffenden Reaktor auswirke. Mögliche Probleme bei einer neuen Kernkraftwerksauslegung könnten damit frühzeitig erkannt werden und der Antragsteller könne diese zu lösen versuchen. Obligatorisch sind hingegen die standortabhängigen, obligatorischen Prüfungen, die es für den Bau eines Kernkraftwerks in Grossbritannien braucht: eine sogenannte Development Consent Order (DCO, eine Art Baugenehmigung) des zuständigen Ministeriums sowie eine Standortgenehmigung.

Tschechien beschleunigt Bau des geologischen Tiefenlagers, um von der EU-Taxonomie zu profitieren

Tschechien will den Zeitplan für die Entsorgung ausgedienter Brennelemente und hochaktiver Abfälle in einem geologischen Tiefenlager beschleunigen. Es soll bereits 2050 anstelle von 2065 den Betrieb aufnehmen und somit eine der Anforderungen der EU bezüglich ihrer Taxonomie erfüllen. Dies könnte dem Land bei der Finanzierung von Neubauprojekten durch private Investoren helfen. Doch wo steht Tschechien aktuell mit seinen Tiefenlager- und Kernkraftwerksplänen?

Am 6. Juli 2022 hat das Parlament der EU die Kernenergie als «Übergangstätigkeit» in die Liste der ökologisch nachhaltigen Wirtschaftstätigkeiten (sog. EU-Taxonomie) aufgenommen. Investitionen in die Kernenergie werden somit seit Januar 2023 als nachhaltig eingestuft. Im Dokument «Fragen und Antworten zum ergänzenden delegierten Rechtsakt zur EU-Klimataxonomie für bestimmte Kernenergie- und Gastätigkeiten» vom 2. Februar 2022 weist die Europäische Kommission als Begründung auf die Klimafreundlichkeit des Nuklearstroms hin und hält fest, dass «die CO₂-Emissionen von Kernkraftwerken im Verlauf ihres Lebenszyklus nicht höher bzw. sogar niedriger als die CO₂-Emissionen aus erneuerbaren Energiequellen» sind.

Andere Umweltauswirkungen der Kernenergie und ihre Vereinbarkeit mit dem Kriterium der «Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen» wurden laut diesem Dokument durch zahlreiche Sachverständige bewertet und überprüft. Ein EU-Bericht kommt zum Schluss, «dass die Einhaltung der Sicherheitsstandards und der Anforderungen an die Entsorgung radioaktiver Abfälle gemäss dem Rechtsrahmen in den EU-Mitgliedstaaten ein hohes Schutzniveau für die Umwelt und die Menschen gewährleistet».

Tschechien könnte von der Taxonomie bei Neubauprojekten profitieren

Zusammen mit Frankreich hatte sich Tschechien dafür eingesetzt, dass die Kernkraft in die EU-Taxonomie aufgenommen wird. Auch Tschechien plant neue Kernkraftwerksprojekte (siehe Seite 18) und könnte nun Gelder von privaten Investoren erhalten, die in nachhaltige Technologien investieren wollen. Damit die Kernenergie als nachhaltig gilt, müssen aber herausfordernde Anforderungen erfüllt werden: Unter anderem müsste Tsche-

chien bereits 2050 ein betriebsbereites geologisches Tiefenlager für hochaktive Abfälle haben. Solch eine starre Frist hatte der Branchenverband Nucleareurope (vormals Foratom) bereits im Vorfeld des Parlamentsentscheids als «nicht an den Bedarf ausgerichtet» kritisiert.

An seiner Sitzung vom 11. Januar 2023 fällte das tschechische Kabinett (Regierung) somit den Entscheid, den Bau des sogenannten Endlagers für ausgediente Brennelemente und hochaktive Abfälle zu beschleunigen und gab Pläne bekannt, dieses bereits 2050 anstelle von



Der tschechische Minister für Industrie und Handel, Jozef Síkela, hat im Anschluss an die Kabinettsitzung vom 11. Januar 2023 verlauten lassen, dass Tschechien den Bau seines Tiefenlagers für ausgediente Brennelemente und hochaktive Abfälle beschleunigt. Es soll bereits 2050 anstelle von 2065 in Betrieb sein. (Foto: Europäische Union)

2065 in Betrieb zu nehmen. «Um die Energieversorgungssicherheit und -autarkie durch die Erhöhung des Anteils der Kernenergie im Rahmen der Dekarbonisierung zu stärken, wird die Tschechische Republik bestrebt sein, die Kriterien der Taxonomie für den Bau eines Tiefenlagers im Jahr 2050 kontinuierlich zu erfüllen», hatte der Minister für Industrie und Handel, Jozef Sikela, in einer Erklärung im Anschluss an die Kabinettsitzung festgehalten.

Sikela liess ebenfalls verlauten, dass Tschechien die Beschleunigung nur so lange anstrebe, wie diese Bedingung der EU-Taxonomie noch Gültigkeit habe. «Wir fordern eine Überarbeitung der Frist [dass das Tiefenlager bereits 2050 in Betrieb sein muss], damit die Kriterien näher an den Bedürfnissen der Mitgliedstaaten, einschliesslich Tschechiens, liegen». Zudem hielt er fest, dass auch mehrere Mitgliedsländer wie die Niederlande, Polen und die Slowakei auf einen Aufschub der bestehenden Frist hinwirken wollen.

Gemeinden werden in Standortsuche miteinbezogen

In Tschechien ist die Entsorgungsorganisation SÚRAO für die sichere Entsorgung aller radioaktiven Abfälle verantwortlich. Wie die Schweiz will auch Tschechien seine ausgedienten Brennelemente und hochaktiven Abfälle in einem geologischen Tiefenlager entsorgen – mehrere hundert Meter tief unter der Erdoberfläche, eingeschlossen in Gesteinsschichten. In Tschechien läuft die Standortsuche für ein geologisches Tiefenlager und SÚRAO konnte bereits vier mögliche Standortgebiete im Süden des Landes identifizieren.

Damit ein Standort für ein Tiefenlager in Frage kommt, muss nicht nur eine geeignete Geologie vorliegen, sondern es müssen auch weitere Merkmale des Standorts zusammenpassen, wie beispielsweise die Verfügbarkeit von Transport- und Energieinfrastruktur. Ebenfalls muss Akzeptanz in der betroffenen Bevölkerung gegenüber einem Tiefenlager vorhanden sein. «Daher ist für SÚRAO die direkte Kommunikation mit den Bürgern vor Ort von entscheidender Bedeutung», so die Entsorgungsorganisation, die auch Gemeinden und Landkreise in das Verfahren miteinbezieht. Bisher war dieser Einbezug aber gesetzlich nicht geregelt. Das tschechische Kabinett beriet an der Sitzung

vom 11. Januar 2023 daher über einen Gesetzesentwurf, der erstmals einen rechtlichen Rahmen für die Partizipation der Gemeinden und Landkreise festlegt.

Die Gemeinden müssen dafür sorgen, dass die Interessen der Bürger gewahrt werden, erhalten dafür aber «angemessen lange Fristen zur Stellungnahme zu allen Verfahren im Zusammenhang mit der Vorbereitung, der Errichtung und dem Betrieb des Tiefenlagers». Laut der Erklärung des Ministeriums für Industrie und Handel wird diese Lösung die Transparenz des gesamten Standortauswahlprozesses für ein geologisches Tiefenlager erhöhen und geht sogar über die Forderungen der Euratom-Richtlinie aus 2011 hinaus.

Ebenfalls hat das Kabinett beschlossen, dass «beide Kammern [Senat und Abgeordnetenhaus] des Parlaments der Tschechischen Republik gemeinsam mit der Regierung über die Auswahl des endgültigen Standorts für das Tiefenlager entscheiden können». Damit SÚRAO ihre Aufgaben weiterhin bewältigen kann – unter anderem die Mehrarbeit durch die Beschleunigung des Tiefenlagerprojekts hinsichtlich EU-Taxonomie – wurde auch eine Verstärkung der personellen Ressourcen von SÚRAO genehmigt.

Wo steht die Standortsuche und gibt es in Tschechien schon Endlager?

Gemäss SÚRAO sah der ursprüngliche Zeitplan vor, bis 2025 einen Standort für das geologische Tiefenlager auszuwählen, 2050 mit dem Bau zu beginnen und dieses 2065 in Betrieb zu nehmen. Mit dem neuen Baugesetz soll das Tiefenlager aber bereits 2050 gebaut und betriebsbereit sein.

Auf ihrer Website zeigt die Entsorgungsorganisation, dass sie in den Jahren 2019 bis 2020 neun potenzielle Standorte für ein geologisches Tiefenlager in Kristallgestein evaluierte. Ein Bewertungsteam führender tschechischer Fachinstitutionen habe diese Standorte in zwei Schritten bewertet. Dies anhand von 26 Ausschlusskriterien und mit 13 Schlüsselkriterien. Die Schlüsselkriterien repräsentierten die drei Hauptbereiche der Tiefenlagerthematik, so SÚRAO – Langzeit- und Betriebssicherheit, technische Machbarkeit und die Auswirkungen des Tiefenlagers auf die Umwelt. →



Das Endlager Richard ist seit 1964 in Betrieb und liegt in einem Teil der ehemaligen Kalksteinmine Richard-II im Böhmischem Mittelgebirge im Norden des Landes. Das geologische Lager hat eine Kapazität von 10'250 Kubikmetern und dient zur Entsorgung von schwach- und mittelaktiven Abfällen aus Medizin, Industrie, Landwirtschaft und Forschung. Der Zugang erfolgt durch einen horizontalen Stollen in den Berg. Die Abfälle werden von Gesteinsschichten mit einer Dicke von bis zu 70 Meter überdeckt. (Foto: SÚRAO)

Auf Grundlage der Standortbewertungen stimmte die Regierung der Tschechischen Republik am 21. Dezember 2020 der Einengung auf vier Ortschaften für den weiteren Standortwahlprozess zu: Březový potok, Horka, Hrádek und Janoch. Sie liegen alle im Süden des Landes. An diesen vier Standorten werden nun Forschungs- und Erkundungsarbeiten durchgeführt, um den endgültigen Standort und Reservestandorte für das geologische Tiefenlager auszuwählen. Der endgültige Standort wird dann nochmals vertieft untersucht, um dessen Eignung für den Bau eines Tiefenlagers bezüglich (Langzeit-)Sicherheit nachzuweisen.

In der Tschechischen Republik sind drei Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle bereits seit Jahrzehnten erfolgreich in Betrieb: Richard (Abfälle aus Medizin, Industrie, Landwirtschaft und Forschung), Bratrství Jáchymov (Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken) und Dukovany (Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken). Sie liegen in Oberflächennähe (Dukovany) oder in geringer

Tiefe von einigen Dutzend Metern unter der Erdoberfläche. Bereits seit 1997 verschlossen ist das Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle im stillgelegten Kalksteinbruch Hostim-I. Es beherbergt Abfälle des Instituts für Forschung, Produktion und Anwendung von Radioisotopen Prag (ÚJVVVR) und des Forschungszentrums Řež.

Bestehende und neue Kernkraftwerke in Tschechien

In Tschechien gibt es zwei Kernkraftwerksstandorte: Dukovany im Südosten des Landes mit vier Einheiten des Typs WWER-440/V-213 und Temelín im Südwesten mit zwei Einheiten des Typs WWER-1000/V-320. Die sechs Blöcke produzieren jährlich rund 30 TWh Strom und tragen so rund 37% zur Stromerzeugung des Landes bei.

Am bestehenden Standort Dukovany möchte Tschechien eine neue Kernkraftwerkseinheit bauen. Im März 2022 leitete der staatliche tschechische Energieversorger ČEZ respektive seine 100%ige Tochtergesellschaft Elektrárna

Dukovany II (EDU II) dazu ein Ausschreibungsverfahren zur Auswahl eines Technologielieferanten ein. Ende November 2022 gab ČEZ bekannt, dass die französische Électricité de France (EDF, vorgeschlagener Reaktor: EPR1200), die südkoreanische Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP, APR-1400) und der amerikanische Konzern Westinghouse Electric und Bechtel (AP1000) erste Angebote unterbreitet hätten. Die endgültigen Angebote werden bis September 2023 erwartet. Der Bau der fünften Kernkraftwerkseinheit in Dukovany soll 2029 begonnen werden und 2036 abgeschlossen sein.

Tschechien möchte seine Kernkraftwerkseinheiten während mindestens 60 Jahren betreiben und investiert laut eigenen Angaben daher grosse Geldbeträge in die Modernisierung. Somit wären bei Fertigstellung des neuen Reaktors auch die bereits bestehenden vier Blöcke in

Dukovany noch in Betrieb. Ebenfalls gibt es Pläne für eine sechste Kernkraftwerkseinheit in Dukovany und zwei weitere mögliche Einheiten in Temelín.

Auch für kleine, modulare Reaktoren (SMR) interessiert sich Tschechien: ČEZ unterzeichnete im September 2019 mit NuScale und im Februar 2020 mit GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) eine Absichtserklärung über SMR. Zudem gibt es Kooperationsvereinbarungen mit EDF, Holtec, KHNP, NuScale, Rolls-Royce SMR und Westinghouse. Am 31. März 2022 teilte ČEZ mit, dass eine Fläche auf dem Gelände des Kernkraftwerks Temelín für den Bau eines SMR reserviert worden sei. (B.G. und M.A. nach tschechischem Ministerium für Industrie und Handel, Medienmitteilung, 11. Januar 2023; SÚRAO, Website zur Standortsuche und zu Endlagern; Europäische Kommission, Medienmitteilung, 30. Juni 2022)



Das Kernkraftwerk Dukovany liegt im Südosten des Landes, rund 100 Kilometer von Wien entfernt. Es besteht aus vier russischen Druckwasserreaktoren des Typs WWER-440/V-213 mit einer elektrischen Leistung von je rund 470 MW. Der staatliche tschechische Energieversorger ČEZ plant dort den Bau einer fünften Kernkraftwerkseinheit und hat dafür bereits Angebote von Reaktorherstellern erhalten.

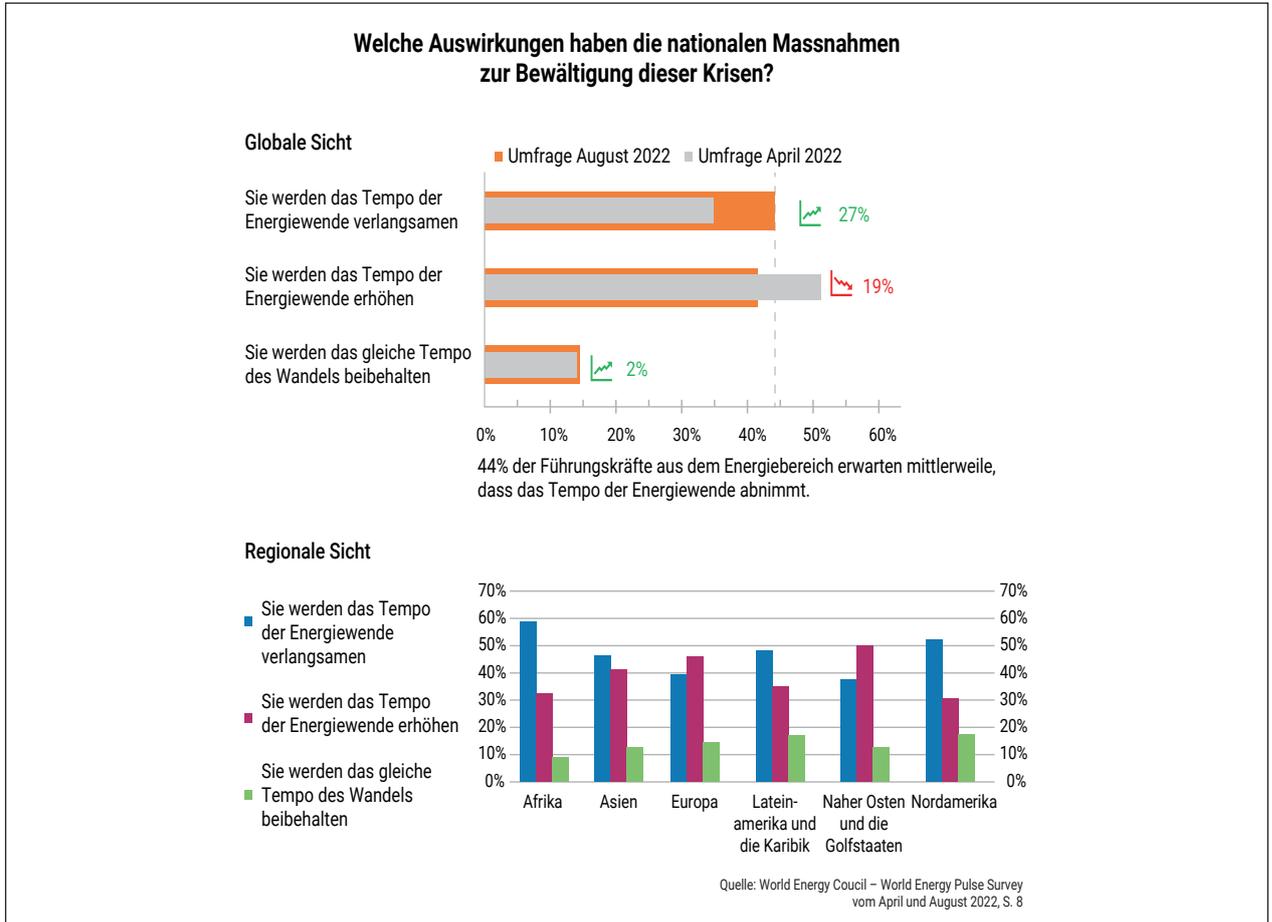
(Foto: Kernkraftwerk Dukovany)

Experten sind skeptisch: weltweite Krisen verzögern die Energiewende

Globale Erderwärmung, Covid-19-Pandemie und der Russland-Ukraine-Krieg. Die internationale Energiewelt wurde in jüngerer Vergangenheit von mehreren globalen Krisen erschüttert. Der Weltenergieat (World Energy Council) hat dazu – nach einer ersten Auflage im April – im Juli/August 2022 eine erneute Umfrage durchgeführt. Am «World Energy Pulse August 2022» nahmen fast 600 Führungskräfte aus der gesamten globalen Energiegemeinschaft teil, um die anhaltenden Auswirkungen dieser globalen Krisen auf das Tempo der Energiewende zu bewerten.

Die Umfrageergebnisse zeigen insgesamt, dass sowohl die Energieversorgungskrise in Europa als auch die globale Klimakrise weltweit im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen. Eine grosse Mehrheit der weltweit Befragten meldeten direkte und/oder indirekte Auswirkungen der europäischen Energiesicherheitskrise auf die

Energieversorgung der Länder. Ebenso befürchteten viele, dass sich die Störungen langfristig oder dauerhaft auf die Energiemärkte auswirken werden. So erwarten 58% der Befragten ein Ende der aktuellen Krisen in einem Zeitraum von 1 bis 5 Jahren. 16% glauben, dass eine Rückkehr zur Stabilität sogar mehr als fünf Jahre dauern wird.



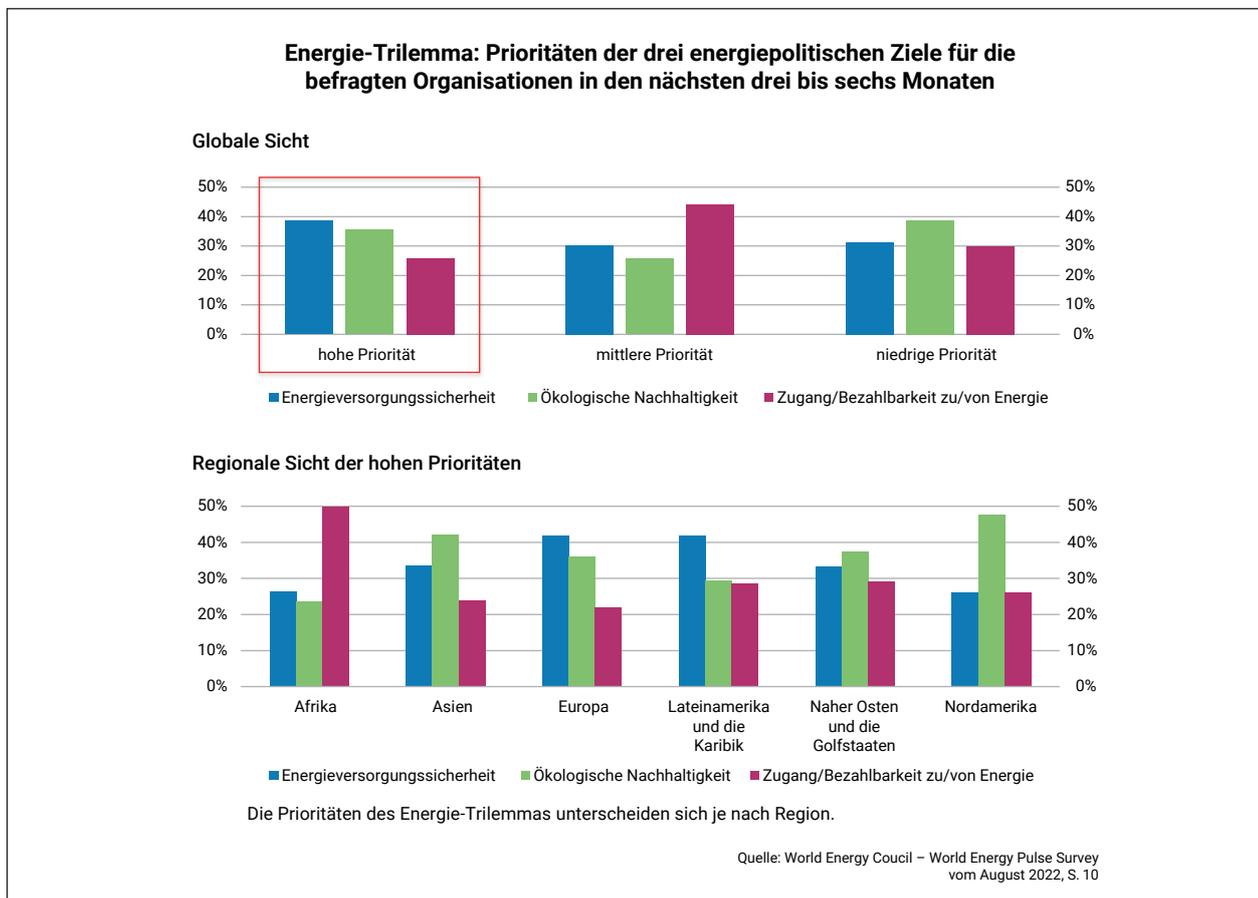
Zwischen der ersten Befragung im April und der zweiten im Juli 2022 hat auch der Optimismus hinsichtlich der Geschwindigkeit der Energiewende spürbar abgenommen. Waren im April 2022 noch mehr als 50% der Befragten der Auffassung, die Krisen könnten die Energiewende beschleunigen, waren es im Juli nur noch 42% dieser Meinung. Angesichts der aktuellen Krisen erwarten derzeit 44% eine Verlangsamung der Energiewende (April: 35%). Besonders gross ist die Skepsis in Afrika und Nordamerika, während in Europa und dem Mittleren Osten eine kleine Mehrheit an eine Beschleunigung der Energiewende glaubt.

Trend zu weniger Globalisierung im Energiebereich

Hinsichtlich der internationalen Zusammenarbeit bei der Energiewende sehen die Energieexperten einen Trend zu weniger ausgeprägten globalen Ansätzen. 43% der Be-

fragten erwarten stattdessen eine stärkere Fragmentierung. Drei Monate zuvor waren nur knapp 36% dieser Auffassung. Eine Mehrheit erwartet eine Rückbesinnung auf lokale oder regionale Massnahmen zur Bewältigung der Krisen. Fast 40% der Befragten gaben an, dass insbesondere politische Entscheidungsträger ihr Verständnis von Energiesystemen verbessern müssten, um wirksame Entscheidungen zur Bekämpfung der Krisen fällen zu können.

Insgesamt deuten die Umfrageergebnisse auf eine Rückkehr zu einem stärker ausgeglichenen Energie-Trilemma hin. Dieses Trilemma beschreibt den Konflikt zwischen den drei energiepolitischen Zielen «Energieversorgungssicherheit», «Zugang/Bezahlbarkeit» sowie «Nachhaltigkeit». Die Bedeutung der einzelnen Dimensionen unterscheidet sich jedoch je nach Region (siehe Grafik). →



Bei der weltweiten Betrachtung genießt die Sicherheit der Energieversorgung die höchste Priorität, knapp gefolgt von der Nachhaltigkeit und – mit einigem Abstand – der Verfüg- und Bezahlbarkeit. Letzteres ist in Afrika das mit Abstand wichtigste Ziel dieses Trilemmas. Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit werden dort als weitaus weniger wichtig beurteilt. Die Sicherheit der Energieversorgung steht dagegen in Europa und Südamerika an erster Stelle – vor der Nachhaltigkeit und Fragen des Zugangs und Bezahlbarkeit der Energie. Von höchster Priorität bei der Energieversorgung ist gemäss den Befragten in Asien, Nordamerika sowie dem Mittleren Osten und den Golfstaaten die Nachhaltigkeit.

«World Energy Pulse verstärkt die Notwendigkeit, die Gesellschaft in das Zentrum der Energiewende zu setzen. Der Krieg in der Ukraine und die daraus resultierende Krise der Energie- und Lebenshaltungskosten hat uns deutlich vor Augen geführt, wie schwierig es ist, Lösungen auf der Angebotsseite zu finden, ohne auch die Nachfrage zu berücksichtigen. Eine erfolgreiche Energiewende sollte nicht nur alle drei Säulen des Energie-Trilemmas berücksichtigen, sondern Lösungen einbeziehen, die den Bedürfnissen der Verbraucher gerecht werden», so Angela Wilkinson, Generalsekretärin des Weltenergieates. *(S.D. nach World Energy Pulse April 2022 und August 2022)*

Was sagt der «Stromgeneral»



Rainer Meier

Senior Advisor für
Reputation Management

Militärisches interessiert mich – trotz der aktuellen Weltlage – eher am Rand. Für meine Tätigkeit in der Krisenkommunikation erhalte ich aber oft wertvolle Impulse von den Militärs, vor allem Oren Hararis Buch «The Leadership Secrets of Colin Powell» ist immer wieder eine Quelle der Inspiration.

Colin Powell, vor zwei Jahren verstorben und seit seiner Rede zu Saddam Husseins angeblichen Massenvernichtungswaffen 2003 vor der UNO in der Kritik, hatte Anfang der 1990er-Jahre die Operation «Desert Storm» als US-General geführt. Seine Strategien bauten auf drei einfachen Prinzipien auf:

1. Setze Dir klare Ziele.
2. Setze Deine Kräfte so massiv wie möglich ein.
3. Stelle sicher, dass Du jederzeit eine Exit-Möglichkeit hast.

Mich fasziniert, wie universell diese drei Prinzipien angewendet werden können. Sie gelten für jede Art von Krise, aber auch für alle Strategien und strategischen Projekte, die gegen starke Widerstände umgesetzt werden müssen.

Ein solches Projekt ist die Energiestrategie 2050. Sie muss Widerstände und Ängste überwinden und immer wieder auf Unvorhergesehenes reagieren können. Versetzen wir also Powell mal in die Rolle des «Stromgenerals». Was würde er zur Umsetzung der ES2050 sagen?

«Setze Dir klare Ziele»

Die Ziele der Energiestrategie waren von Anfang an sehr ambitioniert. Aber waren sie auch klar? Am klarsten vielleicht ganz am Anfang: AKW abschalten, Erneuerbare ausbauen, dafür auf Importe (Stromabkommen mit der

EU) und als Backup auf Gaskraftwerke setzen. Letzteres wurde dann obsolet, weil die Komponente Klimaschutz plötzlich sehr viel stärker in den Vordergrund drängte. Schnell wurde der Antagonismus zwischen den zwei Hauptzielen, Atomausstieg und Klimaschutz, offensichtlich. AKW produzieren grosse Mengen an klimafreundlichem Strom, mit dem man fossil erzeugte Kapazitäten ersetzen kann. Das Dilemma ist durch die immer umfassendere Dekarbonisierung heute für alle offensichtlich geworden. Die Frage drängt sich auf: Macht es Sinn, zwei sich konkurrenzierende Hauptziele zu verfolgen?

«Setze Deine Kräfte so massiv wie möglich ein»

Auf den Einsatz massiver Kräfte warten wir noch immer. Zwar haben die jüngsten Entscheide des Parlaments Hoffnungen geweckt, dass es jetzt vorwärts geht mit dem Ausbau von Wind und Solar in den Alpen. Der Realist aber zweifelt. Erstens weil St. Florian eben ein guteidgenössischer Heiliger ist, zweitens weil Natur- und Landschaftsschutz in der Schweiz zurecht einen hohen Stellenwert haben. Eigentlich nur dort, wo der Widerstand gering war, bei Hausdach-Solaranlagen mit Eigenverbrauch, war der Fortschritt bisher spürbar. So erfreulich dieser Zubau sein mag, er hilft nicht über das Winterproblem hinweg. Wenn – wie an vielen Tagen in diesem Winter – Wolken und Nebel liegen, wie viel Strom liefern dann die Solaranlagen im Unterland? →

Wie der renommierte Energieexperte Georg Schwarz (siehe Beitrag Seite 31) im Januar in einer ausgezeichneten Analyse in der NZZ nachgewiesen hat, wäre es möglich, alle Ziele der Energiestrategie 2050 klimafreundlich zu erreichen, allerdings eben nur mit massiven Mitteln und dort, wo es weh tut. 700 Anlagen von der Grösse von «Gondosolar» müssten in den Alpen gebaut werden, und 5000 Windturbinen – beide Technologien haben den Vorteil, dass sie im Winter wesentlich mehr Energie liefern als die sozial viel besser akzeptierten Hausdach-Solaranlagen. Macht es Sinn, exklusiv auf eine Lösung zu setzen, die zwar beliebt ist – aber nicht ausreicht?

Es gibt weitere kritische Entwicklungen. Die Preise für Solaranlagen steigen, es gibt Lieferprobleme bei chinesischen Panels, jüngst hatte der ehemalige ETH-Forscher Walter Rüegg in der NZZ aufgezeigt, welche Umweltimmissionen der massive Ausbau von Solaranlagen mit sich bringt. Kommt hinzu, dass die Wasserkraft als Backbone der Schweizer Energieversorgung wegen Restwassermengen eher schwächelt. Und jetzt schlägt auch der Netzbetreiber Swissgrid Alarm. Wir sind viel zu langsam im Ausbau und Umbau unserer Höchstspannungsnetze. Wo Spannungserhöhungen probeweise durchgeführt wurden, regte sich sofort Widerstand.

Auch beim letzten zentralen Punkt der Energiestrategie 2050 sind wir keinen Schritt weiter als vor elf Jahren. Importe werden ab 2025 sogar sehr viel unsicherer. Zur Erinnerung: Um ein Stromabkommen mit der EU abschliessen zu können, müsste die Schweiz zwei Bedingungen erfüllen, ein Rahmenabkommen, wie es der Bundesrat abgelehnt hat, und die vollständige Strommarktöffnung. Von beidem sind wir heute Galaxien entfernt.

«Stelle sicher, dass Du jederzeit eine Exit-Möglichkeit hast»

Da haben sich also eine ganze Menge Fragezeichen angesammelt. Wäre es da nicht wichtig, einmal über das dritte Prinzip von Colin Powell zu sprechen? Haben wir denn eine Exit-Strategie? Ich habe keine Anzeichen dafür gefunden.

Die Schweizer Strombranche hat zwar gute Verbesserungsvorschläge gemacht und auch warnend eingegrif-

fen, wenn die verschiedenen politischen Lobbys in Bern anfangen, vom Weg abzukommen. Und sie versucht, mit Investitionen auch in neue Speichertechnologien Lücken zu füllen. Zudem rechnen die Energiewirtschaftler und Risikospezialisten bei den Energiekonzernen verschiedene Szenarien hoch. Was passiert, wenn der Ausbau in den Alpen stockt? Wenn Wasserstoff langsamer kommt und teurer wird? Wenn Importe immer unsicherer werden?

Der Fokus der Energiekonzerne liegt dabei auf der Betriebswirtschaft. Denn stellt sich ein Unternehmen im heutigen Energiemarkt falsch auf, geht es schnell einmal um das eigene Überleben, wie wir spätestens seit der aktuellen Strompreiskrise wissen. Deshalb hat jedes gut geführte Unternehmen neben seiner verfolgten Strategie auch einen «Plan B».

Volkswirtschaftlich, im Sinne einer sicheren Landesversorgung und einer prosperierenden Schweizer Wirtschaft, braucht es den Plan B auch auf nationaler Ebene. Nicht als Konkurrenz zur Energiestrategie 2050. Sondern als Alternative, dann, wenn unsere immer noch sehr optimistischen Annahmen sich nicht realisieren lassen sollten. Dann wäre es nämlich zu spät, nochmals ans Zeichenbrett zurückzukehren.

Möglichkeiten für einen Plan B haben sich ergeben. Schneller als erwartet haben sich die kleinen, modularen Reaktoren (SMR) etabliert, nukleare Anlagen von der Stange bis zur Leistung eines Beznau-Blocks. Vor Ende des Jahrzehnts sollen sie in den USA und Kanada laufen, auch Estland ist gerade eingestiegen. Schaut sich das jemand an? Gibt es dazu einen Auftrag? Nur für den Fall, dass ...? Rechnet jemand durch, welche Möglichkeiten eine nukleare Unterstützung der Erneuerbaren bieten würde? Oder rümpfen wir die Nase und überlassen das weiterhin pensionierten Ingenieuren und emeritierten Professoren?

Spreche ich mit Promotoren der Energiewende über einen Plan B, dann winken sie meist verärgert ab. «Sinnlos. Wir haben keine Zeit dafür, lass uns jetzt Plan A mit aller Energie umsetzen!» Da würde sich Colin Powell wohl im Grab umdrehen ... Selbst wenn man klare Ziele habe und diese mit massivsten Mitteln umsetzen könne, so der ehemalige US-General über militärische Operatio-

nen, blieben die Unwägbarkeiten gross. «Dinge könnten geschehen, an die wir nie gedacht haben. Es ist kein Schachspiel mit begrenzten Möglichkeiten. Wir müssen auch auf das Udenkbare vorbereitet sein.» Deshalb sei es so zentral, immer eine Exit-Strategie, einen Plan B, bereit zu haben und umsetzen zu können.

Ich hoffe also, dass es trotz Hindernissen und Widerständen gelingt, die Energiestrategie 2050 nach Plan umzusetzen. Und dass – falls doch nicht – dann jemand den Plan B aus der Tasche ziehen wird.

Rainer Meier (63) war von 2006 bis 2021 Kommunikationsleiter der Axpo. Heute ist er als Senior Advisor für Reputation Management tätig.

Die Aussagen von Gastautoren entsprechen nicht zwingend den Standpunkten des Nuklearforums Schweiz.

Schweiz

Die **Kernanlagen in der Schweiz** werden auch im Jahr 2022 gemäss den gesetzlichen Sicherheitsvorgaben betrieben. Der Schutz der Bevölkerung und des Personals vor radioaktiven Stoffen ist zu jeder Zeit gewährleistet. Zu diesem Schluss kommt das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) in einem ersten Jahresrückblick.



Die Schweizer Kernanlagen, wie hier das Kernkraftwerk Beznau, haben laut dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) die gesetzlichen Sicherheitsvorgaben auch im Jahr 2022 eingehalten. (Foto: Axp0)

Das Kernkraftwerk **Leibstadt** produziert im Betriebsjahr 2022 mit knapp 10'000 Gigawattstunden (GWh) so viel Strom wie noch nie seit der Inbetriebnahme 1984. Die Jahresproduktion entspricht rund einem Siebtel der gesamten Stromproduktion in der Schweiz.

Das Kernkraftwerk **Gösgen** erzeugt 2022 netto 7960 GWh Strom. Die Anlage lief dabei während 332 Tagen sicher und störungsfrei.

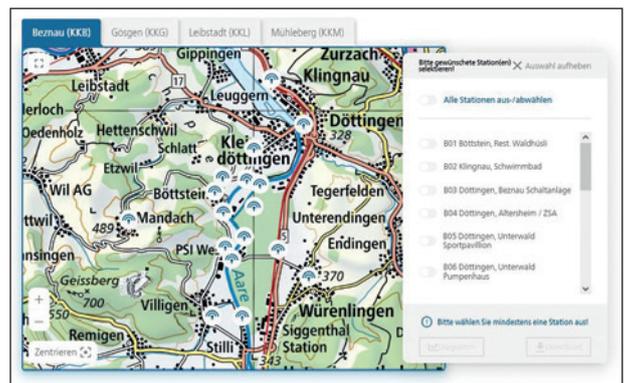
Die deutsche GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH schliesst mit der Kernkraftwerk Leibstadt AG den ersten Vertrag über Behälter der neuen **Castor-geo**-Baureihe für einen Siedewasserreaktor und komplettiert damit die Belieferung aller Kernkraftwerke in der Schweiz.

Bundesrat **Albert Rösti** geht bei den Schweizer Kernkraftwerken von Laufzeiten von 60 Jahren aus und will bei der Stromversorgung auf Technologieoffenheit setzen, wie er in seiner Rede am Schweizerischen Stromkongress erklärt.



Bundesrat Albert Rösti spricht sich am Schweizerischen Stromkongress für Technologieoffenheit aus. (Foto: Uvek)

Das Ensi gestaltet seine **Maduk-Webapplikation** neu. Das Maduk-Messnetz dient der Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung der Kernkraftwerke und des Paul Scherrer Instituts (PSI).



Besucherinnen und Besucher der Ensi-Website können auf der Maduk-Webapplikation ein Kernkraftwerk anwählen oder eine der 57 Messsonden und so die Radioaktivitätswerte in Echtzeit einsehen. (Foto: Ensi)

International

Der **französische Senat** stimmt in erster Lesung mit grosser Mehrheit einem Gesetzesentwurf für den beschleunigten Bau neuer Kernkraftwerke und den Weiterbetrieb älterer Kernkraftwerke zu. Um keine Zeit zu verlieren, sollen bürokratische Hürden abgebaut werden.



Der Anteil des Nuklearstroms am Strommix Frankreichs soll bis 2035 nicht mehr von 70 auf 50% reduziert werden. Dies schlägt ein Gesetzesentwurf u.a. vor (Archivbild). (Foto: Französischer Senat)

Die japanische **Nuclear Regulation Authority** billigt einen Gesetzesentwurf zur Verlängerung der Betriebsdauer der japanischen Kernkraftwerke über 60 Jahre hinaus.

Der Kohlestandort **Patnow** in Zentralpolen erfüllt «alle geologischen und ökologischen Voraussetzungen» für den Bau von bis zu vier Druckwasserreaktorblöcken des südkoreanischen Typs **APR-1400**.

Fermi Energia, ein privates estnisches Kernenergieunternehmen, das ein Kernkraftwerk in **Estland** plant, entscheidet sich für den **SMR BWRX-300** von GE Hitachi Nuclear Energy (GEH).

Die amerikanische **Nuclear Regulatory Commission** gibt die offizielle Zertifizierung der Auslegung des ersten kleinen, modularen Reaktors (SMR) in den USA bekannt. Es handelt sich um den SMR von NuScale, von dem bis zu zwölf Stück ein **VOYGR**-Kraftwerk bilden.

Am 20. Januar 2023 beginnt der russische Staatskonzern **Rosatom** mit dem Bau einer neuen **Anlage zur Herstellung medizinischer Isotopenprodukte**. Sie wird über 21 Produktionslinien verfügen, die 2025 den Betrieb aufnehmen sollen.



Zeremonie zum ersten Spatenstich für die neue Anlage zur Herstellung medizinischer Radioisotope in Russland. (Foto: Rosatom)

Die **Ukraine** will ihren Energiebereich auf westliche Technologie ausrichten und insgesamt neun Westinghouse-Reaktoren des Typs **AP1000** bauen – die ersten beiden davon am Standort Chmelnyzki.



Computergenerierte Darstellung einer der beiden geplanten AP1000-Kernkraftwerkseinheiten von Westinghouse am Standort Chmelnyzki in der Ukraine. (Foto: NNEGC Energoatom)

Die Korea Electric Power Corporation (Kepco) unterbreitet der **Türkei** einen Vorschlag für den Bau von vier **APR-1400**-Reaktoren an einem ungenannten Standort im Norden des Landes. →

FSUE Atomflot und die Werft Baltiski Sawod unterzeichnen einen Vertrag über den Bau von zwei weiteren nuklear angetriebenen **Eisbrechern** der LK-60-Klasse.



Die russische Schiffswerft Baltiski Sawod wird zwei weitere atombetriebene Eisbrecher des sogenannten Projekts 22220, die für ihre RITM-200-Zwillingsreaktoren bekannt sind, bauen. Derzeit sind drei solche Schiffe bereits im Dienst (im Bild: Arktika), und zwei in Bau. (Foto: Atomflot)

Die französische Entsorgungsorganisation **Andra** reicht den Baugenehmigungsantrag für das geologische Tiefenlager **Cigéo** ein. Diese Anlage kann frühestens 2027 gebaut werden und dient der Entsorgung langlebiger hochaktiver und mittelaktiver Abfälle.



Das geologische Tiefenlager Cigéo besteht aus Anlagen an der Erdoberfläche und unter dem Erdboden. Die fotorealistische Darstellung zeigt eine der Oberflächenanlagen, in der die Abfälle angeliefert, zur Endlagerung vorbereitet und in die Tiefe transportiert werden. (Foto: Andra)

Die belgische Regierung kann sich mit der französischen Energieversorgerin Engie in den Grundsätzen über eine Laufzeitverlängerung von zehn Jahren für die beiden Kernkraftwerkseinheiten **Doel-4 und Tihange-3** einigen.

Der staatlich französische Energieversorger **Électricité de France (EDF)** und **Respect Energy**, ein polnischer Händler für erneuerbare Energien, wollen gemeinsam die Entwicklung von Kernkraftwerksprojekten in **Polen** vorantreiben, die auf der SMR-Technologie von **Nuward** basieren.



Fotorealistische Darstellung eines Nuward-Kraftwerks, wie es die EDF zusammen mit Respect Energy in Polen bauen möchte. (Foto: EDF)

Am **Experiment Advanced Superconducting Tokamak (EAST)** wird ein neuer Modus für einen verbesserten Plasmaeinschluss entdeckt und demonstriert. Dies gibt das chinesische Hefei Institute of Physical Science der Chinese Academy of Sciences (CAS) bekannt.



Der Experiment Advanced Superconducting Tokamak (EAST) bei dem die chinesischen Forscher einen neuen Modus für einen verbesserten Plasmaeinschluss entdeckt haben. (Foto: Institute of Plasma Physics)

In der Slowakei synchronisiert die Betreiberin **Slovenské elektrárne** die Kernkraftwerkseinheit **Mochovce-3** erstmals mit dem Stromnetz.

Die China General Nuclear Power Group Co. (CGN) synchronisiert die Kernkraftwerkseinheit **Fangchenggang-3** erstmals erfolgreich mit dem Stromnetz. Die erste Hualong-One-Einheit im Westen Chinas wird in der ersten Hälfte des Jahres 2023 den kommerziellen Betrieb aufnehmen.



Am 10. Januar 2023 wird die Hualong-One-Einheit Fangchenggang-3 erstmals mit dem Stromnetz synchronisiert. (Foto: CGN)

Am 31. Januar 2023 wird die belgische Kernkraftwerkseinheit **Tihange-2** endgültig abgeschaltet. Es ist die zweite Kernkraftwerkseinheit Belgiens, die im Rahmen des Atomausstiegs des Landes nach 40 Betriebsjahren stillgelegt werden muss.

Schwedens Regierung möchte mit einer Gesetzesänderung den Weg frei machen für mehr und neue Kernkraftwerke. Das neue Gesetz würde den Bau neuer Reaktoren an weiteren Standorten in ganz **Schweden** ermöglichen und soll im März 2024 in Kraft treten.

Japans Premierminister **Fumio Kishida** stellt den Entwurf einer grundlegenden Energiepolitik für die grüne Transformation des Landes vor. Japan will damit eine klimaneutrale Zukunft mit einer stabilen Energieversorgung und bezahlbaren Energiepreisen sicherstellen. Die Kernenergie soll maximal genutzt werden – mit Laufzeitverlängerungen und Neubauten.

Die walisische Regierung will die Versorgung von **Wales und Grossbritannien** mit medizinischen Radioisotopen sichern und plant, «eine weltweit führende Einrichtung für Nuklearmedizin» genannt **Arthur** zu schaffen.



Vaughan Gething, walisischer Wirtschaftsminister: «Wir müssen eine künftige Gesundheits- und Wirtschaftskrise verhindern. Deshalb habe ich Mittel für eine technische Machbarkeitsstudie und für die Entwicklung eines Geschäftsrahmenplans [für das Projekt Arthur] genehmigt.» (Foto: Welsh Labour)

Der deutsche Bundesverkehrsminister **Volker Wissing** (FDP) schlägt vor, dass eine unabhängige Expertenkommission über eine weitere Laufzeitverlängerung für die letzten drei Kernkraftwerkseinheiten Deutschlands entscheiden soll.



Der deutsche Verkehrsminister facht die Debatte über die Laufzeitverlängerung der verbliebenen drei deutschen Kernkraftwerkseinheiten wieder an. (Foto: Website Volker Wissing)

Das deutsche Bundeskabinett beschliesst die sogenannte «Zukunftsstrategie Forschung und Innovation». Damit werden die Schwerpunkte in der Forschungs- und Innovationspolitik **Deutschlands** dargelegt. Darin enthalten ist weiterhin die **Fusionsenergie**. →

Südkoreas grösster Schiffbauer, Samsung Heavy Industries, stellt die Auslegung für ein schwimmendes Kernkraftwerk, die **Compact Molten Salt Reactor Power Barge** (CMSR Power Barge) von Seaborg, fertig und erfüllt somit die erste Stufe des mehrstufigen Verfahrens zur Qualifizierung neuer Technologien des American Bureau of Shipping.



Computergenerierte Darstellung des schwimmenden Kernkraftwerks CMSR Power Barge von Seaborg. (Foto: Seaborg)

Die in Russland hergestellte **Poloidalfeldspule Nr. 1** hat das Baugelände des Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktors (Iter) im südfranzösischen Cadarache erreicht. Sie ist der kleinste der sechs ringförmigen Magneten, die den Iter-Tokamak umgeben, und die einzige, die nicht aus Europa stammt.



Von allen Komponenten und Systemen, die Russland zu Iter beisteuert, ist die Poloidalfeldspule Nr. 1 eine der komplexesten. (Foto: Iter Organization)

Das britische Unternehmen **Tokamak Energy** baut laut eigenen Aussagen das weltweit erste Set von hochtemperatursupraleitenden (HTS) Magneten, die für Tests in Fusionsreaktoren eingesetzt werden können.



Die Mitarbeitenden von Tokamak Energy freuen sich über die Fertigstellung des weltweit ersten Sets von hochtemperatursupraleitenden Magneten für Fusionsreaktoren. (Foto: Tokamak Energy)

Die Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS) erteilt die Baugenehmigung für den Forschungsreaktor **Pallas** in Petten (Niederlande). Er wird den seit gut 60 Jahren in Betrieb stehenden Hochflussreaktor (HFR) ersetzen und die Herstellung medizinischer Isotope weiterführen.

Forschende des französischen Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) setzen **Myonen** – kosmische Teilchen – ein, um aus der Ferne und nicht-invasiv ein 3D-Bild des G2-Reaktors in Marcoule zu erstellen, der gegenwärtig stillgelegt wird. (M.A.)

Ausführliche Berichterstattung zu den hier aufgeführten Nachrichten sowie weitere Meldungen zu aktuellen Themen der nationalen und internationalen Kernenergiebranche und -politik finden Sie unter www.nuklearforum.ch.

Eine Energiewende ohne schmerzhaftes Opfer ist nicht zu haben



Georg Schwarz

Selbstständiger Berater

In seiner Energiestrategie geht der Bund davon aus, dass die Klimaneutralität bis 2050 ausschliesslich mit erneuerbarer Energie und zu moderaten Kosten erreicht werden kann. Die Überprüfung zeigt: Das Ziel ist grundsätzlich erreichbar, es müssen dafür aber gewichtige Abstriche beim Landschaftsschutz in Kauf genommen werden.

In den technischen Berichten der Energieperspektiven 2050+ legt der Bund anhand von verschiedenen Szenarien dar, wie die Energiestrategie konkret umgesetzt werden soll. Gemäss dem Basisszenario wird der Stromverbrauch trotz einer Bevölkerungszunahme um 14% und fast vollständiger Elektrifizierung des Energiesystems bis 2050 um lediglich 29% ansteigen. Der Bund geht weiter davon aus, dass dieser Mehrbedarf sowie der Zusatzbedarf wegen dem Wegfall der Kernenergie weitgehend mit Gebäudefotovoltaik, sowie mit etwas Windenergie und Geothermie gedeckt werden kann. Der bei einem solchen Produktionsmix im Winter fehlende Strom wird, so die Annahme, von der europäischen Windkraft geliefert. Zudem sollen grosse Importe von Biogas und Wasserstoff helfen, allfällige Versorgungsengpässe zu überbrücken.

Diese Schlussfolgerungen sind umstritten und werden auch von wissenschaftlicher Seite kritisiert. Der Hauptvorwurf lautet, dass der notwendige Umbau des Energiesystems von den Behörden zu optimistisch dargestellt und die damit verbundenen Kosten unterschätzt werden.

Und tatsächlich können die Schlussfolgerungen der Energiestrategie mithilfe der dazu publizierten Berichte nicht nachvollzogen werden. Selbst der 461 Seiten starke technische Bericht zu den Energieperspektiven

2050+ enthält eine Vielzahl von nicht nachvollziehbaren Annahmen zur zukünftigen Entwicklung von Nutzungsverhalten, Technologieeinsatz und Energieeffizienz und Verweise auf interne Modelle der Berichtsautoren, welche eine Überprüfung praktisch unmöglich machen. →

Georg Schwarz studierte an der ETH Zürich Geophysik und promovierte zum Thema Aeroradiometrie. Nach Tätigkeiten bei der ETH Zürich und als selbstständiger Softwarespezialist trat Georg Schwarz 1994 in die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) – die Vorgängerorganisation des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (Ensi) – ein und war dort in verschiedenen Positionen tätig. Im Jahr 2009 übernahm Georg Schwarz die Leitung der Abteilung Kernkraftwerke des Ensi und war zudem bis Ende 2021 dessen stellvertretender Direktor. Seither ist der gebürtige Bündner als selbstständiger Berater tätig und äussert sich auf seinem Blog georgschwarz.ch zur aktuellen Energie- und Klimadiskussion.

Ich wollte es trotzdem genauer wissen und habe in meinem Blog (www.georgschwarz.ch/energiewende) die Szenarien der Energieperspektiven 2050+ mit einem vereinfachten Ansatz zu plausibilisierten versucht. Um das Resultat vorwegzunehmen: Das Klimaziel ist mit erneuerbaren Energien auch ohne Kernenergie erreichbar. Aber nicht so, wie es vom Bund dargestellt wird.

Das Basisszenario der Energieperspektiven 2050+ ist ein Schönwetterzenario und geht von überaus optimistischen Annahmen aus. Das vorgeschlagene Energiesystem setzt im Wesentlichen auf Gebäudefotovoltaik als Stromlieferantin. Doch leider ist Gebäudefotovoltaik aus technischer Sicht mit Abstand die schlechteste Lösung. Der Strom fällt vor allem dann an, wenn wir ihn nicht brauchen: 74% wird im Sommer produziert, wenn der Stromverbrauch geringer ist. Im Winterhalbjahr, wenn die Wärmepumpen betrieben werden müssen, liefern Fotovoltaikanlagen auf Gebäuden jedoch lediglich 26% ihrer Jahresproduktion. Zudem ist Gebäudefotovoltaik mit durchschnittlichen Produktionskosten von 120 CHF/MWh die zweitteuerste aller erneuerbaren Stromquellen. Nur Strom aus Kleinwasserkraftwerken kostet mit 125 CHF/MWh noch etwas mehr.

Andererseits beeinträchtigen Fotovoltaikanlagen auf Gebäuden die Landschaft nicht, weshalb sie in der Bevölkerung auch weitgehend unumstritten sind. Einsprachen sind selten. Geplante Projekte lassen sich deshalb, im Unterschied zu anderen Produktionsanlagen, auch zeitnah umsetzen.

Mit der Priorisierung der Gebäudefotovoltaik beschreiten die Energieperspektiven 2050+ den Weg des geringsten Widerstandes. Die Hauptproduktion mittels Gebäudefotovoltaik hat jedoch zur Folge, dass im Winter ein Versorgungsengpass entsteht. Die Schweiz wird deshalb künftig für die Deckung ihres Winterbedarfes in weit höherem Masse auf Importe angewiesen sein als heute. So geht das Szenario ZERO Basis (KKW50) der Energieperspektiven 2050+ im Winterhalbjahr 2034 von Nettoimporten von 15,6 TWh aus. Dies entspricht einer Verdreifachung gegenüber heute.

Generell wird dem Aspekt der Versorgungssicherheit in der Energiestrategie nur eine geringe Bedeutung zuge-

messend. Wie die aktuelle Krise zeigt, sind die benötigten Importe jedoch keinesfalls gesichert, falls die Energie in Europa einmal knapp werden sollte.

Anders als es die Energieperspektiven 2050+ nahelegen, gibt es durchaus Alternativen zur Gebäudefotovoltaik, welche das Ziel Netto-Null auch ohne Kernenergie erreichen lassen: Windturbinen und alpinen Solaranlagen liefern 66% resp. 55% ihrer Jahresstromproduktion im Winterhalbjahr, wenn der Strom gebraucht wird. Mit 88 CHF/MWh resp. 103 CHF/MWh sind sie zudem auch deutlich kostengünstiger. Leider haben Wind- und alpine Solaranlagen auch gewichtige Nachteile: Für die sichere Stromversorgung der Schweiz braucht es 5000 Windturbinen und 70 km² Solaranlagen in den Alpen. Dies ist ein massiver Eingriff in das Landschaftsbild der Schweiz. Dieser Ausbau wird deshalb auf heftigen Widerstand stossen.

Doch ohne umstrittene Produktionsanlagen ist die Energiewende nicht machbar. Meine Berechnungen zeigen, dass die einzige unumstrittene Produktionstechnologie, die Gebäudefotovoltaik für eine sichere Stromversorgung nicht ausreicht. Im Winter müssen zwingend auch umstrittene Produktionsanlagen wie Wind- und alpine Solaranlagen miteinbezogen werden.

Erschwerend kommt hinzu, dass für den Bau von Windturbinen und alpinen Solaranlagen hohe gesetzliche Hürden bestehen. Aufgrund der bestehenden Einsprachemöglichkeiten werden neue Windenergieprojekte stark verzögert oder gar verhindert. Die Erstellung von Fotovoltaikanlagen auf Freiflächen ausserhalb von Bauzonen ist heute sogar grundsätzlich verboten.

Das Parlament hat erkannt, dass die aktuellen gesetzlichen Hindernisse gegen grosse Wind- und Solaranlagen abgebaut werden müssen, damit sie im benötigten Massstab auch realisiert werden können. Die damit verbundene politische Debatte wird endlich die Fragen diskutieren müssen, welche in der Energiestrategie des Bundes bisher tunlichst vermieden wurden: Welche Kompromisse sind wir bereit einzugehen, um die Klimaziele zu erreichen? Sind wir bereit, bisher unberührte Berglandschaften, welche nicht zuletzt auch für den Tourismus wichtig sind, für die Versorgungssicherheit

zu opfern? Oder wollen wir am Ende vielleicht trotz allem lieber mit der Kernenergie leben?

Denn eines sollte inzwischen klar geworden sein: Ohne Kernenergie ist die Energiewende mit schmerzhaften Opfern beim Landschaftsschutz verbunden.

Die Aussagen von Gastautoren entsprechen nicht zwingend den Standpunkten des Nuklearforums Schweiz.

Merci, Tihange-2

«Haarrisse, Pech und Pannen – Das Ende von Tihange 2», titelte der «Westdeutsche Rundfunk» (WDR) am 31. Januar 2023 über einem Beitrag zur Ausserbetriebnahme des belgischen Kernkraftwerks. Darin war unter anderem zu lesen: «Neben zahlreichen Pannen, technischen Problemen, Stilllegungen wegen bröckelndem Beton oder Druckproblemen in Dampfreaktoren wurden in den Wänden der Druckbehälter Tausende Haarrisse entdeckt, so genannte Wasserstoffeinschlüsse. Das war vor gut 10 Jahren. Die Befürchtung, diese könnten platzen und eine radioaktive Wolke das Grenzgebiet bei Aachen verseuchen, war gross.»

Weiter berichtete der WDR ausgiebig über die deutsche Protestbewegung gegen das belgische KKW: Von mehreren Demonstrationen und Klagen ist die Rede, von «500'000 Unterschriften für die Abschaltung» sowie von «einer 90 Kilometer langen Menschenkette von Aachen über die Niederlande bis Tihange: Hand in Hand, mit Trommeln, Trillerpfeifen und Protestliedern». Alles in allem wirkt es im WDR-Bertrag als sei die Abschaltung nicht ein energiepolitischer Entscheid eines autonomen Staates, sondern das Resultat deutscher Proteste. Diesen Eindruck bekräftigt Britta Hasselmann, die Fraktionsvorsitzende der Grünen im Bundestag, auf Twitter:

«Eine gute Nachricht für die Menschen in Belgien und in unseren Grenzregionen. Viele haben jahrelang sorgenvoll auf Tihange 2 geguckt und auf die Risiken der Anlage und der Atomenergie. Jetzt wird Atomreaktor Tihange 2 endlich abgeschaltet. Die Stilllegung von Tihange 2 sorgt für deutlich mehr Sicherheit. Dafür haben wir uns gemeinsam mit vielen Initiativen, Verbänden und Menschen in den Grenzregionen lange stark gemacht.»

Was Menschen aus der Region zur Abschaltung sagen, haben wir ebenfalls auf Twitter erfahren – ausgerechnet auf einem WDR-Kanal. «Nun, Ich würde nicht unbedingt von Erleichterung sprechen. Es wird hier demnächst etwas ruhiger. Wir sind ja mit den Reaktoren aufgewachsen und nicht sehr besorgt», gibt ein junger Mann im Videointerview zu Protokoll. «Nein nicht erleichtert, weil die Atomkraft einfach nur durch Gaskraftwerke ersetzt wird. Damit spart man nichts, weil es aus Russland kommt. Und es verpestet die Luft», findet eine weitere Anwohnerin.

Wir wünschen uns, dass statt der radioaktiven Wolke etwas von dieser Einstellung ostwärts weht, und sagen an dieser Stelle «Merci, Tihange 2» für mehr als 270 TWh sauberen Strom. (M.R.)

Buchtipps: «Atomkraft – Das Tabu» von Martin Schlumpf

Martin Schlumpf legt mit seinem neu erschienenen Buch eine umfassende Sammlung faktenbasierter Argumente für die Kernenergie vor.

Martin Schlumpf war ursprünglich Musiker und Musikprofessor an der Zürcher Hochschule der Künste und wurde Mitte der 1980er-Jahre zum engagierten Kernenergie-Gegner. Der Umstand, dass er nach intensiver Auseinandersetzung mit Daten, Fakten und anderen Meinungen nun ein umfassendes Plädoyer für die Kernenergie und gegen die rein erneuerbare Energiewende publiziert, verleiht seinem Buch «Atomkraft – Das Tabu» zusätzlich Gewicht und Glaubwürdigkeit.

Unserer Leserschaft dürften viele der Argumente in Schlumpfs Buch bekannt sein. Die Tiefe, in der Schlumpf die einzelnen Punkte mit Daten und Fakten unterlegt, macht sein Buch jedoch auch für Kenner und alte Hasen lesenswert. Dabei deckt er mit der Zuverlässigkeit, dem Ressourcenbedarf, der Sicherheit, der Radioaktivität und der Kosten- sowie der Entsorgungsfrage sämtliche Aspekte ab, die im öffentlichen Diskurs oftmals vermeintlich gegen – in Schlumpfs Betrachtung und in seinem Vergleich mit Solar- und Windstrom jedoch klar für – den Einsatz von Kernkraftwerken sprechen. So kommt er denn auch zum Schluss, dass die Schweizer Energiewende teuer wird und «ins Nichts» führt.

Grafiken und Exkurse als Ergänzung

Die zwölf von Schlumpf verfassten Kapitel sind mit jeweils einer oder mehreren Grafiken illustriert. Die Grundlage dafür bildet seine Arbeit als Grafik-Daten-Kolumnist für das Online-Magazin «Nebenspalter». Ergänzt werden Schlumpfs Beiträge mit einem ausführlichen Vorwort des Ökonomen und Wirtschaftspublizisten Hans Rentsch sowie sechs sogenannten Vertiefungs-Exkursen, deren Autoren unserer Leserschaft zum Teil auch bekannt sind: Neben Walter Rüegg und Johannes Nöggerath vertiefen Alex Reichmuth, Simon Aegerter und Markus Saurer von Schlumpf angeschnittene Themen mit ihrer fachlichen Expertise. (M.R.)

Martin Schlumpf (2023). «Atomkraft – Das Tabu».
Edition Königstuhl
ISBN 978-3-907339-36-7



General- und Jahresversammlung des Nuklearforums

Dienstag, 16. Mai 2023, ab 16 Uhr im Casino Bern



Foto: Casino Bern

Weiterbildungskurs des Nuklearforums

«Synergien in der Kerntechnik erkennen – nutzen – erweitern»

Mittwoch, 8. November 2023 im Trafo in Baden

Nuklearforum auf Facebook

Interessante Beiträge aus der Welt der Kernenergie, Fakten und Wissen, aber auch überraschende Inhalte veröffentlichen wir auch auf Facebook. Werden Sie Fan oder abonnieren Sie unseren Informationskanal. Das Nuklearforum freut sich auf einen spannenden Dialog.

www.facebook.com/NuklearforumSchweiz

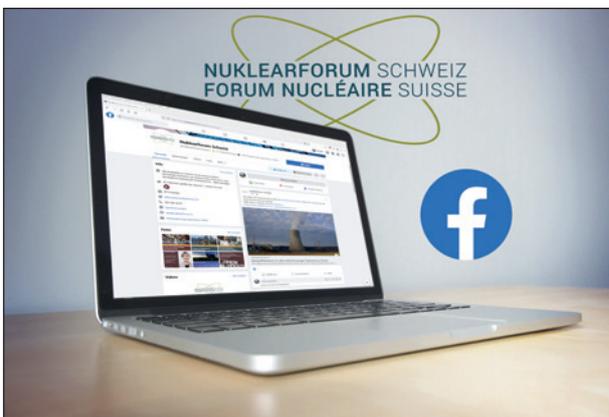


Foto: Nuklearforum Schweiz

Neue Folge des Podcasts «NucTalk»

In der 23. Episode unseres NucTalk-Podcasts ist Florian Blümm zu Gast, der Betreiber des Blogs «Tech for Future». Wir reden mit ihm über Ökomodernismus, Technologie-Offenheit und Debattenkultur. Sie finden die Folge auf

www.nuklearforum.ch/de/podcasts

Nuklearforum auf Twitter

Das Nuklearforum betreibt einen eigenen Kanal auf Twitter. Hier sind die aktuellsten Nachrichten und die neuesten Tweets zugänglich. Mithilfe der Twitterlisten steht ein direkter Zugang zur weltweit twitternden Nuklearbranche offen. In der Liste «Nuclear News» beispielsweise erscheinen alle Tweets der relevanten englischsprachigen Nachrichtenportale der nuklearen Branche. Besitzer eines eigenen Twitter-Accounts können diese mit einem Klick direkt abonnieren.

www.twitter.com/kernenergienews

15. Grundlagenseminar der SGK

Die Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute (SGK) führt ihr Grundlagenseminar zur Kernenergie in Magglingen vom 2. bis zum 5. Oktober 2023 durch. Zu den behandelten Themenblöcken Physik, Politik und Umwelt, Geschichte, Energie, Brennstoff, Sicherheit, Strahlung und Unfälle gehört auch eine Führung durch das Kernkraftwerk Gösgen.

www.kernfachleute.ch



Foto: SGK

Impressum

Redaktion:

Marie-France Aepli (M.A., Chefredaktorin); Lukas Aebi (L.A.);
Stefan Diepenbrock (S.D.); Aileen von den Driesch (A.D.);
Dr. Benedikt Galliker (B.G.); Matthias Rey (M.Re.)

Herausgeber:

Hans-Ulrich Bigler, Präsident
Lukas Aebi, Geschäftsführer

Nuklearforum Schweiz
Frohburgstrasse 20
4600 Olten

+41 31 560 36 50
info@nuklearforum.ch
www.nuklearforum.ch
www.ebulletin.ch

Das «Bulletin Nuklearforum Schweiz» ist offizielles Vereinsorgan
des Nuklearforums Schweiz und der Schweizerischen Gesellschaft
der Kernfachleute (SGK). Es erscheint vier Mal jährlich.

Copyright 2023 by Nuklearforum Schweiz ISSN 1661-1470 – Schlüsseltitle
Bulletin (Nuklearforum Schweiz) – abgekürzter Schlüsseltitle
(nach ISO Norm 4): Bulletin (Nuklearforum Schweiz).

Der Abdruck der Artikel ist bei Angabe der Quelle frei.
Belegexemplare sind erbeten.

