

Bulletin 3

September 2021

Schwerpunktthema: SMR

Seiten 4, 8 und 10



Klima und Kernenergie
[Seite 12](#)

Wir suchen Verstärkung!
[Seite 22](#)

Nukleartechnik steht
nicht still
[Seite 31](#)

Editorial	3	Medienschau	23
Deutschland schaltet die Schweiz ab!	3	Kippt die SVP das Neubauverbot?	23
Forum	4	Fenster zum E-Bulletin	26
Foratom-Taskforce zu SMR mit Schweizer Beteiligung	4	Schweiz	26
Hintergrundinformationen	8	International	27
Blick auf den aktuellen Stand der SMR-Entwicklung	8	Kolumne	31
Kanada setzt auf die SMR	10	Die zweite nukleare Ära	31
«Wenn wir die Klimakrise bekämpfen wollen, müssen wir uns der Kernkraft zuwenden»	12	Hoppla	35
Die Tschechische Republik hält an der Kernenergie fest	14	Wer ist hier der Träumer?	35
«A bright future» – oder was Schweden in der Energiepolitik besser macht(e) als Deutschland	20	Pinnwand	36
Stelleninserat	22		

Impressum

Redaktion:

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

Herausgeber:

Hans-Ulrich Bigler, Präsident
Lukas Aebi, Geschäftsführer
Nuklearforum Schweiz
Frohburgstrasse 20, 4600 Olten
Tel. +41 31 560 36 50
info@nuklearforum.ch

www.nuklearforum.ch oder www.ebulletin.ch

Das «Bulletin Nuklearforum Schweiz» ist offizielles Vereinsorgan des Nuklearforums Schweiz und der Schweizerischen Gesellschaft der Kernfachleute (SGK).
Es erscheint 4-mal jährlich.

Copyright 2021 by Nuklearforum Schweiz ISSN 1661-1470 – Schlüsseltitlel Bulletin (Nuklearforum Schweiz) – abgekürzter Schlüsseltitlel (nach ISO Norm 4): Bulletin (Nuklearforum Schweiz).

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

Titelbild: Künstlerische Darstellung des modularen Leichtwasserreaktors der NuScale.

Dr. Matthias Horvath

Vorstandsmitglied des Nuklearforums Schweiz und Präsident der Schweizerischen Gesellschaft der Kernfachleute (SGK)



Deutschland schaltet die Schweiz ab!

Nein, das ist kein Zitat von Thilo Sarrazin, dem deutschen exkommunizierten SPD-Politiker, der mit solchen Titeln immer wieder mal aneckt. Ich gebe auch zu, der Titel ist ein bisschen reisserisch... inhaltlich ist er aber nicht falsch, da Deutschland Ende diesen und nächsten Jahres seine noch laufenden Kernkraftwerke abschalten wird. Diese sechs noch verbliebenen Kraftwerkseinheiten produzieren derzeit noch über 60 TWh (Terawattstunden) Strom pro Jahr. Und hier kommt die Schweiz ins Spiel: 2019 und 2020 lag der Landesverbrauch von Strom in der Schweiz bei knapp 62 bzw. knapp 60 TWh.

In der Medienlandschaft gilt: «Bad news are good news.» Reisserisch reicht oftmals nicht aus, um Aufmerksamkeit zu erreichen. Es muss alarmistisch klingen! Denn es stellt sich die Frage, ob sich Deutschland den Verzicht von 60 TWh (immerhin über 11% der deutschen Stromproduktion) leisten kann.

Wenn man die Stromerzeugungsstatistiken Deutschlands in diesem Sommer (in dem erneuerbare Energien eigentlich im Überfluss vorhanden sind) betrachtet, z.B. bei Agora-Energiewende, fällt auf, dass Deutschland in den letzten Wochen mehrheitlich Stromimporteur war (und nicht Exporteur). Wenn nun schon im Sommer der Strom nach Deutschland importiert werden muss, wie wird es dann im Winter sein? Und was heisst das für die Schweiz?

Dieses Jahr ist in Deutschland zudem noch Wahlkampf. Eine Partei, der gute Chancen für eine Regierungsbeteiligung eingeräumt wird, will auch noch die Kohlekraftwerke bis Ende dieses Jahrzehnts vollständig abschalten und gleichzeitig die Verkehrswende einleiten. Die noch bestehende Regierung musste ausserdem in diesem Sommer eingestehen, dass die Strombedarfsprognosen für die Zukunft doch noch nach oben korrigiert werden müssen, da in Zukunft wegen E-Mobilität, Wärmepumpen und Wasserstoff für Indus-

trie und Speicherung der Strombedarf wohl doch steigen wird.

Nun ja, das passiert alles in Deutschland und müsste uns nicht beunruhigen. Muss es aber doch. Denn wenn in Deutschland die Lichter ausgehen, hat dies durch die engmaschige Vernetzung im europäischen Stromverbundnetz auch Auswirkungen auf uns, und zwar unabhängig von einem Stromabkommen mit der EU.

In diesem Kontext ist umso verwunderlicher, dass das schweizerische Bundesamt für Energie (BFE) davon ausgeht, dass der mit der Energiestrategie 2050 geplante Ausstieg aus der Kernenergie nicht allein durch neue erneuerbare Energien in der Schweiz abgedeckt werden kann, sondern wir importieren dann Strom von unseren Nachbarn. So auch aus Deutschland. Nur stellt sich die Frage: Kann Deutschland auch liefern? Oder schaltet Deutschland dann tatsächlich die Schweiz ab?



Dr. John Kickhofel

Schweizer Vertreter in der Foratom-Taskforce
«SMR-Technologien»
Geschäftsführender Partner und Gründer von Apollo+



Interview geführt vom Nuklearforum Schweiz

Foratom-Taskforce zu SMR mit Schweizer Beteiligung

Die Dachorganisation der europäischen Atomforen Foratom hat eine Taskforce zu Small Modular Reactors (SMR) ins Leben gerufen. Dr. John Kickhofel von Apollo+ vertritt darin das Nuklearforum und die Schweiz. Im Interview erklärt er, was die SMR ausmacht und welches Potenzial die Technologie hat.

Was sind die Charakteristiken von SMR? Welches sind ihre grössten Vorteile?

SMR sind in verschiedener Hinsicht ähnlich zu den grossen, uns bekannten Reaktoren der zweiten und dritten Generation. SMR nutzen die Kernspaltung, um mit einer kontrollierten Kettenreaktion Wärme zur Stromproduktion zu erzeugen. Unter dem Überbegriff Small Modular Reactors verstehen wir eine grosse Vielfalt verschiedener Technologien – von Anlagen mit einem Leichtwasserreaktor an Land bis zu mehreren Salzschmelze-reaktoren auf Schiffen und allem dazwischen. Laut der Definition der Nuclear Energy Agency der OECD sind die wichtigsten Auslegungsmerkmale von SMR eine integrale Auslegung, eine inhärente Sicherheit, ein kleineres Kerninventar, vereinfachte Herstellbarkeit und erhöhte Flexibilität. Ich möchte die Faktoren Auslegung, Herstellung und Lieferkette hervorheben: Zahlreiche SMR-Lösungen berücksichtigen die Vorteile moderner Fertigungstechnologien, die dazu dienen, die Herstellungszeiten zu verkürzen, den Transport zu erleichtern und den Bauablauf zu vereinfachen. Die Serienfertigung ist dabei eines der Schlüsselemente beim Bau der Anlagen. Sie wird es ermöglichen, von den Lean-Management-Methoden zu profitieren und die Qualitätssicherung zu optimieren. Eine Reihe wirtschaftlicher Faktoren, die auf diesem Vorgehen beruhen, haben in Verbindung mit Skaleneffekten das Potenzial, äusserst attraktive Erzeugungskosten zu erzielen.

... und möglichen Nachteile?

Den Hauptnachteil sehe ich derzeit in der Neuartigkeit der Technologie. Jedes Projekt, das zum ersten Mal

durchgeführt wird, stellt eine Herausforderung dar und bedeutet in der Regel längere Zeitpläne und grössere Investitionen als bei den Folgeprojekten. Die SMR werden nachweisen müssen, dass sie zuverlässig und wirtschaftlich sind. Die Regierungen und ihre Aufsichtsbehörden müssen in der Lage sein, die Auslegung, den Bau, die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Stilllegung von SMR entsprechend regeln zu können.

John Kickhofel ist ein schweizerisch-amerikanischer Spezialist der Nuklearindustrie mit einem Dokortitel des Labors für Kernenergiesysteme der ETH Zürich und einem Diplôme d'université in internationalem Nuklearrecht der Universität Montpellier. Dr. Kickhofel ist geschäftsführender Partner und Gründer von Apollo+, einer in Zürich ansässigen Beratungsfirma für die Nuklearindustrie, die sich aus Experten aus Aufsichtsbehörden, Kernkraftwerken und unterstützenden Organisationen zusammensetzt. Neben Mandaten für Anlagenbauer und -betreiber ist er auch als Berater der IAEA in den Bereichen Nuklearrecht, Regulierungsvorschriften und Standards für Kernkraftwerke und kleine, modulare Reaktoren tätig.

Wie ist allgemein der Stand der Entwicklungen von SMR-Technologien?

Von den zahlreichen Konzepten, die sich in der Entwicklung oder in Betrieb befinden, sind die integralen Leichtwasser-SMR am weitesten ausgereift. Einige dieser Reaktoren wurden bereits in Betrieb genommen und ans Netz angeschlossen oder befinden sich derzeit in Bau. Viele weitere Leichtwasser-SMR sollen vor 2030 fertiggestellt werden. In der Ausgabe 2020 des IAEA-Berichts «Advances in Small Modular Reactor Technology Developments» [siehe nachfolgenden Artikel] werden 25 landgestützte Leichtwasser-SMR-Technologien und viele weitere auf der Basis von schnellen Neutronen, sowie gasgekühlte Hochtemperatur- oder Salzschnmelzereaktoren und weitere Konzepte beschrieben. Der allgemeine Stand der SMR-Technologie lässt sich also nicht einfach beschreiben. Je nachdem welchen SMR man betrachtet, findet man von Papierreaktoren in der Phase von Machbarkeitsstudien bis hin zu in Betrieb stehenden Reaktoren alles.

Welche Staaten sind die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung?

Die Entwicklung kleiner, modularer Reaktoren findet weltweit statt. Auf der einen Seite stehen die traditionellen Reaktorhersteller wie Westinghouse (USA), GE-Hitachi (USA), Rosatom (Russland), CNNC (China) sowie etablierte Kernkraftnationen wie Frankreich, Kanada oder Südkorea. Auf der anderen Seite werden SMR-Konzepte von Organisationen in Ländern wie Argentinien und der Tschechischen Republik vorangetrieben. Auch in Ländern ohne bestehende Kernkraftprogramme gibt es SMR-Entwickler, zum Beispiel Seaborg Technologies in Dänemark oder Hydromine Nuclear Energy in Luxemburg.

In welchen europäischen Ländern ist die Entwicklung der Technologie oder Planung von SMR-Projekten am weitesten fortgeschritten?

In vielen europäischen Ländern machen die Akteure rasche Fortschritte bei der Einführung von SMR. Diese reichen von Rolls-Royce, das in Grossbritannien einen Druckwasserreaktor mit drei Kreisläufen entwickelt, bis zu Fermi Energia, das mit Unterstützung nordischer Partner wie Vattenfall den Einsatz von SMR in Estland untersucht. Ein riesiges Netzwerk von Universitäten, Forschungszentren, Investoren und Zulieferern ist an SMR-Projekten beteiligt. Diese Bestrebungen sind immer multinational.

Welche technischen, wirtschaftlichen, regulatorischen und politischen Rahmenbedingungen braucht es, um die Entwicklung und den Einsatz von SMR in Europa zu fördern?

Das ist eine komplexe Frage! Diese Themen sind oft eng miteinander verwoben. Vielleicht kann ich ein paar Worte zu jedem der genannten Themen sagen. Natürlich ist die technologische Herausforderung grösser oder kleiner, je nachdem, wie sehr das SMR-Konzept von dem abweicht, was wir heute bereits genau kennen, nämlich Leicht- oder Schwerwasserreaktoren der zweiten und dritten Generation. Unabhängig davon wird die Entwicklung von SMR nur mit einer grossen Anzahl talentierter Arbeitskräfte in Universitäten, Forschungszentren, bei Anbietern und Zulieferern möglich sein. Zweitens müssen die Anbieter von Kernreaktoren in der Lage sein, Investoren und die Regierungen der Standortländer davon zu überzeugen, dass die Technologie wirtschaftlich sein wird und dass es einen klaren Weg zur Serieneinführung gibt, der die Erschwinglichkeit der Technologie kontinuierlich verbessern wird. Als Nächstes müssen die nationalen Regulierungsbehörden über das notwendige Know-how und Personal verfügen, um ihre Aufgaben im Zusammenhang mit diesen neuen SMR-Technologien zu erfüllen. Das bedeutet, dass neue Genehmigungsverfahren entwickelt werden müssen und dass man verstehen muss, wie sich die verschiedenen SMR-Technologien, an deren Einsatz Versorgungsunternehmen und Privatunternehmen interessiert sind, auf die geltenden Vorschriften auswirken könnten. Schliesslich hängt die Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung von der politischen Stabilität ab. Eines der acht Grundprinzipien der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) für die Kernenergie ist die langfristige Verbindlichkeit. Somit ist eine stabile Regierungspolitik in Bezug auf die friedliche Nutzung der Kernenergie eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Einsatz von SMR.

Glauben Sie, dass SMR in Europa eine Zukunft haben?

Auf jeden Fall. Es sieht so aus, dass einige europäische Staaten in den kommenden zehn bis zwanzig Jahren in die SMR-Technologie einsteigen werden. Dies bedeutet gar eine langfristige Zukunft für diese Technologie, da diese Reaktoren, wie die heutigen Grossreaktoren, für eine Lebensdauer von vielen Jahrzehnten ausgelegt sind.

... und weltweit?

Ja, auch weltweit. Ich glaube, dass wir dank der SMR- und Mikroreaktor-Technologien in vielen Ländern der Welt eine saubere und nachhaltige Stromerzeugung

erleben werden. Insbesondere Länder mit begrenzter Netzinfrastruktur und abgelegene Gebiete mit einem Strombedarf im Megawatt-Bereich – und nicht im Gigawatt-Bereich – werden davon profitieren.

Haben SMR das Potenzial, den existierenden Park der grossen Reaktoren zu ersetzen?

Theoretisch könnten SMR die bestehenden Grossreaktorparks ersetzen, insbesondere in Ländern, in denen diese Parks klein sind, also nur aus wenigen Kernkraftwerken bestehen – haben doch einige SMR-Konzepte, wie etwa der BWRX-300 von GE Hitachi, fast die gleiche Leistung wie das Kernkraftwerk Mühleberg. Dies ist jedoch grundsätzlich nicht die Vision der Industrie für SMR. Länder mit grossen Reaktorparks werden diese beibehalten und in einigen Fällen neue grosse Reaktoren in Betrieb nehmen, während sie gleichzeitig SMR für spezifische Stromerzeugungsbedürfnisse bauen – das ist es, was wir heute in Ländern wie China, Kanada [siehe S. 10], den USA und anderswo sehen.

Foratom hat eine Task Force zu SMR-Technologien eingerichtet. Was sind die Ziele dieser Task Force?

Das Hauptziel der SMR-Taskforce von Foratom ist die Entwicklung eines Positionspapiers zur SMR-Technologie, das auch politische Empfehlungen enthalten wird. Dieses Papier wird unter anderem den politischen Entscheidungsträgern in Brüssel zugestellt werden. Foratom-Taskforces werden in der Regel für einen genau definierten Aufgabenbereich eingerichtet und haben einen begrenzten Zeitrahmen zur Verfügung. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass der Aufgabenbereich der SMR-Taskforce nach der Veröffentlichung des Positionspapiers erweitert wird, um Themen, die für die SMR-Technologie von Interesse sind, im Detail zu erforschen.

Richten sich die Aktivitäten der Taskforce an die Europäische Kommission, zum Beispiel im Zusammenhang mit der Debatte über die nachhaltige Finanzierung in der EU?

Ja, die Aktivitäten der SMR- und auch anderer Foratom-Taskforces richten sich an viele europäische Interessengruppen, darunter auch die Europäische Kommission. Die Aufnahme der Kernenergie als Ganzes in die EU-Taxonomie hängt davon ab, ob sie das DNSH-Kriterium (Do No Significant Harm) erfüllt, was nach Ansicht der von der Kommission beauftragten Experten aufgrund einer Bewertung der Kernenergie der Fall ist. Wenn die Kommission dem Rat ihrer Experten folgt, sollten daher alle Nukleartechnologien, einschliesslich SMR, als taxonomiekonform angesehen werden.

Wer ist in dieser Taskforce vertreten und wie wurden die Vertreter ausgewählt?

Die einzelnen Personen, die an der SMR-Taskforce teilnehmen, werden von den Mitgliedern Foratoms, zum Beispiel dem Nuklearforum, nominiert. Alle Foratom-Mitglieder haben die Einladung zur Nominierung von Personen erhalten. Ich wurde vom Nuklearforum nominiert, da Apollo+ in bestimmten Aspekten von SMR-bezogenen Tätigkeitsbereichen tätig ist, die mit der Lizenzierung, der Erfüllung der jeweils nationalen regulatorischen Anforderungen, der Fertigung und Abnahmen sowie der Qualitätssicherung zusammenhängen. Die SMR-Taskforce hat eine sehr breite Beteiligung unter den Foratom-Mitgliedern, was ein Hinweis auf das grosse Interesse an diesem Thema ist.

Welche Rolle haben Sie als Vertreter der Schweiz in der Taskforce?

Ich bin, wie auch andere nominierte Foratom-Taskforce-Mitglieder, damit beauftragt, im Namen des Nuklearforums den Arbeitsplan der Taskforce zu unterstützen. Dazu gehört die Erforschung von Themen wie Marktintegration, Wirtschaftlichkeit von SMR, Lizenzierung und regulatorische Aspekte. Die Taskforce hat Untergruppen, die sich auf bestimmte Themen konzentrieren und dem gesamten Teilnehmerkreis regelmässig Bericht erstatten. Obwohl Foratom eine wichtige Rolle bei der Leitung der Arbeit und der Bereitstellung der notwendigen Ressourcen spielt, haben die Mitglieder der Taskforce das letzte Wort über die Ergebnisse.

Was steuern Schweizer Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Entwicklung der SMR-Technologie bei?

Die Schweiz spielt eine wichtige Rolle in allen Bereichen des nuklearen Brennstoffkreislaufs einschliesslich der Aspekte im Zusammenhang mit SMR, dank der theoretischen und experimentellen Forschung von Weltrang, die an der EPFL, der ETH und dem PSI stattfindet. Auch private Unternehmen in der Schweiz unterstützen die SMR-Entwicklung und entwerfen sogar ihre eigenen Reaktorkonzepte. Darüber hinaus ist die Ausbildung von Nuklearingenieuren auf Master- und Doktoratsstufe von unschätzbarem Wert für den Fortschritt im Nuklearbereich. Einige der in der Schweiz ausgebildeten Studenten arbeiten heute für SMR-Anbieter.

In einem kürzlich veröffentlichten White Paper schlägt eine Gruppe junger Schweizer Nuklearexperten unter anderem SMR als mögliche Lösung der Probleme beim Klimawandel und der Versorgungssicherheit vor. Wie stehen Sie zu diesem Vorschlag?

Ich bin der Meinung, dass die Kernenergie ein wichtiger Bestandteil eines jeden Energiemix ist, der einen kleinen ökologischen Fussabdruck haben und eine zuverlässige inländische Produktion sicherstellen soll. Ich stimme zu, dass der Einsatz kleiner, modularer Reaktoren näher untersucht und die Entwicklungen in diesem Bereich von den Schweizer Elektrizitätsver-

sorgungsunternehmen, dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) und dem Bundesamt für Energie (BFE) genau verfolgt werden sollte. Die energetische Souveränität bei der Grundversorgung der Schweiz sowie der Ausbau von erneuerbaren Energien könnten signifikant durch den Einsatz der SMR gestützt werden. (Aus dem Englischen übersetzt: M.Re.)



WEITERBILDUNGSKURS NUKLEARFORUM SCHWEIZ

DER MENSCH ALS SICHERHEITSAKTOR – ZUSAMMENSPIEL VON MENSCH, TECHNIK UND ORGANISATION

Donnerstag, 2. Dezember 2021, Trafo, Baden
 Freitag, 3. Dezember 2021, optionaler Praxistag im HRO-Zentrum, Aarau

Schwerpunkt des Kurses ist die Vermittlung von Praxiswissen aus dem Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation. Der Kurs gibt einerseits einen kurzen Einblick in die Grundlagen der Psychologie, des Erlebens und Verhaltens von Menschen, und in die Fehler-, Lern- und Sicherheitskultur von Kernkraftwerken. Andererseits wird an konkreten Beispielen aufgezeigt, wie HOF-Faktoren (Human and Organizational Factors) in der Praxis umgesetzt werden, welche Erfahrungen dabei gemacht werden und wo sich Herausforderungen stellen. Abgeschlossen wird die Veranstaltung mit einem Networking-Apéro.

Programm und Anmeldung
www.nuklearforum.ch/wbk-2021



Neu: Mit **Praxistag** zum Thema
«Gestaltung sicherheitskultureller Entwicklungsprogramme im HRO-Zentrum der Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG»
 (Teilnahme optional)

Hintergrundinformationen

Blick auf den aktuellen Stand der SMR-Entwicklung

Derzeit gibt es weltweit über 70 Projekte für den Bau von kleinen, modularen Reaktoren (Small Modular Reactors, SMR). Angesichts des hohen Interesses zahlreicher Mitgliedsländer hat die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) erneut ihr Booklet über den aktuellen Stand der SMR-Entwicklung publiziert.

Das jüngste Booklet trägt den Titel «Advances in Small Modular Reactor Technology Developments – 2020 Edition». Die Publikation versteht sich als Ergänzung zum «Advanced Reactors Information System» (ARIS) der IAEO (Zugriff über <https://aris.iaea.org/>). Ziel ist, den Mitgliedstaaten einen kurz gefassten Überblick über den aktuellen Status der weltweiten SMR-Entwicklung zu geben. Erstmals werden dabei auch Angaben zu den jeweils zugehörigen Brennstoffzyklen und zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle gemacht.

Vielseitig einsetzbar

Als SMR gelten alle Reaktorsysteme mit einer elektrischen Leistung von maximal 300 MW_e. Derzeit gibt es Projekte für alle wichtigen Reaktortechnologien. Zusätzlich hat sich in jüngster Zeit eine Untergruppe der SMR stark entwickelt: die sogenannten Mikroreaktoren mit elektrischer Leistung von bis zu 10 MW_e. Viele der Projekte zielen auf Märkte mit wenig ausgebauten Übertragungsnetzen, auf Märkte mit Bedarf für flexible Stromproduktion (auch in Kombination mit erneuerbaren Energien) oder dienen als Ersatz für veraltete Kohlekraftwerke sowie für den Einsatz auf Inseln oder abgelegenen Regionen ohne Stromnetz.

Laut IAEO bearbeitet die Industrie derzeit noch diverse Themen wie die menschlichen Faktoren in Kontrollräumen von Anlagen mit mehreren Modulen, die Definition der Quellterme von multimodalen Anlagen (zur Bestimmung der Planungszonen für den Notfallschutz, das Entwickeln von neuen Codes und Standards sowie Aspekte des Lastfolgebetriebs). Schliesslich müssen die SMR ihre Wirtschaftlichkeit noch nachweisen.

Gruppierung nach Reaktortechnologie

In der jüngsten Ausgabe des Booklets gliedert die IAEO die Vielzahl der Projekte in sechs Gruppen:

1) Landgestützte wassergekühlte Reaktoren: Darunter fallen zahlreiche Varianten von Leicht- und Schwerverwasserreaktoren, die auf den heute existierenden,

technisch ausgereiften Technologien aufbauen. Mit 25 Projekten in zwölf Ländern bilden sie die grösste Gruppe in der Zusammenstellung der IAEO. Unter den am weitesten entwickelten Systemen (siehe Karte) finden sich zwei, die bereits in Bau stehen: die Druckwasserreaktoren CAREM in Argentinien und der ACP100 («Linglong One») in China, mit dessen Bau Mitte Juli 2021 begonnen wurde. Bereits zertifiziert ist der Druckwasserreaktor SMART aus Südkorea, während sich in den USA zwei Systeme derzeit in Prüfung befinden: der Druckwasserreaktor von NuScale und der Siedewasserreaktor BWRX-300 von General Electric / Hitachi, der auf dem in den USA bereits zertifizierten ESBWR (Economic Simplified Boiling Water Reactor, 1520 MW_e) beruht.

2) Marine wassergekühlte Reaktoren: Diese Gruppe umfasst Systeme, die auf schwimmenden Plattformen oder unter Wasser zum Einsatz kommen. Dazu gehören die seit Mai 2020 in Ostsibirien in Betrieb stehenden beiden Druckwasserreaktoren KLT-40 auf der Schwimmplattform «Akademik Lomonosov» sowie der VBER-300 vom gleichen russischen Hersteller, der derzeit in der Zertifizierungsphase steht.

3) Gasgekühlte Hochtemperaturreaktoren (HTGR): Sie liefern Heissdampf von über 750°C für Wärme-Kraft-Koppelung und verschiedenste industrielle Anwendungen. Im Booklet werden elf solche Reaktoren beschrieben, darunter die beiden in einem fortgeschrittenen Baustadium befindlichen Zwillings-Demonstrationseinheiten des Kugelhaufenreaktors HTR-PM in China sowie die beiden Versuchsreaktoren HTR-10 in China und HTTR-30 in Japan, die seit über 20 Jahren in Betrieb stehen.

4) Reaktoren mit Schnellem Neutronenspektrum: Beschrieben sind elf Reaktortypen mit unterschiedlichen Kühlmitteln, darunter Natrium, Blei, Blei-Wismut und Heliumgas. Am weitesten fortgeschritten ist der blei-gekühlte Demonstrationsreaktor BREST-OD-300, mit

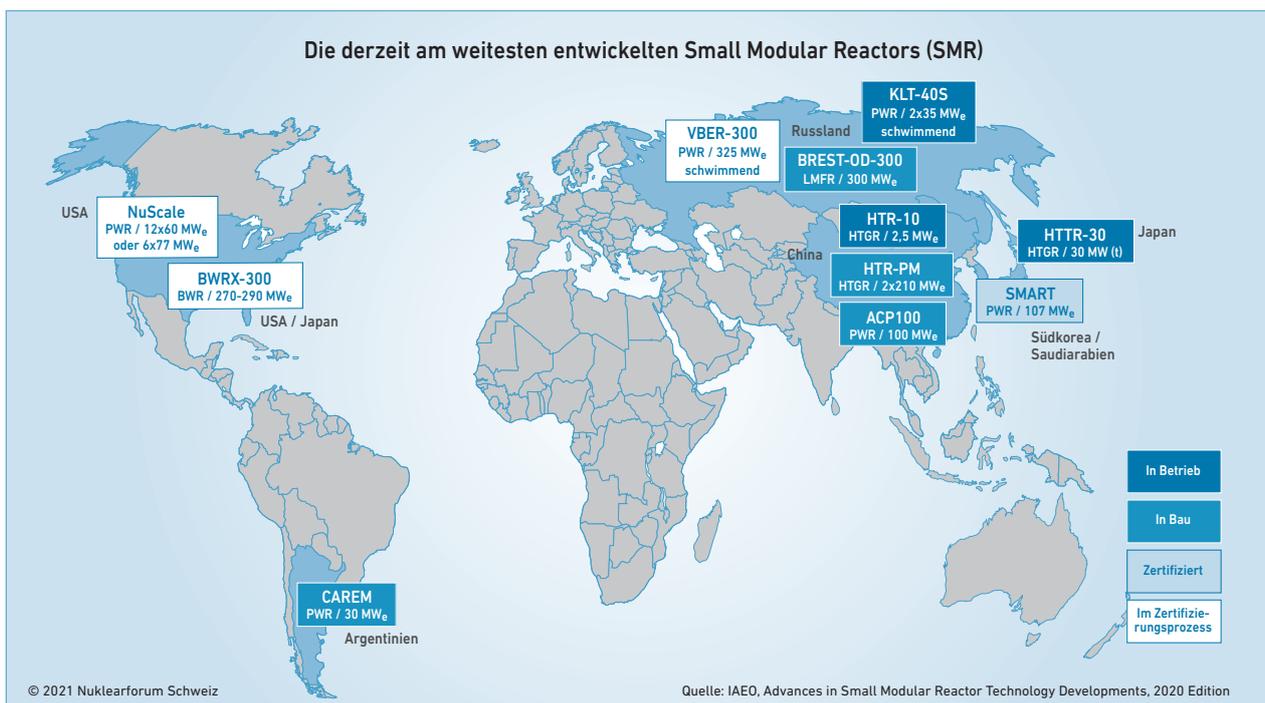
dessen Bau im Juni 2021 in Sewersk in Russland begonnen worden ist.

5) Salzschnmelze-Reaktoren (MSR): Sie bieten eine Reihe von Vorteilen bezüglich inhärenter Sicherheit, fast drucklosem Ein-Phasen-Kühlkreislauf und einem flexiblen Brennstoffkreislauf. Mehrere MSR-Designs befinden sich derzeit in Grossbritannien, Kanada und den USA in der Vor-Zertifizierung.

6) Mikroreaktoren: Erstmals enthält das Booklet einen eigenen Abschnitt zu Reaktoren mit Leistungen bis 10 MWe, die derzeit einen bisher nie dagewesenen Entwicklungsschub erleben. Sie basieren auf unterschiedlichsten Technologien, darunter HTGR und Aus-

legungen, die Wärmeröhre für den Wärmetransport verwenden. Beschrieben werden sechs Systeme, darunter der gasgekühlte Hochtemperaturreaktor Micro Modular Reactor (MMR) der amerikanischen Ultra Safe Nuclear Corporation (USNC), die im kanadischen Chalk River Laboratory eine Einheit bauen will. Mikroreaktoren sollen künftig in Nischenmärkten Anwendung finden wie Fernwärmenetzen in abgelegenen Regionen oder in Anlagen der Bergbau- und Fischereiindustrie, die bisher mit Dieselaggregaten versorgt worden sind.

Auffällig ist, dass es derzeit in Europa keine SMR in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien gibt. (M.S.)



Kanada setzt auf die SMR

Die kleinen, modularen Reaktoren sind die jüngste Innovationswelle in der Nukleartechnologie. Sie werden eine entscheidende Rolle bei der Reduktion der Klimagase spielen und anspruchsvolle Arbeitsplätze sichern. Diese Überzeugung der kanadischen Regierung basiert auf einer sorgfältig erarbeiteten und breit abgestützten Roadmap.

In Kanada werden beim Relaunch der Kernenergie Nägel mit Köpfen gemacht: Im Dezember 2020 hat die kanadische Regierung im Verbund mit zahlreichen Partnern im ganzen Land ihren Aktionsplan zum breiten Einsatz der Small Modular Reactors (SMR) lanciert. Sie laden alle Interessengruppen des Landes ein – die Provinz- und lokalen Regierungen, die indigene Bevölkerung, die Industrie, die Energiewirtschaft und die Zivilgesellschaft –, die Ergebnisse der 2018 erarbeiteten Roadmap in die Realität umzusetzen.

Das Erstellen des Berichts «A Call to Action: A Canadian Roadmap for Small Modular Reactors» brachte in einem zehnmonatigen Prozess alle interessierten und betroffenen Gruppen des Landes zu einer Diskussion über das Potenzial der SMR in Kanada zusammen. Die Dialogpartner reichten dabei von Experten bis hin zur indigenen Bevölkerung in den nördlichen Territorien. Aus diesem in Kanada bisher einmaligen Prozess liessen sich konkrete Empfehlung für das weiter Vorgehen ableiten.

Gute Ausgangslage für Griff nach dem Weltmarkt

Als zentrale Erkenntnis legt die Roadmap dar, dass Kanada eine günstige Ausgangslage hat: 60 Jahre Erfahrung in nukleartechnischer Forschung und Entwicklung, eine Aufsichtsbehörde von Weltrang, grosser Inlandbedarf und eine dynamische, inländische Zulieferkette bilden eine solide Basis für die kanadische Nuklearindustrie, um gegen starke Konkurrenz zu bestehen. Die Kanadier schätzen, dass der Weltmarkt für SMR bis 2040 ein Volumen von CAD 150 Mrd. (CHF 108 Mrd.) pro Jahr erreichen könnte.

Die Verfasser sehen Kanadas Chance zunächst in einem landesweiten Zusammenschluss, um den Binnenmarkt für SMR zu erschliessen: SMR erfordern weniger Investitionen an Kapital und die modulare Bauweise erleichtert die Kostenkontrolle. Sie sind mit anderen kostengünstigen Stromerzeugungstechnologien wettbewerbsfähig und bieten weiter erhöhte Sicherheits-eigenschaften. Zudem gibt es in Kanada eine Vielzahl

von Einsatzorten für SMR (siehe Karte Seite 9). Schliesslich sind sie ein idealer Partner in hybriden Energiesystemen aus Kernenergie und erneuerbaren Energien. Die Roadmap wirbt daher für strategische Partnerschaften auf vier Themengebieten:

Säule 1: Von Demonstrationsprojekten zur Einsatzreife

Die Bundes- und die interessierten Provinzregierungen sollten der Industrie Finanzierungshilfen für ein oder mehrere Demonstrationsprojekte anbieten. Anschliessend müssen sie Massnahmen ergreifen, um die Risiken des Privatsektors beim Bau der ersten kommerziellen Anlagen mitzutragen. Dies mit der Aussicht, dass Kanada mit seinen SMR auf den Weltmarkt vorstossen kann.

Säule 2: Bewilligungsverfahren und Entsorgung

Die Bunderegierung soll das Verfahren zur Folgeabschätzung modernisieren und mit den übrigen SMR-Initiativen harmonisieren. Ebenfalls ist es nötig, die derzeit geltenden Haftungsregelungen den SMR anzupassen, abgestuft nach den jeweiligen Risiken.

Empfohlen wird zudem, dass die Anbieter von SMR in der kanadischen nuklearen Entsorgungsorganisation mitarbeiten. Es muss sichergestellt sein, dass die technischen Spezifikationen dieser neuen Technologie in die Planung der geologischen Tiefenlager einfliessen. Auch hier soll die Bundesregierung prüfen, ob sie bei einem Teil der Kosten die Risiken mittragen soll.

Säule 3: Vertrauen gewinnen

Die konstruktiven Gespräche beim Erarbeiten der Roadmap bilden die Basis für den weiteren beidseitigen Dialog der örtlichen Regierungen mit der indigenen Bevölkerung und abgelegenen Gemeinden über die Charakteristiken von SMR. Dies muss lange vor dem Vorliegen konkreter Projekte geschehen. Die Roadmap weist dennoch darauf hin, dass trotz des grossen Potenzials im Norden die ersten SMR zunächst im Süden des Landes gebaut werden dürften. Derzeit findet sich

die höchste Zustimmung in Ontario, New Brunswick und Saskatchewan. Dies liegt laut Roadmap möglicherweise daran, dass diese Provinzen bereits viel Erfahrung mit Kernkraftwerken und/oder Uranbergbau haben.

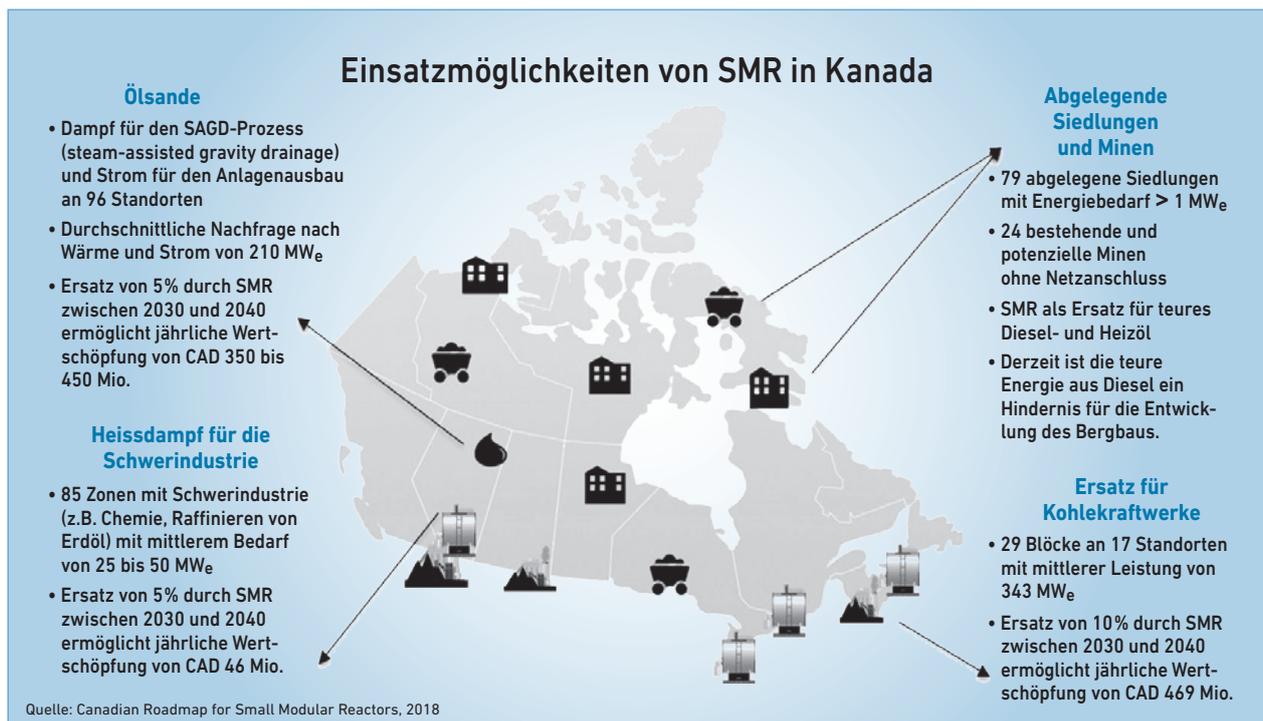
Säule 4: Internationale Zusammenarbeit

Die Bundesregierung soll sich – in Zusammenarbeit mit Industrie, Laboratorien und Wissenschaft – weiterhin international für ein starke und effektive Förderung von SMR einsetzen. Insbesondere soll sie Einfluss auf die Entwicklung der Rahmenbedingungen für diese Technologie nehmen.

Jetzt handeln – die Konkurrenz schläft nicht

Insgesamt hat die Roadmap über 50 Empfehlungen formuliert. Die Verfasser betonen dabei drei Dinge:

1. Die Chance für SMR ist real. Sie sind die Antwort auf die Marktforderung nach kleinerer, einfacherer und kostengünstigerer Kernenergie.
2. Kanada hat alles, um die Gelegenheit am Schopf zu packen. Allerdings muss das **jetzt** passieren, denn die Konkurrenz ist bereits unterwegs.
3. Kein einzelner Player kann es allein schaffen. Strategische Partnerschaften sind der Schlüssel zum Erfolg – quer durch Kanada und international. Das ist auch der Zweck der Roadmap: alle potenziellen Partner zu einer gemeinsamen Anstrengung zusammenzubringen. (M.S.)



«Wenn wir die Klimakrise bekämpfen wollen, müssen wir uns der Kernkraft zuwenden»

Die vom 31. Oktober bis 12. November 2021 stattfindende Weltklimakonferenz in Glasgow steht vor der Tür. Sechs Jahre nach dem Übereinkommen von Paris, das erstmals alle Staaten zur Reduktion der Treibhausgasemissionen verpflichtet, wird der diesjährige Klimagipfel zeigen können, wie und womit einzelne Länder ihre Klimaziele erreichen wollen. 33 Staaten setzen bei der Stromversorgung auch auf Kernenergie – also auf die Technologie, die der Weltklimarat (IPCC) in seinen Szenarien vorsieht. Diese Strategie teilt auch Bhaskar Sunkara, politischer Schriftsteller aus den USA sowie Gründer und Herausgeber des Magazins «Jacobin», das sich selbst als eine führende Stimme der amerikanischen Linken sieht.

«Wenn wir die Klimakrise bekämpfen wollen, müssen wir uns der Kernkraft zuwenden» schrieb Sunkara in einem Beitrag für die Zeitung «The Guardian». Kernenergie sei eine leistungsstarke Form sauberer Energie – und sie sei weitaus zuverlässiger als Wind und Sonne. Er kritisiert in seinem Beitrag vor allem die Stilllegung von Kernkraftwerken, für deren Ersatz dann ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien angekündigt wird. Die Versprechungen seien in der Realität nur selten haltbar. Als Beispiel nennt Sunkara das Kernkraftwerk Indian Point, 45 Kilometer nördlich von New York City, das am 30. April 2021 abgeschaltet worden ist. Jahrzehntlang habe die Anlage den überwiegenden Teil des CO₂-freien Stroms der Stadt geliefert und fast 1000 Arbeitsplätze geboten. Auch die Aufsichtsbehörden hatten die Anlage als vollkommen sicher eingestuft. Der damalige Gouverneur von New York, Andrew Cuomo, der die Stilllegung massgeblich mit durchsetzte, erklärte, dass die Schliessung von Indian Point «uns einen grossen Schritt näher an das Erreichen unserer aggressiven Ziele für saubere Energie» gebracht habe. Tatsächlich sei im ersten vollen Monat nach der Stilllegung die durchschnittliche CO₂-Intensität der landesweiten Stromerzeugung um 46% gestiegen, verglichen mit dem Zeitpunkt, als Indian Point in Betrieb war. «New York ersetzte saubere Kernenergie aus Indian Point durch fossile Brennstoffquellen wie Erdgas», schreibt Sunkara.

«Es ist ein Albtraum, den wir hätten kommen sehen sollen», so der Autor, der in diesem Zusammenhang auf Deutschland verweist. Wie New York koppelte Deutschland seine Abkehr von der Kernenergie mit der Zusage, aggressiver in erneuerbare Energien zu investieren.

Die ersten Schliessungen von Kernkraftwerken des Landes führten jedoch zu einem Anstieg der CO₂-Emissionen, da die Produktionslücke durch zum Teil neue Kohlekraftwerke geschlossen wurde. Und in New York wird diese Lücke u.a. durch den Bau von drei neuen Gaskraftwerken geschlossen. In Deutschland würden die Investitionen in erneuerbare Energien weitgehend die Leistung der alten Kernkraftwerke ersetzen, anstatt den bestehenden Verbrauch fossiler Brennstoffe zu reduzieren. Daher sei die Kohlenstoffintensität des deutschen Stroms höher als der EU-Durchschnitt.

Nachhaltige Energien werden durch die «Notwendigkeit eines kooperativen Wetters» behindert

Weltweit gebe es nur eine Handvoll grosser Volkswirtschaften, die ihre Stromversorgung bereits weitgehend dekarbonisiert haben – alle hätten eine Basis aus Kernkraft oder Wasserkraft (oder beidem). «Und dann fügen sie mehr oder weniger erneuerbare Energien wie Wind und Sonne hinzu», schreibt Sunkara. Kernenergie und Wasserkraft könnten Strom liefern, wann immer er benötigt werde. Diese sauberen Stromquellen müssten nicht warten, bis die Sonne scheine oder der Wind wehe. Batterien und andere Formen der Energiespeicherung seien grossartig, aber es brauche viel mehr Mittel für Forschung und Entwicklung, um sie noch besser zu machen. «Aber bis es zu grossen Technologiesprüngen kommt, werden nachhaltige Energien durch die Notwendigkeit eines kooperativen Wetters behindert.»

Sunkara versucht in dem Beitrag auch die Fragen zu klären, warum es angesichts des Risikos der globalen

Erderwärmung immer noch so viel Feindseligkeit gegenüber der Kernkraft gebe. «Ein Teil der Paranoia wurzelt zweifellos in Assoziationen friedlicher Atomkraft mit gefährlichen Atomwaffen aus der Zeit des Kalten Krieges. Wir können und sollten diese beiden trennen, genauso wie wir in der Lage sind, Atombomben von der Nuklearmedizin zu trennen», empfiehlt der Autor. Ausserdem solle man sich gegen «populäre Narrative über Tschernobyl und andere Katastrophen wehren, die mit moderner Technologie einfach nicht reproduzierbar sind».

Es gibt nach seiner Ansicht zwar einige berechtigte Bedenken in Bezug auf radioaktive Abfälle, aber die öffentliche Wahrnehmung werden von veralteten Informationen bestimmt. «Die Abfallmenge aus den Anlagen wurde drastisch reduziert, und das meiste, was übrig bleibt, kann recycelt werden, um mehr Strom zu erzeugen», so Sunkara. Die Sorgen über die radioaktiven Abfälle seien auch nicht sonderlich nuklearspezifisch. Erneuerbare Energien produzierten auch Abfall – Solarenergie beispielsweise benötigten Schwermetalle wie Cadmium, Blei und Arsen, die im Gegensatz zu radioaktiven Abfällen nicht mit der Zeit ihre Schädlichkeit verlieren.

«Die Kernenergie ist eine Technologie, deren Zeit vergangen zu sein scheint, aber tatsächlich eine Zukunft haben könnte», fasst Sunkara zusammen. Auf der Suche nach einer Lösung für den Klimawandel sei das Mindeste, dass keine Kernkraftwerke wie Indian Point mehr geschlossen werden, bis eine saubere, zuverlässige und skalierbare Alternative gefunden worden sei. (S.D. nach «The Guardian», 21. Juni 2021).

Bhaskar Sunkara, geboren 1989 in den USA, ist Gründer und Herausgeber des Magazins «Jacobin» sowie von «Catalyst: A Journal of Theory and Strategy». Zudem ist er Mitherausgeber der Bücher «The Future We Want: Radical Ideas for the New Century» und «Europe in Revolt. Mapping the New European Left». Sunkara schreibt ausserdem für verschiedene amerikanische Zeitungen. 2020 wurde Sunkara in die «40 Under 40»-Liste des Magazins «Fortune» in der Kategorie «Government and Politics» aufgenommen. In die Liste nimmt das Magazin Persönlichkeiten auf, die es als die einflussreichsten jungen Führungskräfte des Jahres einschätzt.

Die Tschechische Republik hält an der Kernenergie fest

Die Tschechische Republik hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 klimaneutral zu sein. Die Regierung setzt deshalb weiterhin auf die Kernenergie und plant den Bau von neuen Kernkraftwerkseinheiten.

Die tschechische Energiewirtschaft wird noch von der Kohle dominiert, die als Hauptenergiequelle beinahe 49% des Stroms und einen grossen Teil der Wärme mittels Fernwärme liefert. Kohle wird in der Tschechischen Republik auch für individuelle Beheizung verwendet. Nach Schätzungen im staatlichen Energiekonzept wird jedoch der Verbrauch von Braun- und Steinkohle zurückgehen. Daher sei es notwendig, zunehmend moderne und hocheffiziente Technologien zu nutzen. Ziel sei es aber, die Energieerzeugung aus der Kohle zu minimieren. Die zweite bedeutende Energiequelle, die derzeit vor allem zur Stromherstellung dient, ist die Kernenergie. Sie liefert 34% des produzierten Stroms. Eine weitere Energiequelle ist das Erdgas, das zur Herstellung von Strom, Fern- und Haushaltswärme verwendet wird. Die direkte Nutzung des Erdgases für Heizzwecke nehmen rund 27% der Haushalte in Anspruch. Der derzeitige Anteil des Erdgases an der Stromerzeugung beträgt etwa 4%. Der Anteil der Produktion aus erneuerbaren Energiequellen am Stromgesamtverbrauch hat sich in den letzten Jahren in Tschechischen Republik nicht wesentlich verändert und beträgt seit 2013 etwa 11%.

Entwicklung der Nuklearindustrie

Im Jahr 1958 begann die tschechoslowakische Regierung mit dem Bau ihres ersten Kernkraftwerks – einem gasgekühlten Schwerwasserreaktor in Bohunice (heute in der Slowakei). Diese 110-MW-Einheit Bohunice A1 wurde 1972 fertiggestellt und lieferte bis 1977 Strom. In den 1970er-Jahren wurde mit dem Bau von vier WWR-440-Blöcken am Standort Bohunice begonnen, die Mitte der 1980er-Jahre in Betrieb genommen wurden.

Am 1. Januar 1979 wurde mit dem Bau der Anlage in Dukovany begonnen – dem ersten Kernkraftwerk in der heutigen Tschechischen Republik. Die vier Blöcke sind vom russischen Typ WWR-440/V-213. Sie nahmen zwischen 1985 und 1987 den kommerziellen Betrieb auf und wurden seitdem immer wieder nachgerüstet.

1982 begannen die Bauarbeiten am Kernkraftwerk Temelín, das vier Blöcke vom Typ WWR-1000/V-320 umfassen sollte. Am 1. Februar 1987 wurde der erste

Beton für die Blöcke 1 und 2 gegossen. Nach der Samtenen Revolution von 1989 beschloss die neue demokratische Regierung im Jahr 1990 jedoch, den Bau der Blöcke 3 und 4 auszusetzen. Zu dieser Zeit gab es mehrere Proteste gegen das Kernkraftwerk und ein gewisses politisches Unbehagen über die Zukunft des Kraftwerks. Trotzdem wurde der Bau der Blöcke 1 und 2 in gewissem Umfang fortgesetzt. Mit der Teilung der Tschechoslowakei beschloss die neue Regierung der Tschechischen Republik im März 1993 offiziell, nur die Blöcke 1 und 2 fertigzustellen. Nach einer Ausschreibung wurde die amerikanische Westinghouse Electric Company ausgewählt, die gesamte Leittechnik sowie die Strahlenüberwachungs- und Diagnosesysteme zu ersetzen. Darüber hinaus sollte die Westinghouse den Brennstoff (Erstbeladung und vier Nachladungen) liefern.

Die Einheiten Temelín-1 und -2 wurden in den Jahren 2000 und 2002 in Betrieb genommen, wobei die Nachrüstungen von der mehrheitlich staatseigenen Stromerzeugerin Skupina ČEZ a.s. (ČEZ) mit einem Kredit der Weltbank finanziert wurden. Der kommerzielle Betrieb der beiden Einheiten erfolgte im Juni 2002 und im April 2003.



Die Fernwärme aus Temelín wird an die fünf Kilometer entfernten Städte Tyn und Vltavou geliefert, und die ČEZ baut derzeit einen Anschluss an die 24 km entfernte Stadt České Budějovice (Budweis). Ein weiteres Projekt soll Fernwärme aus Dukovany nach Brno (Brünn)

leiten. Dazu wurde im Juli 2010 eine Umweltverträglichkeitsprüfung eingereicht. Die ČEZ erwartet, damit zwei Drittel des Wärmebedarfs der Stadt von jährlich rund 3700 TJ decken zu können.

Die Kernkraftwerke in der Tschechischen Republik

Name	Reaktortyp	Leistung in MW	Baubeginn	Inbetriebnahme
Dukovany-1	WWER-440/V-213	468	1.1.1979	24.2.1985
Dukovany-2	WWER-440/V-213	471	1.1.1979	30.1.1986
Dukovany-3	WWER-440/V-213	468	1.3.1979	14.11.1986
Dukovany-4	WWER-440/V-213	471	1.3.1979	11.6.1987
Temelín-1	WWER-1200/V-320	1027	1.2.1987	21.12.2000
Temelín-2	WWER-1200/V-320	1029	1.2.1987	29.12.2002

Kernenergiepolitik

Die nationale Energiepolitik bis 2060 aus dem Jahr 2012 sah eine erhebliche Steigerung der Kernenergie auf 13,9 GW bzw. bis zu 18,9 GW im Falle einer umfassenden Einführung von Elektrofahrzeugen vor. Die Kernenergie würde demnach etwa 60% des Stroms liefern. Die im November 2012 verabschiedete Version ging von einem Atomstromanteil von mindestens 50% aus, wobei zwei neue Kernkraftwerkseinheiten in Temelín und eine in Dukovany gebaut werden sollten, um die Produktion bis 2025 auf jährlich 46,5 TWh und später auf 55,2 TWh zu steigern. Die derzeitigen vier Blöcke in Dukovany würden eine Laufzeitverlängerung um 20 Jahre erhalten, also bis 2045 und 2047 betrieben werden können. Der Kohleverbrauch würde bis 2040 auf ein Drittel des heutigen Niveaus sinken, Erdgas würde zunehmen, und die Unterstützung für erneuerbare Energien würde drastisch reduziert. Kernkraftwerke sollten bis 2030 Fernwärme für Brünn und andere Städte liefern.

Die nationale Energiepolitik von 2015 bestätigt die meisten der 2012 skizzierten Pläne mit dem Bau einer neuen Einheit in Dukovany und zweier Blöcke in Temelín, aber ohne staatlich garantierte Strompreise. Damit will das Land die EU-Ziele zur Verringerung der Kohlenstoffemissionen erfüllen. Der Plan sieht vor, dass die Kernenergie zur Hauptquelle der Stromerzeugung wird und

ihr Anteil von 35% auf 46% bis 58% im Jahr 2040 steigt. Der Anteil der Braunkohle soll auf 21% sinken, erneuerbare Energien könnten 25% und Erdgas 5% bis 15% liefern. Bis 2035 sollen 2500 MW zusätzliche nukleare Kapazität hinzukommen, danach noch mehr. Zudem wird eine Brennstoffreserve von vier Jahren gefordert. Der tschechische Nationale Energie- und Klimaplan von 2019 basiert auf dieser Energiepolitik.

Bereits im Januar 2016 hatte die Regierung ein neues Komitee unter der Leitung des Ministerpräsidenten eingesetzt, das die Entwicklung der Kernenergie im Land koordinieren soll. Ein neuer Beauftragter für Kernenergie dient als Hauptkoordinator für diese Entwicklungen. Das Komitee ist für Neubauten, Lieferkette, Abfälle und Gesetzgebung zuständig und soll den Nuklearsektor voranbringen. Im Januar 2017 wurden drei Arbeitsgruppen eingerichtet, um der Kernenergie in der Energiepolitik von 2015 neuen Schwung zu verleihen, zunächst in Form einer neuen Einheit am Standort Dukovany.

In einer Rede im Dezember 2019 kündigte der tschechische Ministerpräsident Andrej Babiš an, dass der Bau einer neuen Einheit – in Dukovany – voraussichtlich 2029 beginnen werde. Die Inbetriebnahme sei für 2036 vorgesehen. Dadurch würde der Anteil der Kernenergie an der Stromversorgung bis 2040 auf 40% steigen. →

Nachrüstungen und Betriebsverlängerungen

Alle vier Dukovany-Blöcke wurden im Zeitraum 2005–2008 durch den Austausch von Niederdruckturbinen von 440 auf 456 MW nachgerüstet. Durch verbesserten Brennstoff, den Austausch der Hochdruckturbinen, die Überholung des Generators und leittechnische Änderungen wurde die Leistung der Blöcke 3 und 4 weiter erhöht. Ähnliche Modernisierungsarbeiten erfolgten an den Blöcken 1 und 2, die alle bis Ende 2012 abgeschlossen wurden.

Im Zeitraum 2004–2007 rüstete die Škoda Power die Hochdruckturbinen von Temelín-1 und -2 in einem 26-Millionen-Euro-Projekt nach und erreichte damit eine Bruttoleistung von je 963 MW. Weitere Modernisierungen brachten die beiden Blöcke auf knapp 1030 MW. Geplant ist ein Betrieb von Block 1 bis 2040 und Block 2 bis 2042.

Anfang 2009 begann die ČEZ mit dem Projekt Langzeitbetrieb (Long-term Operation, LTO), dessen unmittelbarer Fokus auf der Verlängerung der geplanten Betriebsdauer der Dukovany-Blöcke um zehn Jahre lag. Das LTO-Projekt bestand aus etwa 230 Teilprojekten und kostete von 2009 bis 2017 CZK 18 Mrd. (CHF 760 Mio.).

Im Juni 2020 erklärte die ČEZ, sie gehe davon aus, in den nächsten 27 Jahren etwa USD 2,3 Mrd. zu investieren, um die Betriebsdauer der vier Einheiten in Dukovany um weitere 20 Jahre auf insgesamt 60 Jahre zu verlängern. Die Arbeiten würden sich auf die Leit- und Steuerungssysteme, Verkabelungen sowie Sicherheitssysteme konzentrieren. Das Kernkraftwerk Dukovany soll so lange betrieben werden, bis sein Ersatz in Betrieb ist.

Wechselhafte Geschichte: Temelín-3 und -4 sowie Dukovany-5 und -6

Die staatliche Energiepolitik von 2004 sah den Bau von mindestens zwei leistungsstarken Kernkraftwerkeinheiten, wahrscheinlich am Standort Temelín, vor, um langfristig die Dukovany-Einheiten zu ersetzen. Im Juli 2008 kündigte die ČEZ einen Plan zum Bau von zwei weiteren Blöcken am Standort Temelín mit einer Gesamtleistung von bis zu 3400 MW an. Baubeginn war für 2013 und die Inbetriebnahme des ersten Blocks für 2020 vorgesehen.

Ein öffentliches Ausschreibungsverfahren zum Bau der beiden neuen Blöcke in Temelín begann im August 2009. Damals gab die ČEZ bekannt, eine öffentliche Meinungsumfrage vom März zeige auf, dass 77% der Einwohnerinnen und Einwohner – und 56% der Wähler

der Grünen – den Bau von neuen Blöcken am Standort Temelín unterstützten. Im Jahr 2014 sprachen sich 68% für einen Neubau aus.

Im März 2010 teilte die ČEZ mit, dass im Vorfeld des Ausschreibungsverfahrens Gespräche mit drei Kandidaten geführt werden. Die drei Anbieter waren ein von Westinghouse geführtes Konsortium (AP1000), ein Konsortium aus der Škoda JS, Atomstroieexport und JSC OKB Gidropress (AES-2006/MIR-1200) sowie die Areva (EPR). Im Oktober 2011 wurde von der ČEZ eine formelle Ausschreibung für die Lieferung von zwei Kernkraftwerksblöcken auf «schlüsselfertiger Basis einschliesslich der Lieferung von Kernbrennstoff für neun Betriebsjahre» lanciert. Voraussetzung war, dass die vorgeschlagenen Reaktortypen in den Heimatländern der Anbieter oder in einem EU-Mitgliedsstaat zugelassen sind und die tschechischen und EU-Anforderungen sowie die von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der Western European Nuclear Regulators Association (Wenra) festgelegten Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.

Erste Angebote für Temelín-Ausbau, ...

Die Angebote für Temelín-3 und -4 wurden im Juli 2012 eingereicht. Die für 2013 geplante Vergabe wurde aber um etwa 18 Monate auf Mitte 2015 und damit nach Fertigstellung einer neuen Energiestrategie durch die neue Regierung verschoben. Der russische Staatskonzern Rosatom bot über die Rusatom Overseas eine vollständige Finanzierung an, obwohl er einen Anteil von 49% bevorzugte. Die Areva und die Westinghouse erklärten ursprünglich, dass sie weder an der Finanzierung noch an betrieblichen Aspekten interessiert seien, aber Mitte 2013 bot die amerikanische Export-Import-Bank an, der ČEZ die Hälfte der Kosten für das Kernkraftwerk zu leihen, wenn sie die Westinghouse-Technologie verwende. Das Darlehen würde für 25 Jahre zu einem Prozentpunkt über den 10-jährigen amerikanischen Staatsanleihen laufen. Die ČEZ sagte, dass es nach der Wahl der Reaktortechnologie einen strategischen Partner suchen würde, mit dem sie das Projektrisiko teilen würde. In der Zwischenzeit war das Areva-Angebot aus dem Bieterverfahren ausgeschlossen worden. Als Grund gab die ČEZ an, das Areva-Angebot entspreche nicht den gesetzlichen Anforderungen des öffentlichen Beschaffungswesens und erfülle nicht alle erforderlichen Kriterien. Die Areva focht die Entscheidung an, aber ihr Einspruch wurde vom tschechischen Antimonopolamt zurückgewiesen.

Im November 2012 unterbreitete die ČEZ der Nuklearaufsichtsbehörde SÚJB ein Gesuch für den Bau von

zwei neuen Blöcken in Temelín. Die bereits im Mai 2010 eingereichte Umweltverträglichkeitserklärung erhielt im Januar 2013 die Umweltgenehmigung.

... Abbruch und Neulancierung

Im April 2014 brach die ČEZ das Ausschreibungsverfahren für den Ausbau von Temelín ab. Zuvor hatte die tschechische Regierung beschlossen, wegen fehlender langfristiger Ziele der EU-Strommarktpolitik keine Staatsgarantien für emissionsarme Kraftwerke zu vergeben. Der Finanzminister und der Minister für Industrie und Handel bereiteten stattdessen bis Ende 2014 einen neuen Plan zur Entwicklung der Kernenergie im Land vor. Das Dokument sah die ČEZ als Hauptinvestorin für den Bau neuer Reaktoren vor. Je eine neue Einheit sollte am Standort Temelín und Dukovany gebaut werden, wobei beide Standorte um einen zweiten neuen Block erweitert werden konnten.

Neue Angebote für diese Neubaupläne wurden für 2015 erwartet. Die Korea Electric Power Co (Kepco) kündigte ihre Absicht an, sich zu bewerben, und im Dezember 2015 wurde ein nukleares Kooperationsabkommen mit Südkorea unterzeichnet. Im August 2014 bekundete Chinas stellvertretender Premierminister im Namen seines Landes Interesse am Projekt. Im September 2014 bot die Westinghouse dem tschechischen Finanzministerium und dem tschechischen Ministerium für Industrie und Handel (MPO) eine Kapitalbeteiligung wie in Grossbritannien an, wo die Muttergesellschaft Toshiba 60% des Kapitals des inzwischen abgebrochenen Projekts Moorside hielt.

Im Juni 2015 genehmigte das Kabinett einen langfristigen nationalen Aktionsplan für Kernenergie, der einen neuen Block in Dukovany und möglicherweise drei weitere an den beiden Standorten vorsieht. Der Plan empfahl, dass die ČEZ eine Tochtergesellschaft gründe, um Baupläne zu erstellen und Optionen für die Finanzierung der neuen Reaktoren zu untersuchen, auch wenn der erste Block möglicherweise nicht vor 2025 genehmigt werden würde. Eine Entscheidung über die Preisgestaltung für den Strom aus dem neuen Kraftwerk wurde für 2017 erwartet.

Im Juni 2016 reichte die ČEZ beim tschechischen Umweltministerium die Unterlagen zur Lancierung einer Umweltverträglichkeitsprüfung für zwei neue Kernkraftwerkseinheiten am Standort Dukovany ein. Die Beantragung einer Baugenehmigung ist für das Jahr 2025 vorgesehen. Das Unternehmen lud einen Monat später zehn Reaktorhersteller ein, auf sein Informationssuchen zu antworten. Davon bekundeten die

Atmea (das Gemeinschaftsunternehmen von Areva und Mitsubishi Heavy Industries), die China General Nuclear Power Corporation (CGN), die Electricité de France (EDF) zusammen mit der Areva, die Korea Hydro and Nuclear Power (KHNP), die Rosatom und die Westinghouse Interesse. Obwohl die Regierung die Finanzierungsfrage noch nicht geklärt hatte, führte die ČEZ Anfang 2017 Vorgespräche mit diesen sechs Unternehmen. Im Februar 2020 zog sich Atmea aus dem Verfahren zurück. Im März 2021 wählte das MPO die Unternehmen EDF, KHNP, Rosatom und Westinghouse aus, um an einer Präqualifikationsrunde zur Ausschreibung für Block 5 in Dukovany teilzunehmen. Das chinesische Unternehmen war zuvor wegen Sicherheitsbedenken ausgeschlossen worden. Im April erfuhr der Rosatom dasselbe. Die verbliebenen Unternehmen EDF, KHNP und Westinghouse wurden im Juni 2021 aufgefordert, bis Ende November einen «Sicherheitsfragebogen» zur Vorprüfung auszufüllen.

Anfang März 2020 reichte die ČEZ das Gesuch für eine Standortbewilligung für die geplanten zwei Kernkraftwerkseinheiten bei der SÚJB ein. Das 1600 Seiten umfassende Gesuch beschreibt und bewertet unter anderem, ob der Standort Dukovany für den Bau eines neuen Kernkraftwerks geeignet ist. Es enthält geologische, hydrologische sowie ökologische Parameter und geht auf Sicherheitsfragen und die Auswirkungen des Betriebs auf Bevölkerung und Umwelt ein, einschliesslich der Stilllegung. Die Vorbereitung dieses Gesuches nahm laut ČEZ fünf Jahre in Anspruch.

Gesetz zum Übergang zu kohlenstoffarmer Energie

Im Juli 2020 verabschiedete das Kabinett einen Gesetzesvorschlag zum Übergang zu kohlenstoffarmer Energie. Er hat zum Ziel, dem Staat den Bau eines Kernkraftwerks zu ermöglichen. Die verabschiedete Regierungsvorlage stärkte den Dekarbonisierungsprozess und die Energieversorgungssicherheit, führe zu einem höheren Anteil an emissionsfreien Quellen und bilde die Grundlage für erschwinglichen Atomstrom, erklärte der stellvertretende Premierminister und Minister für Industrie und Handel Karel Havlíček. Zudem wurde ein Finanzierungsmodell genehmigt. Der Regierung und der ČEZ wird es dadurch ermöglicht, einen Stromabnahmevertrag mit einer Mindestlaufzeit von 30 Jahren für Dukovany-5 zu vereinbaren. Damit soll die ČEZ die Investitionskosten amortisieren und einen Gewinn erzielen können. Laut diesem Stromabnahmevertrag verkauft der tschechische Staat den Strom auf dem Grosshandelsmarkt. Die Stromverbraucher zahlen Aufschläge auf ihre Rechnungen, um die Verluste aus-



Industrie- und Handelsminister Karel Havlíček und ČEZ-CEO Daniel Beneš nach der Unterzeichnung von Vereinbarungen, die den allgemeinen Rahmen und die erste Phase für den Ausbau des Kernkraftwerks Dukovany regeln.

Foto: Tschechisches Ministerium für Industrie und Handel

zugleich, wenn die Grosshandelspreise niedriger sind als der garantierte Preis. Sie profitieren aber von niedrigeren Stromrechnungen, wenn die Preise höher sind, wie dies bereits beim britischen Investitionsvertrag Contract for Difference für Hinkley-Point-C der Fall ist. Auch beim tschechischen Modell gibt eine Obergrenze für den möglichen Aufpreis. Die Stromabnahmevereinbarung ist so gestaltet, dass sie auch für Projekte über 100 MW geeignet ist, die nach 2030 ans Netz gehen, einschliesslich kleiner, modularer Reaktoren. Die Pläne müssen von der Europäischen Kommission genehmigt werden, um sicherzustellen, dass sie den EU-Vorschriften für staatliche Beihilfen entsprechen.

Beteiligung am Kernkraftwerk Bohunice V3

Die ČEZ ist seit 2009 mit 49% an einem Joint Venture mit der staatlichen slowakischen Javys a.s. beteiligt. Das Joint Venture soll die Machbarkeit für den Bau einer fünften Kernkraftwerkseinheit mit 1000–1600 MW Leistung am Standort Bohunice in der Slowakei ausarbeiten. Die Bohunice V3 genannte Einheit soll die beiden stillgelegten Blöcke Bohunice-1 und -2 ersetzen. Die Rosatom prüft die Möglichkeit, sowohl als

Technologielieferantin als auch als Investorin an diesem Kernkraftwerk beteiligt zu sein.

Kleine, modulare Reaktoren

Im Februar 2020 unterzeichnete die ČEZ eine Absichtserklärung mit der GE Hitachi, um die Machbarkeit des Baus eines kleinen, modularen Reaktors (SMR) vom Typ BWRX-300 in der Tschechischen Republik zu untersuchen. Dies erfolgte nach der Unterzeichnung einer Absichtserklärung mit der NuScale im September 2019, die den Einsatz eines SMR im Land regelt. Im November 2020 unterzeichnete die ČEZ zudem eine Absichtserklärung mit der Rolls-Royce, um das Potenzial eines SMR-Einsatzes zu analysieren. Daniel Beneš, Vorsitzender des Verwaltungsrats und CEO der ČEZ, erklärte damals: «Neue Energielösungen und -technologien spielen in unseren geschäftlichen Aktivitäten eine wichtige Rolle, und wir konzentrieren uns schon seit geraumer Zeit auf kleine, modulare Reaktoren, insbesondere in unserem Kernforschungsinstitut ÚJV Řež. SMR können in Zukunft eine wichtige Alternative sein, die wir nicht ignorieren können. Die Partnerschaft mit Rolls-Royce und anderen globalen Unternehmen ist daher ein logischer Schritt in unserem Bestreben.»

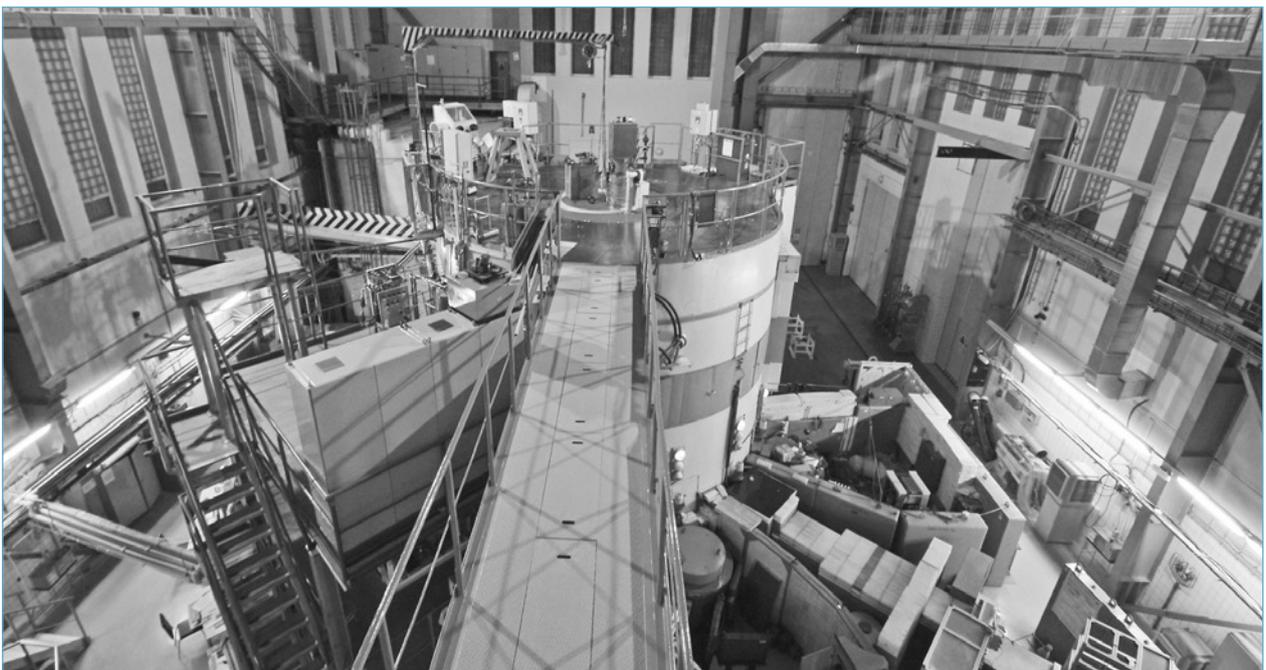
Im Mai 2021 kündigte das Kernforschungsinstitut ÚJV Řež a.s. an, bis 2035 einen gasgekühlten Hochtemperaturreaktor (HTR) zu entwickeln. Der HefASTo genannte kleine, modulare Reaktor wird eine thermische Leistung von 200 MW aufweisen. Drei Versionen davon – zu Heizzwecken, für die Kraft-Wärme-Kopplung und für die chemische Industrie – sollen angeboten werden. Derzeit ist der Reaktor laut ÚJV Řež in der Vorkonzeptionsphase. Der HefASTo ist das zweite Entwicklungsprojekt des Instituts. Das erste Projekt wurde 2018 vorgestellt. Beim sogenannten Energy Well handelt es sich um den Entwurf eines kleinen, modularen Hochtemperaturreaktors mit einer thermischen Leistung von etwa 20 MW, der mit Flüssigsalz gekühlt wird. (M.A. nach WNA, «Nuclear Power in Czech Republic», aktualisiert im Juni 2021, und verschiedenen Quellen)

Forschung und Entwicklung

Das Kernforschungsinstitut ÚJV Řež wurde 1955 im Rahmen eines Abkommens zwischen der Tschechoslowakei und der Sowjetunion gegründet und später in die Tschechische Akademie der

Wissenschaften eingegliedert. Das Dorf Řež liegt rund 11 km nordwestlich von Prag. Im Jahr 1992 wurde das Kernforschungsinstitut ÚJV Řež privatisiert und es befindet sich heute im Besitz der ČEZ mit 52,4 %, der Slovak Electric mit 27,8%, der Škoda JS mit 17,4% und der Gemeinde Husinec mit 2,4%.

Derzeit sind drei Forschungsreaktoren in Betrieb: Der LVR-15 ist ein mit Leichtwasser gekühlter Tankreaktor mit einer thermischen Leistung von 10 MW und damit der grösste Forschungsreaktor des Landes. Dort werden auch Radioisotope produziert. Der LR-0 wird hauptsächlich zur Ausbildung von Studenten und Experten auf dem Gebiet der Kernenergie eingesetzt. Beide Reaktoren werden vom Forschungszentrum Řež – einer Tochtergesellschaft des ÚJV Řež – betrieben. Die Czech Technical University betreibt den dritten Forschungsreaktor, den VR-1 Vrabec (Spatz auf Deutsch). Der VR-1 wurde als weltweit erster von Russland gelieferter Forschungsreaktor 2005 auf schwach angereichertem Uran umgestellt. Im Rahmen der International Global Threat Reduction Initiative (GTRI) wurden die bestrahlten Brennelemente nach Russland zurückgebracht.



Am Forschungsreaktor LVR-15 des tschechischen Forschungszentrums Řež werden u.a. Bestrahlungsexperimente zur Untersuchung von Brennstoffen durchgeführt.

Foto Centrum výzkumu Řež

«A bright future» – oder was Schweden in der Energiepolitik besser macht(e) als Deutschland

Bereits im Januar 2019 haben die zwei Wissenschaftler Joshua S. Goldstein und Staffan A. Qvist ein Buch vorgelegt, das den möglichen Beitrag der Kernenergie zum Klimawandel neu analysiert.

Das Buch «A Bright Future: How Some Countries Have Solved Climate Change and the Rest Can Follow» beginnt zunächst mit der Feststellung, dass Kohle die am schnellsten wachsende Energieressource der Welt ist. Allein China hat innerhalb von fünf Jahren seinen Kohleverbrauch verdoppelt. Die Autoren beschreiben anhand dieser Ausgangslage, wieso Klima- und Strompolitik derart eng miteinander verknüpft sind. Die klimaschädlichen Emissionen von CO₂ fallen nämlich hauptsächlich bei Stromproduktion, Transport und Heizsektor (sowohl Gebäude als auch industrielle Prozesse) an. Der schnellste Weg, die Schadstoffemissionen einer Volkswirtschaft zu reduzieren, ist laut der Autoren, die Stromproduktion auf klimafreundliche Technologien umzustellen.

Lesenswert ist das Buch insofern, als dass es die Bemühungen einzelner Länder zur Bekämpfung des Klimawandels genau analysiert und gegenüberstellt. Schweden konnte dank des vermehrten Einsatzes von «Kärnkraft» in der Zeitspanne von 1970 bis 1990 die Emissionen von CO₂ halbieren. Aus Schweizer Sicht ist dies insofern spannend, als dass in Schweden ähnliche Beweggründe zum Einstieg in die Kernenergie führten wie hierzulande (Gewässerschutz und drohende Abhängigkeiten vom Erdöl). Deutschland hingegen hat im Rahmen der Energiewende den Ausbau der erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne verdoppelt und gleichzeitig den Ausstieg aus der Kernenergie eingeleitet. Dadurch wurde eine emissionsarme Stromerzeugung durch eine andere ersetzt. In dieser Zeitspanne konnte Deutschland seinen Ausstoss an Kohlendioxid denn auch nur minim reduzieren. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die Situation sich völlig anders präsentieren würde, hätte man die deutschen Kohlekraftwerke durch nukleare Anlagen ersetzt. In der gleichen Zeit konnte Schweden den Schadstoffausstoss weiter senken, da es das nukleare Rückgrat der Stromversorgung um zusätzliche Kapazitäten an Windenergie ergänzte. Qvist und Goldstein halten daher fest, dass die Dekarbonisierung einer Volkswirtschaft dann am besten gelinge, wenn die Kernenergie als Partner der erneuerbaren Energiequellen gesehen werde.

Argumente für die Diskussion

Die Autoren stellen sich über zahlreiche Kapitel auch den Einwänden, die jeweils gegen die Kernenergie eingebracht werden. Wer möchte, kann hier interessante Argumente für die Diskussion finden. So rechnen Qvist und Goldstein vor, dass die nach dem Reaktorunfall von Fukushima-Daiichi abgeschalteten Kernkraftwerke in Japan und Deutschland grossmehrheitlich durch Kohle- und Gaskraftwerke ersetzt wurden, was aufgrund der daraus resultierenden Luftverschmutzung zu wesentlich mehr Todesfällen führte als der Reaktorunfall (der keine strahlenbedingten Todesopfer forderte).

Spannend sind auch die volkswirtschaftlichen Ausführungen von Qvist und Goldstein zum immer wieder erhobenen Vorwurf, dass Kernkraft im Vergleich zu anderen Energieformen nicht konkurrenzfähig sei. Hier machen die Autoren geltend, dass der CO₂-Ausstoss gegenwärtig nicht im Strompreis einkalkuliert sei, was dazu führe, dass Kohle und Erdgas als billiger gelten als die Kernenergie. Überzeugend legen die Autoren auch dar, wie klimaschädlicher Kohlestrom aus Deutschland den schwedischen Strom aus Kernenergie im europäischen Binnenmarkt als Exportgut verdrängt hat.

Aufgrund dessen, dass einer der Autoren – Joshua Goldstein – emeritierter Professor für internationale Beziehungen an der American University in Washington D.C. ist, nimmt das Buch zudem eine internationale Perspektive zur Kernenergie ein. Es zeigt anhand von Beispielen auf, wie der Druck von Umweltverbänden bereits ab Ende der 1980er-Jahre zur vorzeitigen Stilllegung einwandfrei funktionierender Kernkraftwerke führte, die durch Gaskraftwerke (Methangas) ersetzt wurden. Heute sind es sinkende Energiepreise, steigende Betriebskosten und unfaire Wettbewerbsvorteile für fossile Kraftwerke, die zu vorzeitigen Ausserbetriebnahmen zwingen. Für die aktuelle energiepolitische Diskussion in der Schweiz kann man hier wertvolle Rückschlüsse für die Zukunft ziehen. Überhastete Stilllegungsentscheide führen mittelfristig meist zu einem erhöhten CO₂-Ausstoss und damit zu einer Verschlechterung der Klimabilanz des entsprechenden Landes, was die Autoren mehrfach belegen.

China, Russland und Indien

Den Entwicklungen in China, Russland und Indien wird im Buch ein eigenes Kapitel eingeräumt. Dies nur schon deshalb, weil mit Abstand die meisten Neubauten von Kernanlagen in diesen Ländern projektiert sind. Gewisse Vorschläge der Autoren muten in diesem Zusammenhang etwas gar visionär oder idealistisch an. So regen sie etwa zu einem grossspurigen Strategiewechsel in Chinas Nuklearpolitik an. Um die zahlreichen klimaschädlichen Kohlekraftwerke im Land zu reduzieren, soll auf die Massenproduktion der bereits entwickelten Leichtwasserreaktoren gesetzt werden. Der Fokus auf eigene Reaktorauslegungen verzögert gemäss den Autoren den chinesischen Kohleausstieg. Entsprechend sollte die chinesische Führung auch darüber nachdenken, südkoreanische Reaktortypen zu bauen.

Zusammenfassend ist das Buch ein überzeugendes Plädoyer für die Kernenergie. Diese wird als zentrale Lösung zur Bekämpfung des Klimawandels präsentiert. Die Autoren empfehlen allen Ländern, den Weg zu einer ausgeglichenen Klimabilanz mit Hilfe der Kernenergie nachzueifern. Aufgrund der Vielzahl an technischen, politischen und ökonomischen Aspekten, die auf wenigen Seiten angesprochen werden, lässt es aber teilweise etwas am nötigen Tiefgang vermissen. (L.A.)

Joshua S. Goldstein & Staffan A. Qvist (2019). *A Bright Future: How Some Countries Have Solved Climate Change and the Rest Can Follow*. New York: Public Affairs.

ISBN 978-1541724105 (gebundene Ausgabe),
ISBN 978-1541724112 (Taschenbuch)



Das Nuklearforum Schweiz steht für die Vorteile der friedlichen Nutzung der Kerntechnik für Mensch und Umwelt. Seit über 60 Jahren unterstützt das Nuklearforum Schweiz als wissenschaftlich-technische Fachorganisation den Meinungsbildungsprozess im Bereich der Kernenergie und trägt als Informations- und Dialogplattform fundiert zur öffentlichen Debatte bei.

Zur Verstärkung der Geschäftsstelle in Olten suchen wir per 1. November 2021 oder nach Vereinbarung eine/n

Technisch-wissenschaftliche/-n Redaktor/-in 100% (m/w/d)

Ihre Aufgaben

- Innerhalb des Kommunikations-Teams als (Fach-)Redaktor/-in primär zuständig für die Themenbereiche Nukleartechnologie und kerntechnische Anwendungen
- Proaktive Recherche und Aufbereitung von weltweiten Informationen und Technologie-Trends für unsere Print- und Online-Kanäle/-Formate (z.B. Fachartikel, Interviews, Website-News, Videos, Podcasts)
- Erstellung von spannendem und zielgruppengerechtem Content
- Management von Kommunikationsprojekten
- Stellvertretung der Chefredaktorin des Verbandsmagazins «Bulletin»
- Mitarbeit im Newsroom-Team
- Unterstützung bei weiteren Verbandsaktivitäten (z.B. Events)

Ihr Profil

- Hochschulabschluss (Uni/FH) oder gleichwertiger Abschluss, vorzugsweise in naturwissenschaftlicher/technischer Richtung
- 1–2 Jahre Erfahrung im Kommunikations- und/oder Redaktionsumfeld
- Die Fähigkeit, technisch-wissenschaftliche und komplexe Inhalte auch einem breiten Publikum zu vermitteln.
- Stilsicheres Deutsch, sehr gute Französisch- und Englischkenntnisse
- Erweiterte Kenntnisse der MS Office-Palette. Erfahrung in Adobe Creative Cloud und CMS oder Webpublishing von Vorteil

Unser Angebot

- Interessantes Arbeitsumfeld mit Gestaltungsmöglichkeiten
- Dynamisches Team
- Offene Unternehmenskultur
- Attraktive Anstellungsbedingungen
- Zentraler Arbeitsplatz in Olten, Nähe Bahnhof

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann freuen wir uns auf **Ihre Bewerbung bis 15. Oktober 2021**. Bitte richten Sie Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen per E-Mail (bewerbung@nuklearforum.ch) an Lukas Aebi, Geschäftsführer, der Ihnen auch für Fragen (Tel.-Nr. 031 560 36 50) gerne zur Verfügung steht.

Kippt die SVP das Neubauverbot?

Zwei prominente Stimmen aus der Schweizerischen Volkspartei (SVP) haben im Juli in Zeitungen neue Kernkraftwerke für die Schweiz vorgeschlagen. Dies und die Reaktionen darauf haben mediale Wellen geschlagen. Die «Neue Zürcher Zeitung» findet die Option auch ohne Voten aus der Politik überlegenswert.

Nach dem Mitte Juni 2021 Nachwuchskräfte der Schweizer Nuklearindustrie im White Paper «Kernenergie, Klima und Versorgungssicherheit» eine technologieoffene Energiepolitik nahegelegt hatten, ging kurz darauf eine bekannte SVP-Parlamentarierin einen Schritt weiter. In einem Interview im «Blick» vom 22. Juli forderte Nationalrätin Magdalena Martullo-Blocher nicht nur den Weiterbetrieb der Schweizer Kernkraftwerke über 50 Jahre hinaus, sondern brachte auch den Bau neuer Werke ins Spiel. «Wir können uns nicht erlauben, die Kernkraft abzustellen», lautete die Überschrift des Interviews. Darin äusserte sich Martullo-Blocher zum Klimawandel sowie zur Klima- und Energiepolitik der Schweiz. Letzteres tat sie sehr kritisch, zum Beispiel: «Selbst wenn man alle denkbaren Wasserkraftprojekte bauen würde, wäre diese Strommenge nur ein Tropfen auf den heißen Stein. Der links-grüne Landschaftsschutz blockiert zudem das einzige geplante Wasserkraftwerk seit Jahren!» Da der Bundesrat inzwischen wisse, dass der Ausbau der Wasserkraft nicht reichen werde, rechne er im Winter mit bis zu 40 Prozent Strom aus Europa. Das sei «völlig unrealistisch», da «die EU noch viel grössere Stromprobleme hat als wir. Die Hälfte des europäischen Stroms wird aus Gas und Kohle hergestellt. Davon will die EU nun weg – wie sie den Strom dann herstellen wird, steht aber in den Sternen. Dass die EU dann noch im Winter, wenn sowieso alle mehr Strom brauchen, die Schweiz beliefert, ist völlig illusorisch. Wir müssen uns selbst organisieren.» Daraus folgert sie: «Frau Sommaruga muss jetzt die Verantwortung übernehmen, die Stromlücke aufzeigen und lösen. Sie muss mit den AKW-Betreibern die sichere und effiziente Verlängerung der bisherigen Kernkraftwerke ausarbeiten. Eine Verlängerung um zehn Jahre wäre laut Experten möglich.» Gaskraftwerke will Martullo-Blocher nicht, «aber leider gibt es nichts anderes. Entweder importieren wir CO₂-Strom aus Europa oder bauen selber. Längerfristig kommen dann neue Technologien wie Geothermie, Wasserstoff, aber auch Kernkraft wieder in Betracht.» Damit sind wir natürlich einverstanden, weniger aber mit Martullo-Blochers abschliessender Aussage: «Ja, die Frage der lokalen Entsorgung ist un-

gelöst. Hier laufen Sondierprojekte. Offenbar sind die Skandinavier bereit, Endlager zu übernehmen.»

«Schnapsidee, absurd, haarsträubend»

Dass solche Äusserungen einer SVP-Nationalrätin ihre Kolleginnen und Kollegen auf den Plan rufen, ist nur logisch – ebenso, dass der «Blick» diese Reaktionen aufgreift. «Für die Grünen ist die Forderung nach einem neuen AKW <absurd>. GLP-Nationalrat Martin Bäumle (57) spricht von einer <Schnapsidee>. Und für SP-Nationalrätin Gabriela Suter (48) ist die Idee <haarsträubend>», stand dort am Tag nach Erscheinen des Interviews. Und weiter: «Teilweise gibt Mitte-Nationalrat Stefan Müller-Altermatt (45) Martullo-Blocher recht: <Eine Strommangellage ist ein grosses Risiko.> Baue die Schweiz die erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren nicht aus, <dann werden wir ein Problem haben>. <Gerade, weil es so ein grosses Problem ist, haben wir Glück, haben wir in den letzten Jahren nicht auf die SVP gehört und mit der Energiestrategie 2050 ein Massnahmenpaket für diesen Zubau auf den Weg geschickt.>» Auch GLP-Nationalrat Martin Bäumle widerspricht nicht kategorisch und geht sogar noch weiter: «Vorerst aber gehe es nicht ohne die bestehenden Meiler, so Bäumle: <Ich sage seit 2010, dass wir leider einzelne AKW wie Gösgen 60 bis 65 Jahre laufen lassen müssen, um die Versorgungssicherheit im Winter zu sichern – solange sie nach dem Stand der Technik sicher sind>, sagt der Grünliberale. So habe die Schweiz bis 2040 oder 2045 Zeit, um den Umbau auf erneuerbare Energien und neue Speicher zu schaffen.» Schützenhilfe erhält Martullo-Blocher aus den eigenen Reihen: «Die neue Energiestrategie ist gescheitert. Sämtliche Ziele bei Fotovoltaik, bei Wind oder Wasser sind nicht zu erreichen», sagt SVP-Nationalrat Christian Imark. «Wir kommen deshalb gar nicht um die Kernenergie herum. Wir müssen ohne Scheuklappen auch über neue AKW reden.»

SP-Energiepolitiker Eric Nussbaumer sieht das natürlich anders: «Die Bauzeit für ein neues AKW würde 30 Jahre dauern», argumentiert er. «Bis 2050 würde es keinerlei Beitrag zur Klimapolitik oder zur Energiewen-

de leisten.» Dass nicht der eigentliche Bau so lange dauern würde, sondern vor allem Einsparungen und Vorstösse von notorischen KKW-Gegnern wie ihm selbst die Inbetriebnahme verzögern würden, lässt Nussbaumer unerwähnt.

Wir haben bereits ein ideales Stromsystem

Ganz ohne Politikerzitate kam die «Neue Zürcher Zeitung» (NZZ) bei ihrer Berichterstattung zur Kernenergie am 24. Juli aus. Das könnte neben dem gewohnten NZZ-Stil ein weiterer Grund dafür sein, dass der Artikel «Ist der Verzicht auf Atomenergie zeitgemäss?» angenehm unaufgeregt daherkommt. Zwar steht dort zu Beginn der Kernkraftwerksneubau im britischen Hinkley Point als Negativbeispiel für Kostenüberschreitungen und Verzögerungen, dafür wird auf die Zuverlässigkeit der Kernkraftwerke eingegangen: «Die vier noch in Betrieb stehenden Schweizer Kernkraftwerke liefern fast rund um die Uhr zuverlässig Strom – im Schnitt etwa während 85% der Jahresstunden. Diese Leistung ist gerade im Winter wertvoll, weil dann die Flüsse wenig Wasser führen und deshalb die Produktion aus Wasserkraft geringer ist als im Sommer. Für die Versorgungssicherheit sind Kernkraftwerke somit ein Trumpf.» Die Budget- und Zeitplanüberschreitungen werden mit den Beispielen China und Südkorea später relativiert. Weiter verweist der Artikel auf Berechnungen der Nuclear Energy Agency (NEA), wonach ein «wirtschaftlich optimales Stromsystem für ein mittelgrosses Land, das weitgehend klimaneutral ist, mit dem man also die Pariser Klimaziele erfüllen würde» zu rund 35% Solar- und Windstrom und 40% Nuklearstrom bestehe. Die Schweiz habe eigentlich «ein nahezu «ideales» Stromsystem, weil es punkto CO₂-Gehalt bereits dort ist, wo die internationale Gemeinschaft hinwill. Und in der Schweiz hat die Kernkraft gerade etwa jenes Gewicht, das ihr in der Modellwelt optimalerweise zugeschrieben wird.» Nur habe die Schweiz den Atomausstieg beschlossen, ebenso Deutschland, Belgien und Spanien. Als Gegenbeispiele führt die NZZ Schweden, Finnland, Frankreich und Grossbritannien auf. Jedenfalls stelle sich die Frage, «ob man nicht noch einmal über die Bücher gehen sollte, wenn die Kernkraft ein so zentraler Pfeiler einer CO₂-freien Stromversorgung ist.»

Prämien für Zuverlässigkeit

Statt Politikern zitiert die NZZ Andreas Pautz, Professor für nukleare Energie und Sicherheit am Paul-Scherrer-Institut (PSI), zu Fragen der Reaktorsicherheit und Bauprojekten im Ausland. Auch auf die Small Modular Reactors (SMR) und garantierte Abnahmepreise für Strom wie in Grossbritannien geht der Artikel

ein. Letztere würden als Subventionen kritisiert, «man kann aber auch von einer Prämie für Zuverlässigkeit sprechen». Damit schliesst sich der Kreis zum Lead und zur Hauptaussage des Artikels, wonach der Bau neuer Kernkraftwerke auch deshalb unattraktiv ist, weil «die Zuverlässigkeit der Stromproduktion kaum honoriert wird». Der Schluss des Artikels könnte denn auch von uns sein: «Die Schweiz hat mit ihrer Wasser- und ihrer Kernkraft einen CO₂-armen Strommix, für den sie manches Land bewundert. Einheimische Kernkraft nun durch (allenfalls subventionierte) Gaskraftwerke oder Importe von Kohlen- oder französischem Atomstrom zu ersetzen (sofern Einfuhren im Winter überhaupt möglich sind), kann deshalb kaum der Weisheit letzter Schluss sein.»

Versicherung für 0,3 Rappen pro Kilowattstunde

Auf der gleichen Doppelseite listet die NZZ ausführlich die Bau-, Stilllegungs- und Produktionsstatistiken der Kernenergie weltweit auf, aktuell wie auch historisch, inklusive Auswirkungen der Unfälle in Three Mile Island, Tschernobyl und Fukushima, und geht, wiederum mit Andreas Pautz vom PSI, der Frage «Wie viel kostet Atomstrom?» nach. Die Antwort: Vier bis sechs Rappen pro Kilowattstunde (kWh) in den Schweizer KKW. Davon, wie es auch die NZZ anmerkt, geht ein Rappen an die Finanzierung von Stilllegung und Entsorgung. Spannend finden wir die Berechnung der NZZ, bzw. von Pautz, zur Schadensversicherung. Der Kernkraft werde «vorgeworfen, sie werde indirekt subventioniert, weil die Betreiber sich nicht für einen GAU versichern würden bzw. könnten». Würde man einen internationalen Fonds äufnen, der nach 25 Jahren für die Schadenssumme von USD 200 Mrd. des Reaktorunfalls in Fukushima aufkommen könnte, müsste man laut Pautz «weltweit auf jeder Kilowattstunde Atomstrom eine Abgabe von 0,3 Rappen erheben. Die Internalisierung würde den Atomstrom somit etwas verteuern, aber matchentscheidend scheint dies nicht.»

Erfreulicher NZZ-Kommentar

Damit aber nicht genug, denn bei einer so intensiven Auseinandersetzung mit einem Thema darf in der NZZ auch ein Kommentar nicht fehlen: «Die Kernkraft verdient einen frischen Blick». Auch wenn wir diesen hier gern komplett wiedergeben möchten, müssen wir uns aus Platzgründen auf Auszüge beschränken:

- «Deutschland stellt als vermeintlicher Musterknabe bereits nächstes Jahr seine letzten Kernreaktoren ab – während Kohlekraftwerke weiterlaufen. Das ist absurd.»
- «Es ist eines, wenn sich wohlstandsverwöhnte Länder wie die Schweiz und Deutschland dazu entschei-

den, ganz auf die Kernenergie zu verzichten. Man sollte aber nicht auch noch Schwellenländer erziehen wollen. Es wäre jedenfalls fürs Klima viel gewonnen, wenn China statt der vielen geplanten Kohlekraftwerke stärker auf Kernkraft setzen würde.»

- «Der möglichst rasche Ausstieg aus der Kernenergie ist keine gute Politik, sondern scheint angesichts der gewaltigen Herausforderung des Klimawandels zunehmend rückwärtsgewandt. Es gilt vielmehr, Vor- und Nachteile der Kernkraft neu abzuwägen. Sie hat einen frischen Blick verdient.»

Kritischer Tagesanzeiger

Damit nun zum «Tagesanzeiger» vom 28. Juli und damit zurück in die Politik. Keine ganze Woche nach Martullo-Blocher doppelt SVP-Nationalrat Albert Röstli nach: Er wolle, so der Tagi, die Gelegenheit der Revision des Energiegesetzes nutzen, um eine Änderung im Kernenergiegesetz zu beantragen und das Neubauverbot für Kernkraftwerke kippen. Die Gefahr des Strommangels, so Röstli, «werde sich mit dem Auslaufen der bestehenden Kernkraftwerke und der zunehmenden Umstellung auf Elektroenergie erheblich verstärken. <Technologieverbote haben bei dieser enormen Her-

ausforderung keinen Platz>.» Dazu der Tagi: «Da ist er also: der konkrete Plan, das Neubauverbot für AKW politisch zu kippen. Ein erstaunliches Comeback.» Es folgt ein Abriss der Geschehnisse seit Fukushima, des Umschwungs von Baugesuchen zum Ausstiegsbeschluss. Von «einflussreichen Atomfreunden» ist die Rede, von Vorbereitungen für eine «Politikschlacht», von der «weltweit aktiven PR-Agentur Burson-Marsteller» als «treibende Lobbykraft für Atomstrom» und von der «Lobbyorganisation Nuklearforum», die auch nach dem Ausstiegsbeschluss im Hintergrund aktiv blieb. Unser White Paper wird erwähnt und die Argumente der Befürworter, Stromversorgungssicherheit und Klimawandel, und ebenso die kleinen, modularen Reaktoren. Dann kommt der Artikel auf die lange Projekt- und Bauzeit zu sprechen und hält am Schluss fest: «Denn die grossen Stromkonzerne im Land sind derzeit sehr zurückhaltend, was Kernkraftwerke angeht. Weder BKW noch Axpo noch die Alpiq denken heute darüber nach, in solche Anlagen zu investieren.»

Es bleibt die Frage, ob dafür nicht zuerst einmal das Neubauverbot aus dem Gesetz gestrichen werden müsste – und wie ernst es der SVP damit ist. (M.Re. nach diversen Medienbeiträgen, Juli 2012)

Schweiz

Im Jahr 2020 stammt der Strom aus Schweizer Steckdosen (**Strom-Liefermix**) zu 66% aus Grosswasserkraft und zu 19,9% aus Kernenergie. Der Anteil neuer erneuerbarer Energieträger (Sonne, Wind, Biomasse und Kleinwasserkraft) beträgt 10,3%. 1,8% stammt aus Abfällen und fossilen Energieträgern. Für 2,1% des gelieferten Stroms sind Herkunft und Zusammensetzung laut Bundesamt für Energie nicht überprüfbar.

Gemäss der Eidgenössischen Elektrizitätskommission (ElCom) sind **grössere Anstrengungen** als bislang geplant notwendig, um die Stromversorgung der Schweiz längerfristig zu sichern. Insbesondere die hohe Importabhängigkeit nach Ausserbetriebnahme der Kernkraftwerke führe zu wesentlichen Risiken.

Im Rahmen der jährlichen **aeroradiometrischen Messkampagne** der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) werden keine ungewöhnlichen Werte über den Kernkraftwerken Gösgen und Mühleberg und ihrer Umgebung festgestellt.



Bei den Messungen überfliegt ein Super Puma des Bundes die Gebiete in rund 90 Meter Höhe in parallelen Bahnen.

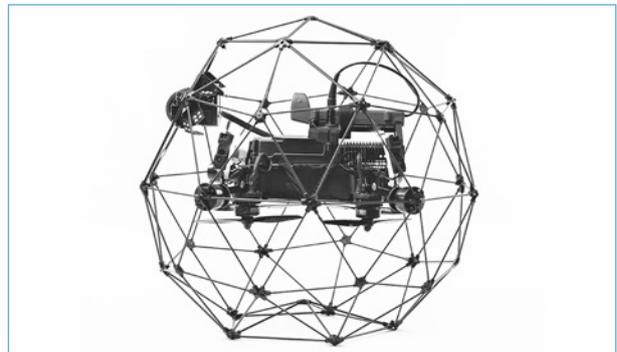
Foto: VBS/Sina Guntern

Nach 34 Tagen geplantem Produktionsunterbruch für Brennelementwechsel und Unterhaltsarbeiten nimmt das Kernkraftwerk **Gösgen** am 25. Juni 2021 die Stromproduktion wieder auf.

Während der Jahreshauptrevision 2021 erneuert die Betreiberin des Kernkraftwerks **Leibstadt** den Kondensator und das Reaktorumschälensystem. Die Arbeiten werden voraussichtlich 155 Tage dauern. Zudem werden 80 frische Brennelemente in den insgesamt 648 Brennelemente fassenden Reaktorkern eingesetzt.

Nach erfolgreichem Brennelementwechsel, dem Abschluss von Instandhaltungsarbeiten und wiederkehrenden Prüfungen sowie der Inbetriebnahme von neuen Systemen und Komponenten bringt die Xpo **Beznau-2** am 11. September 2021 wieder ans Netz.

Die Schweizer Drohnenentwicklerin Flyability bringt die neue **Indoor-Drohne Elios 2 RAD** auf den Markt, die mit einem Strahlungssensor ausgestattet ist. Sie kann bei Innenraum-Inspektionen in Kernkraftwerken eingesetzt werden.



Die neue Indoor-Drohne Elios 2 RAD ist mit einem Dosimeter ausgestattet und kann speziell für Inspektionen in kerntechnischen Anlagen eingesetzt werden.

Foto: Flyability

Ein an der Universität Bern entwickelter und gebauter Detektor-Prototyp kommt nach einer sechswöchigen Reise per LKW und Schiff im amerikanischen Forschungslabor Fermilab an. Dort wird der **«ArgonCube»** für den Einsatz an einem Experiment zur Erforschung von Neutrinos getestet.



Der Prototyp des Neutrino-Detektors «ArgonCube» beginnt an der Universität Bern die lange Reise zum Fermilab in den USA.

Foto: LHEP, Universität Bern

International

In einem offenen Brief ruft die **Nuklearindustrie** die Staats- und Regierungschefs führender Nationen auf, Investitionen in die Kernenergie als Teil der Netto-Null-Bewegung zu beschleunigen. Sie fordert **für alle kohlenstoffarmen Energieträger** – also auch für die Kernenergie – einen gleichberechtigten Zugang zur Klimafinanzierung.

Insgesamt 87 Mitglieder des Europäischen Parlaments (MEP) fordern die EU-Kommission auf, der Wissenschaft zu folgen und die Kernenergie in die **Taxonomie für nachhaltige Finanzen** aufzunehmen. «Wir hoffen, dass die Europäische Kommission mutig genug ist, EU-Regelungen zu schaffen, die nicht aktiv Investitionen in die Kernenergie oder jede andere fossilfreie Technologie benachteiligen», so die MEP.

Die neue Landesregierung **Grönlands**, das Naalakkersuisut, schickt einen Gesetzentwurf in die Vernehmlassung, der die Voruntersuchung, Exploration und Gewinnung von Uran auf der Insel verbietet. Die Regierung beschliesst zudem, neue Öl- und Gasexplorationen in Grönland zu stoppen.

Das slowenische Infrastrukturministerium erteilt die Genehmigung für den Bau eines zweiten Blocks am Standort **Krško**. Somit kann das Genehmigungsverfahren lanciert werden.



Jernej Vrtovec, Infrastrukturminister Sloweniens, beantwortet Fragen an der Medienkonferenz zur Genehmigung des Baus einer zweiten Kernkraftwerkseinheit.

Foto: MZI

Der Bau der WWER-1200-Einheit **Xudabao-3** in der Provinz Liaoning im Nordosten Chinas beginnt offiziell am 28. Juli 2021 mit dem Giessen des ersten Betons.

Die Nuclear Power Plants Authority (NPPA) legt der ägyptischen Aufsichtsbehörde die Genehmigungs-dokumentation für den Bau der Kernkraftwerkseinheiten **El-Dabaa-1 und -2** vor.

Mit dem Giessen des ersten Betons beginnt offiziell der Bau der russischen WWER-1000-Einheit **Kudankulam-5** im Bundesstaat Tamil Nadu an der Südspitze Indiens.

Der chinesische Präsident Xi Jinping und sein russischer Amtskollege Wladimir Putin nehmen am 19. Mai 2021 per Videokonferenz am Giessen des ersten Betons für die WWER-1200-Einheit **Tianwan-7** teil.



Präsident Putin verfolgt die Zeremonie per Videokonferenz.

Foto: Russische Regierung

Am 21. August 2021 wird der Kugelhaufen-Hochtemperatur-Demonstrationsreaktor Shandong Shidaowan **HTR-PM** – der «High-Temperature Gas-Cooled Reactor – Pebble Bed Module» – in der chinesischen Provinz Shandong erstmals mit Brennstoff beladen. →



Der erste Brennstoff wird in den HTR-PM geladen.

Foto: China Huaneng Group

Im Reaktor der APR-1400-Einheit **Barakah-2** läuft am 27. August 2021 erstmals eine sich selbsterhaltende Kettenreaktion ab.



Barakah-2 – die zweite Kernkraftwerkseinheit der VAE – ist am 27. August 2021 kritisch gefahren worden.

Foto: EneC

Laut der China National Nuclear Corporation (CNNC) nimmt die CNP-1000-Einheit **Tianwan-6** in der chinesischen Provinz Jiangsu im Juni 2021 den kommerziellen Betrieb auf.

Die ACPR-1000-Einheit **Hongyanhe-5** in der chinesischen Provinz Liaoning nimmt ihrerseits am 31. Juli 2021 den kommerziellen Betrieb auf.

Das Projekt zum Rückbau des alten Betonsarkophags von **Tschernobyl-4** kann beginnen, da das staatliche ukrainische Unternehmen Chernobyl Nuclear Power Plant die erforderliche Genehmigung für die Inbetriebnahme der neuen Sicherheitshülle erhalten hat.



Die neue Sicherheitshülle um den zerstörten Block 4 von Tschernobyl hat den Normalbetrieb aufgenommen.

Foto: Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung

Die Teollisuuden Voima Oyj und die Anlagenlieferantin Areva-Siemens erzielen eine Einigung über die Bedingungen für die Fertigstellung der EPR-Einheit **Olkiluoto-3** in Finnland. Die erste Stromproduktion ist für Februar 2022 vorgesehen.

Die Tennessee Valley Authority (TVA) plant, bis Ende 2023 bei der Nuclear Regulatory Commission (NRC) einen zweiten Betriebsverlängerungsantrag für ihre drei **Browns-Ferry**-Einheiten in Alabama einzureichen. Die zweite Erneuerung verlängert die Betriebsdauer von 60 auf 80 Jahre.

Die Nuclear Regulatory Commission (NRC) erhält von der Florida Power and Light Corporation (FP&L) einen Antrag auf eine zweite Betriebsverlängerung über 20 Jahre für das Kernkraftwerk **St. Lucie**.

Die amerikanische Nuclear Regulatory Commission (NRC) nimmt das Gesuch der Duke Energy Carolinas für eine zweite Verlängerung der Betriebsbewilligung für das Kernkraftwerk **Oconee** zur Prüfung an.

Die Exelon Generation legt der amerikanischen Nuclear Regulatory Commission (NRC) die Stilllegungspläne für ihre Kernkraftwerke **Byron** und **Dresden** vor. Sie begründet diesen Schritt mit der Untätigkeit der staatlichen Gesetzgeber in Bezug auf Gesetze für saubere Energieformen.

Die amerikanische Nuclear Regulatory Commission (NRC) nimmt den Antrag der Centrus Energy Corp. auf eine Bewilligungsänderung für die Produktion von sogenanntem High-Assay Low Enriched Uranium (**HALEU**) in der American Centrifuge Plant (ACP) bei Piketon im Bundesstaat Ohio an. Damit ist die ACP die einzige Anlage in den USA, die auf bis zu 20% angereicherten Brennstoff herstellen kann.

Der Bau des Demonstrationsreaktors vom Typ ACP100 – auch als **Linglong One** bezeichnet – beginnt laut der China National Nuclear Corporation (CNNC) am 13. Juli 2021. Der Standort des kleinen, modularen Reaktors (Small Modular Reactor, SMR) befindet sich auf dem Gelände des Kernkraftwerks Changjiang in der autonomen Inselprovinz Hainan im Süden des Landes.

Die Kernkraftwerkseinheit **Kuosheng-1** (BWR, 985 MW) in Taiwan wird am 2. Juli 2021 – sechs Monate vor ihrer geplanten Abschaltung – wegen fehlender Lagerkapazität für ausgediente Brennelemente endgültig vom Netz genommen.

Die China National Nuclear Corporation (CNNC) lanciert im Kernkraftwerk **Qinshan** ein Demonstrationsprojekt zur **Fernwärmeversorgung**. Das Projekt soll «eine Kernenergielösung zur Bekämpfung des Heizproblems in Südchina bieten», so das Unternehmen.



Das Kernkraftwerk Qinshan mit seinen sieben Einheiten wird Fernwärme liefern.

Foto: CNNC

Das internationale Projekt «Rhisotope» untersucht die Einbringung kleinster Mengen **radioaktiver Isotope** in das Horn eines **Nashorns**. Die Radioaktivität soll ausreichend stark sein, dass sie mit den Messgeräten an den Grenzübergängen erkannt werden kann. Damit soll der Schmuggel von Nashornhörner eingedämmt werden.



Im Kampf gegen die Nashornwilderei wird auf leicht radioaktive Substanzen gesetzt.

Foto: Jessica Shuttleworth/Wits

Das belgische Kernforschungszentrum (SCK-CEN) und der belgische Luftfahrtspezialist Sabca entwickeln eine innovative Technologie, die den Einsatz von **Drohnen** zur Durchführung radiologischer Messungen ermöglicht.



Belgiens Innenministerin Annelies Verlinden lässt sich die neue Drohentechnologie zeigen. In ihrer Anwesenheit wird ein Szintillationszähler zur Strahlungsüberwachung an der Drohne angebracht.

Foto: SCK CEN

Der schwedische staatliche Energiekonzern **Vattenfall** schliesst eine Vereinbarung mit dem estnischen Start-up-Unternehmen **Fermi Energia**, um Minderheitsaktionär des Unternehmens zu werden. Die Fermi Energia ist am Einsatz von kleinen, modularen Reaktoren (Small Modular Reactors, SMR) in Estland interessiert.

Das erste Modul der zentralen Transformatorspule des Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktors (**Iter**) – auch **zentrales Solenoid** genannt – wird in Houston auf ein Frachtschiff verladen. Es wird im September am Iter-Standort in Frankreich erwartet. →



Das 110 t schwere Modul wird am 7. Juli 2021 in den Laderaum der «Ocean Grand» verladen.

Foto: US Iter

Am 26. Juli 2021 wird der erste Beton für das Fundament des **Forschungs- und Technologiezentrums für Kerntechnik in Bolivien** gegossen. Damit wird der offizielle Startschuss für das Projekt gegeben, an dem Russland beteiligt ist.



Luis Alberto Arce Catacora, Präsident Boliviens, und Kirill Komarow, erster stellvertretender Generaldirektor für Unternehmensentwicklung und internationales Geschäft des Staatskonzerns Rosatom, nehmen an der Zeremonie für den Bau des Forschungs- und Technologiezentrums für Kerntechnik in El Alto in Bolivien teil.

Foto: Rosatom

Die südkoreanischen Unternehmen Samsung C&T Corporation und Doosan Heavy Industries & Construction investieren in den **SMR** der **NuScale Power**.

Die University of Illinois at Urbana-Champaign reichte eine Absichtserklärung für den Bau eines **modularen Mikroreaktors** der Ultra Safe Nuclear Corporation bei der amerikanischen Nuclear Regulatory Commission (NRC) ein.

Die United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA) setzt 15 Standorte für den Spherical Tokamak for Energy Production (**STEP**) – den Prototyp der britischen Fusionsanlage – auf ihre Auswahlliste. Die Entscheidung über den Standort soll bis Ende 2022 getroffen werden. (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.ebulletin.ch.

Dr. Hans Rudolf Lutz

Ehem. Leiter des Kernkraftwerks Mühleberg



Die zweite nukleare Ära

Ausserhalb von Ländern wie der Schweiz oder Deutschland, die sich kurz- und mittelfristig aus der Kernenergie verabschieden wollen, geht die Entwicklung der Nukleartechnik weiter. Gerade die Erfahrungen nach dem Reaktorunfall von Fukushima-Daiichi haben zum Beginn einer zweiten nuklearen Ära geführt, die insbesondere die Klimaschutzmassnahmen einzelner Länder unterstützen kann.

Kurzer Rückblick auf die erste nukleare Ära

In seinem im Jahr 1994 publiziertem Buch mit dem Titel «The First Nuclear Era» hat der amerikanische Nuklearpionier Alvin M. Weinberg die Rolle der USA beim Aufbau der ersten grossen Serie von Kernreaktoren beschrieben. Es handelte sich dabei um die beiden Leichtwasserreakortypen Pressurized Water Reactor (PWR) und Boiling Water Reactor (BWR). Zusammen mit den kanadischen Schwerwasserreaktoren und den englischen Graphitreaktoren gehörten sie zur Klasse der Generation II-Typen, wie man sie heute nennt.

Die amerikanischen Leichtwasserreaktoren wurden in den Jahren 1960 bis 1990 erstellt. Dazu gehören auch vier der fünf Schweizer Kernkraftwerkseinheiten: Beznau-1 und -2, Mühleberg und Leibstadt. Die Anlage Gösgen ist mit einem Reaktor deutscher Herkunft errichtet worden.

In den USA standen 1990 über 100 dieser Reaktoren, in Frankreich 58 (einer auf Lizenzen basierenden Eigenentwicklung) und in Japan 54.

Weinberg betrachtet den Beginn der Neunzigerjahre als Ende der ersten nuklearen Ära. Danach wurden wegen der Reaktorunfälle Three Mile Island und Tschernobyl sowie wegen des steigenden öffentlichen Widerstands in den USA keine weiteren Reaktoren der Generation II mehr gebaut.

Man muss hier allerdings hinzufügen, dass die in den USA ursprünglich auf 40 Jahre beschränkte Betriebsdauer bei den noch verbleibenden Anlagen von der Bewilligungsbehörde NRC auf 60 und bei weiteren vier bereits auf 80 Jahre erhöht wurde. Das bedeutet: Es werden auch noch nach dem Jahre 2060 Kernkraftwerke mit Reaktoren der Generation II in Betrieb stehen!

Die Entwicklung der Reaktortypen der Generation III und III+

Basierend auf den Erfahrungen des Reaktorunfalles in Three Mile Island und einer Reihe weiterer Störfälle begannen die Reaktorbauer in verschiedenen Ländern mit der Weiterentwicklung der Reaktortypen der Generation II zu neuen Typen der sogenannten Generation III und Generation III+. Sie haben alle die folgenden neuen Charakteristika:

- Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalles mit Kernschmelze wurde von 10^{-4} auf 10^{-7} reduziert.
- Die Kernschmelze, auch Corium genannt, wird noch im Reaktor selbst so gekühlt, dass sie drinnen bleibt, oder sie wird mit Hilfe eines sogenannten Core Catchers nach dem Durchschmelzen des Druckgefässes aufgefangen und innerhalb des Sicherheitsbehälters gekühlt und festgehalten. In beiden Fällen wird die Umgebung nicht oder nur in sehr beschränktem Masse tangiert.
- Weitere Neuheiten betreffen vor allem die Wirtschaftlichkeit. Diese umfassen den besseren thermischen Wirkungsgrad, die von Anfang an geplante

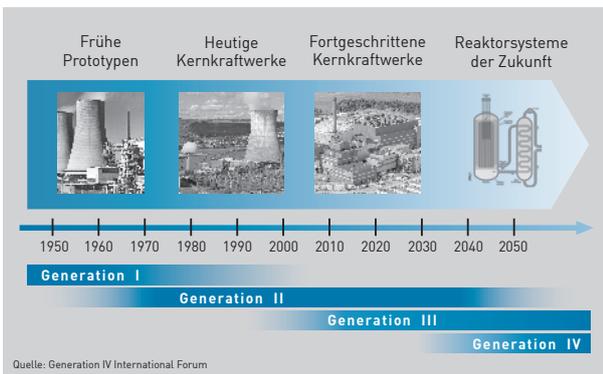
längere Betriebsdauer (60 bis 80 Jahre), höheren Abbrand und billigere Anreicherungskosten für die Brennelemente und günstigere Herstellungskosten (modulare Bauweise).

Hauptinitiant und Hauptanwender dieser Neuheiten sind China, Frankreich, Russland und Südkorea. Die USA haben sich vor allem bei der Urananreicherung (Zentrifugen- statt Diffusionsanlagen) beteiligt. Sie haben sich daneben auf die Entwicklung der neuen Kleinreaktoren – die Small Modular Reactors (SMR) – konzentriert. Eine erste Serie eines SMR soll noch vor Ende der 2020er-Jahre im Idaho National Laboratory in Betrieb genommen werden.

Die zweite nukleare Ära

Man übertreibt nicht, wenn man feststellt, dass heute, nach Überwindung des Schocks vom Reaktorunfall in der japanischen Anlage Fukushima-Daiichi, die neue, zweite nukleare Ära begonnen hat.

Mit Ausnahme von Belgien, Deutschland und der Schweiz gibt es kein Land, das eine «Energiewende» weg von der Nuklearenergie in eine Zukunft mit ausschliesslich sogenannter erneuerbarer Elektrizitätserzeugung gewählt hat. Ich sage sogenannt, weil ja bekanntlich das Gros der Solarzellen aus chinesischer Produktion mit viel grauer Kohlekraftwerk-Energie stammt.



Es gibt heute bereits 20 Länder mit Kernkraftwerksanlagen der Generation III/III+ die in Betrieb, in Bau oder geplant sind. In der folgenden Tabelle sind sie zusammengestellt.

Reaktoren der Generation III und III+

(Stand 15.9.2021)

Land	In Betrieb	In Bau	Geplant
Ägypten			4
Argentinien			1
Bangladesch		2	
Belarus	1	1	
Bulgarien	2		
China	14	13	36
Finnland		1	1
Frankreich		1	
Grossbritannien		2	4
Indien		3	6
Iran	1	1	
Japan	4	2	9
Polen			6
Russland	4	3	11
Südkorea	3	4	2
Tschech. Rep.			2
Türkei		3	1
Ungarn			2
USA		2	2
VAE	2	2	
Total	31	40	85

Die beiden seit über 15 Jahre in Bau befindlichen Kernkraftwerkseinheiten Olkiluoto-3 in Finnland und Flamanville-3 in Frankreich werden von den ideologisch grünen Politikern nimmermüde als Beispiele zitiert, wie lange man braucht, einen Reaktor der Generation III zu bauen und wie teuer sie heutzutage zu

stehen kommen. Ignoriert wird dabei beispielsweise die Erfolgsstory bei der Grossanlage Barakah in Abu Dhabi (VAE) am Persischen Golf mit vier 1450-MW-Reaktoren, die zum Preis von USD 20,4 Mrd. von einem Konsortium unter Leitung des südkoreanischen Stromversorgers Kepco errichtet werden. Barakah-1 nahm den kommerziellen Betrieb am 6. April 2021 auf, Barakah-2 wurde am 14. September 2021 mit dem Stromnetz synchronisiert und die Bauarbeiten von Barakah-3 und -4 neigen sich dem Ende entgegen.

Die bereits erwähnten SMR gehören ganz klar auch zur zweiten nuklearen Ära. Sie werden vermutlich vor allem in dünnbesiedelten, von Grossstädten weit entfernten Gebieten sowie in Entwicklungsländern zum Einsatz gelangen. Ihr Hauptvorteil: Das Schmelzen des Kerns kann physikalisch ausgeschlossen werden!

Klimaschutz kann die zweite nukleare Ära beschleunigen

Für grüne Politiker gilt der allgemeine Konsens: Stromerzeugung mit Wind, Fotovoltaik und eventuell Wasserkraft ist der einzig gangbare Weg zu deren Dekarbonisierung. Kernenergie ist für sie nach wie vor inakzeptabel. Das einzige Land, das dieser Philosophie streng Folge leistet, ist Deutschland. So wird es von unseren Mainstream-Medien wenigstens kommuniziert. Dass unser nördlicher Nachbar gegen Ende des Jahres mit der Leitung North Stream II in grossem Stil russisches Erdgas einführen wird, scheint niemanden zu stören. Erdgas besteht zu 93% aus Methan (CH₄). Ein Gas, das zwischen 25- bis 80-mal treibhauswirksamer ist als CO₂! Auch bei nur geringen Leckagen aus der mehrere tausend Kilometer langen Pipeline ist die Stromerzeugung mit Erdgas praktisch gleich klimaschädlich wie Erdöl (25% besser als Kohle). Damit ist schon jetzt klar: Deutschland wird die CO₂-Ziele der Pariser Konvention nie einhalten können.

Gut ist, dass zum Beispiel Polen – nicht wie die Schweiz – den deutschen «Energiewende»-Schwindel nicht mitmacht und seine momentan auf 60–70% Kohlestrom fussende Elektrizitätserzeugung langfristig auf Kernenergie umrüsten will. Auch die Tschechische Republik plant, in Dukovany ein weiteres Kernkraftwerk zu errichten. Sie hat kürzlich mit der südkoreanischen Kepco Kontakt aufgenommen. Deren Erfolg mit der Generation-III-Kernkraftwerksanlage Barakah hat sie zu diesem Schritt ermuntert.

Weltweit mehren sich die Stimmen, die, wie Polen und die Tschechische Republik, der Kernenergie bei der Dekarbonisierung einen grossen Stellenwert beimessen.

Stellvertretend für alle Äusserungen sei der Gouverneur des amerikanischen Bundesstaats Wyoming, Mark Gordon, zitiert: «Nuclear power is our fastest and clearest course of becoming carbon negative.»

Ein weiterer Beweis, dass sich die zweite nukleare Ära voll im Anlaufen befindet, sind die Meldungen der internationalen Kernenergie-Nachrichtenagentur NucNet über neue Anlagen im Monat Juli 2021:

- In China beginnt der Bau des SMR Linglong-1.
- Das erste polnische Kernkraftwerkprojekt in Polen soll beschleunigt werden.
- Die Bewilligungsunterlagen für die beiden ägyptischen Reaktorprojekte El-Dabaa-1 und -2 sind bei den ägyptischen Sicherheitsbehörden eingereicht worden.
- Ein von Tractebel geführtes Konsortium soll Brasilien helfen, die Fertigstellung von Angra-3 zu bewerkstelligen.
- In Slowenien wird die Bewilligung für die zweite Einheit am Standort Krško erteilt.
- Die südkoreanische Sicherheitsbehörde erteilt eine bedingte Bewilligung für den Start der Einheit Shin-Hanui-1.

Mögliche Weiterentwicklung der zweiten nuklearen Ära

China hat im Juni 2021 seinen nächsten Fünf-Jahres-Plan veröffentlicht. Darin ist festgehalten, die Kernenergiekapazität um 20'000 MW zu erhöhen. Mit dieser Zielsetzung baut das Land der Mitte seine Führungsposition in der Zweiten nuklearen Ära weiter aus. Das amerikanische SMR-Entwicklungsprogramm liegt im Vergleich mit den chinesischen Plänen weit zurück, ist etwas kleinkariert und nichts, womit «America great again» gemacht werden kann.

An zweiter und dritter Stelle kann man Russland und Indien setzen. Russland hat sich bereits stark gemacht im Export von Kernkraftwerken der Generation III (Ägypten, China, Finnland, Indien, Iran, die Türkei, Weissrussland) und will diesen Sektor mit Erdgaseinkünften weiter ausbauen. Indien beschreitet einen Sonderweg. Es ist das Land mit den grössten Thoriumvorkommen. Das Isotop Thorium-232 ist wie Uran-238 nicht spaltbar, kann aber beispielsweise in einem Brutreaktor der Generation IV in das spaltbare Uran-233 umgewandelt werden. Es ist Indiens langfristiges Ziel, auf diese Weise seine Energieversorgung für tausende von Jahren sicherzustellen.

Als nächstes Zweite-Ära-Nuklearland muss Frankreich genannt werden. Mit seinem EPR-Reaktorkonzept der

Generation III spielt es trotz der grossen Anfangsschwierigkeiten beim Bau der Kernkraftwerkseinheiten Olkiluoto-3 (Finnland) und Flamanville-3 (Frankreich) ebenfalls in der ersten Liga mit. Grossbritannien muss seinen in die Jahre gekommenen Kernkraftwerkspark ersetzen und baut derzeit zwei EPR-Einheiten am Standort Hinkley Point C. In China sind die beiden EPR Taishan-1 und -2 innerhalb von acht beziehungsweise neun Jahren vollendet worden. Man kann davon ausgehen, dass die Ersatzbauten für die in die Jahre gekommenen Kernkraftwerke der Generation II in Frankreich vom Typ EPR sein werden. Auch weitere Exporte nach ersten gutverlaufenen Betriebsjahren sind wahrscheinlich.

Die gleichen Überlegungen gelten für Südkorea. Die Barakah-Erfolgsstory wird neben der Tschechischen Republik sicher weitere Interessierte zu Offertenanfragen ermuntern. Australien könnte einer davon sein, wenn eine neue Regierung einsieht, dass sie ihre eigenen (grossen) Uranvorkommen bei sich im Lande verwenden könnte und nicht nur, um mit Exporten Geld zu verdienen. Australien könnte gleichzeitig ihre äusserst kohleabhängige Elektrizitätsversorgung dekarbonisieren und damit einen eigenen Beitrag zur Rettung des Great Barrier Reef leisten.

Natürlich kann man sich auch ein Umdenken in den USA vorstellen. Ein(e) kluge(r) Präsident(in) könnte sich erinnern, dass die Amerikaner die Pioniere der ersten nuklearen Ära gewesen sind und dass ihre ingenieurmässigen und industriellen Kapazitäten hinreichend wären, den jetzt klar vorhandenen Rückstand aufzuholen. Ein entsprechender parlamentarischer Vorstoss – der Nuclear Energy Leadership Act – wurde nach Behandlung in den beiden Kammern gutgeheissen, ist aber bis jetzt ohne Wirkung geblieben.

Und wo stehen wir in der Schweiz? Mit dem Interview von Nationalrätin Magdalena Martullo-Blocher am 22. Juli im «Blick TV» hat die in verschiedenen Kreisen schon seit einiger Zeit kursierende positive Meinung zum Bau neuer Kernkraftwerke einen neuen Höhepunkt erreicht.

Mit der Aufhebung des Kernkraftwerkverbots könnte eines der Projekte (Beznau-3, Gösgen-2 oder Mühleberg-2) wieder aus den Schubladen hervorgeholt und der zweiten nuklearen Ära auch in der Schweiz die Tore geöffnet werden.

Zwei Ziele stehen dabei im Vordergrund: eine jederzeit genügende Stromversorgung und das Erreichen der

Dr. Hans Rudolf Lutz schloss 1961 sein Physikstudium ab und dissertierte über reaktorphysikalische Experimente am damaligen Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung. Nach einem Forschungsaufenthalt in den USA war er zunächst für den Aufbau der Betriebsmannschaft des im Bau befindlichen Kernkraftwerks Mühleberg zuständig und wurde später zum ersten Betriebsdirektor der Anlage ernannt. Darauf folgte eine Anstellung bei Brown, Boveri & Cie AG (BBC) als Chef Planung in der Gruppe Nordamerika und dann als Chef des Verkaufs Schweiz. 1987 trat er in die Direktion der Aare-Tessin AG (Atel) ein. Von 1991 bis 2001 war Hans-Rudolf Lutz Projektleiter beim Bau des Zwischenlagers für radioaktive Abfälle (Zwilag). Er besetzte auch politische Mandate: Von 1978 bis 1987 war er Grossrat im Kanton Bern und von 1997 bis 2013 Kantonsrat im Kanton Solothurn.

Null-CO₂-Emissionen bis 2050. Mit der «Energiewende»-Strategie wird dies nicht gelingen. Es braucht die Kernenergie. Vor allem auch für die Winterstromversorgung, wenn Fotovoltaik nirgends hin reicht. Wir benötigen deshalb ein Kernenergiegesetz, das den Bau neuer Kernkraftwerke nicht verbietet, sondern fördert. So wie es die 20 Länder, die in der Tabelle (Seite 32) aufgeführt sind, aufzeigen.

Quellen:

Alvin M. Weinberg (1994): The First Nuclear Era – The Life and Times of a Technological Fixer. ISBN 978-1563963582
 Nucleopedia: Generation III (<https://de.nucleopedia.org>)
 NucNet: New Build Monthly vom 27. Juli 2021
 Blick-TV vom 22. Juli 2021: Magdalena Martullo-Blocher fordert AKW

Verdankungen:

Herr Hans Achermann hat das Manuskript gelesen und eine Reihe von Korrekturen und nützlichen Ergänzungen gemacht.

Wer ist hier der Träumer?

Irgendjemand musste ihn ja bringen: Wenn Magdalena Martullo-Blocher öffentlich neue Kernkraftwerke fordert, ist es ziemlich naheliegend, dass irgendwo der legendäre Spruch «You Dreamer, du!» aus dem Video zu den «Seven Thinking Steps» auftaucht. Ein kurzer Kommentar in der «Sonntagszeitung» vom 25. Juli 2021 (siehe Bild) sorgte dafür, dass diese Erwartung nicht enttäuscht wurde – und lieferte uns eine Steilvorlage für diese Kolumne.

Denkt man diese Argumentationslinie konsequent zu Ende, darf man gar keine Kraftwerke mehr bauen. Dann kann man eigentlich nur noch den Kopf in den Sand stecken und für Strom beten, tanzen oder auf Wunder hoffen. Uns sind jedenfalls keine Kraftwerke bekannt, die nicht irgendwann mal aus irgendwelchen Gründen stillstehen. Alle thermischen Kraftwerke brauchen Revisionen oder Brennstoffbeladungen. Solar- und

Windkraftwerke stehen wetterbedingt nicht permanent zur Verfügung. Aber als wir das letzte Mal nachgeschaut haben, war die zeitliche Verfügbarkeit der Kernkraftwerke immer noch am höchsten – höher als die von Kohle- und Gaskraftwerken und ein Mehrfaches derjenigen von Windturbinen und Solarpanels!

Wer sich ausserdem genauer mit der Materie befasst, kennt zum Beispiel die kanadischen Candu-Reaktoren, die mehrere Jahre ohne Unterbruch laufen. Auch die kleinen, modularen Reaktoren, besser bekannt als SMR, können während Jahren oder gar Jahrzehnten ohne Nachladung Wärme und Strom liefern. Zudem kann man dank der modularen Bauweise ihre Brennstoffzyklen so aufeinander abstimmen, dass jeweils nur einer von mehreren kleinen Reaktoren stillsteht – ein Traum für die Versorgungssicherheit! (M.Re. nach Sonntagszeitung, 25. Juli 2021)

Atomkraftwerke

You Dreamer, du!

Magdalena Martullo-Blocher will unsere Stromversorgung mit einem neuen AKW sichern. Dumm nur, dass sich damit das Problem nicht lösen lässt. Ein neues Atomkraftwerk wäre so leistungsstark wie vier Gaskraftwerke. Fällt es aus, reisst es ein riesiges Loch in die Energieversorgung. Klumpenrisiko nennt man das. Darum brauchte es Reservekraftwerke, die für Tage oder Wochen einspringen könnten. Es gibt nur ein realistisches Szenario, wie wir uns die dafür nötigen Kapazitäten sichern könnten: durch eine enge Einbindung der Schweiz in den europäischen Strommarkt. Und diese wäre ohne Annäherung an die EU nicht zu haben. Doch das will Martullo-Blocher ja auf keinen Fall. Daher wenden wir ihren berühmten Spruch getrost auf sie selbst an: **You Dreamer, du! Jürg Meier**

Fünfter Forums-Treff 2021

Der 5. Forums-Treff findet am Mittwoch, **6. Oktober** in Zürich statt. Technikhistorikerin Dr. Anna Veronika Wendland referiert an dieser erstmals wieder physisch stattfindenden Veranstaltung zum Thema «Die Klimakrise und die Zukunft der Industriegesellschaft – Brauchen wir eine neue Debatte über die Kernenergie?»

Weiterbildungskurs 2021

«Der Mensch als Sicherheitsfaktor»
 Donnerstag, **2. Dezember**, Trafo Baden
 Freitag, **3. Dezember**, optionaler Praxistag, HRO-Zentrum, Aarau
www.nuklearforum.ch/wbk-2021



Foto: Nuklearforum Schweiz

Mitgliederanlass 2021: «Besuch im Bundeshaus»

Erhalten Sie einen einmaligen Einblick in das Bundeshaus in Bern und erfahren Sie mehr über die politische Arbeit. Der diesjährige Mitgliederanlass findet am Montag, **13. Dezember** von 17 Uhr bis ca. 22 Uhr statt.



Foto: Parlamentsdienste 3003 Bern

Neue Folge des NucTalk-Podcasts

In der sechsten Folge des NucTalk-Podcasts wird darüber diskutiert, welche Rolle die Kernenergie bei Klimaschutzbemühungen spielen soll.

www.nuklearforum.ch/podcast

13. Grundlagenseminar der SGK

Die Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute (SGK) führt vom **5. bis 7. Oktober** in Magglingen zum dreizehnten Mal das Grundlagenseminar zur Kernenergie 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

Nuklearforum auf Facebook

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

www.facebook.com/NuklearforumSchweiz

► *Alle Veranstaltungen sind abhängig von der Entwicklung der Coronavirus-Pandemie und den behördlichen Auflagen.*