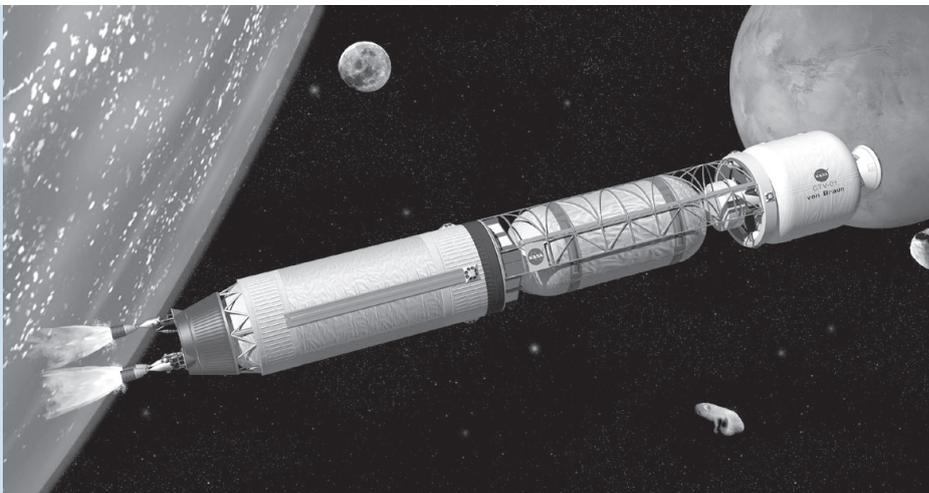


Bulletin 3

September 2017

Nukleare Raketenantriebe auf dem Weg zum Game Changer

Seite 10



Energiestrategie 2050:
wie weiter?

Seite 7

Schweizer Energiepolitik
führt in die Planwirtschaft

Seite 23

Foto-Rückblick auf die
Mitgliederreise 2017

Seite 26

Editorial	3	Kolumne	23
Im Banne der Bedenkenträger	3	Energiepolitischer «worst case»	23
Forum	4	Hoppla!	25
Schnelle Reaktortechnologien – Potenzial und Hürden	4	Eine riesige «AKW-Ruine»	25
Hintergrundinformationen	7	In eigener Sache	26
Energiestrategie 2050 – Fortsetzung folgt nicht	7	Impressionen der Mitgliederreise nach China	26
Nukleare Raketenantriebe wieder im Fokus	10	Pinnwand	28
Nach langer Aufarbeitung endlich Klarheit	13		
Medienschau	16		
Sondierbohrungen und Proteste	16		
Fenster zum E-Bulletin	19		
Schweiz	19		
International	20		

Impressum

Redaktion:

Marie-France Aepli (M.A., Chefredaktorin); Beat Bechtold (B.B.);
Max Brugger (M.B.); Matthias Rey (M.Re.); Dr. Michael Schorer (M.S.)

Herausgeber:

Hans-Ulrich Bigler, Präsident
Beat Bechtold, 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 2017 by Nuklearforum Schweiz ISSN 1661-1470 –
Schlüsseltitle Bulletin (Nuklearforum Schweiz) – abgekürzter
Schlüsseltitle (nach ISO Norm 4): Bulletin (Nuklearforum Schweiz).

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

Titelbild: Nasa

Michael Schorer

Stellvertretender Geschäftsführer des Nuklearforums Schweiz



Im Banne der Bedenkenträger

In wohlhabenden Ländern steht die Kernenergie im Gegenwind: Nach Taiwan soll jetzt – zumindest nach dem Willen des neuen Präsidenten – auch Südkorea künftig auf Kernkraftwerke verzichten. Und dies, obwohl die südkoreanische Industrie derzeit in den Vereinigten Arabischen Emiraten vier Blöcke baut und sie fast termingerecht in Betrieb nehmen wird. Technischer Erfolg wird von der Politik nicht honoriert. Das gilt auch für Deutschland und die Schweiz.

Das jahrzehntelange Kesseltreiben gegen die Kerntechnik fordert heute seinen Tribut: Die massiven Verzögerungen auf den EPR-Baustellen in Finnland und Frankreich sind keine Erfolgsgeschichte – die beiden EPR in China, mit deren Bau später begonnen wurde, werden als erste ans Netz gehen. Auch aus den USA erreichen uns schlechte Nachrichten: Der Bau von zwei AP1000 in Georgia kämpft mit Verzögerungen und Kostenüberschreitungen. Der Bau von zwei AP1000 in South Carolina ist deswegen gar eingestellt worden.

Da überrascht es nicht, dass die US-Stromwirtschaft auf den Bau von weiteren vier bereits bewilligten AP1000 verzichten will. Zu den tiefen Strompreisen kommen offensichtlich Unzulänglichkeiten beim Projektmanagement hinzu. Derweilen stehen die weltweit ersten AP1000 in China kurz vor der Betriebsaufnahme – zwar nach mehrjährigen Bauverzögerungen, die bei First-of-its-kind-Projekten jedoch zu erwarten sind. Auch die russische Nuklearindustrie versteht es, ihre Projekte einigermaßen im Zeitrahmen fertigzustellen.

Sicherlich gibt es viele Gründe zum Erklären dieser Unterschiede: der jahrzehntelange Unterbruch bei Neubauten im Westen, verbreitete Technikfeindlichkeit sowie, das sei hier mal in den Raum gestellt, der Hang zu Überregulierung. Oder wie ist es sonst zu verstehen, dass die amerikanische Aufsichtsbehörde mehr als drei Jahre benötigt, um den kleinen modularen Reaktor von NuScale zu prüfen, der auf der bewährten Druckwasser-Technologie beruht?

Es sieht ganz so aus, dass die Technologieführerschaft an China und Russland übergeht. Anders als bei uns versteht man dort die Nukleartechnik als Grundlage für ein besseres Leben. Wir hingegen, im Banne wortgewaltiger Bedenkenträger in Politik und Medien, zehren von den Leistungen der Vergangenheit: Es war der Optimismus der Nachkriegszeit, der uns die heutige Energie-Infrastruktur bescherte. Was aber werden unsere Enkel einmal über unsere Zeit sagen?

Interview mit Wladimir Kriwentsew

Leiter Entwicklung Schnelle Reaktortechnologie
bei der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO)



Interview: NucNet

Schnelle Reaktortechnologien – Potenzial und Hürden

Anlässlich der «International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles» im russischen Jekaterinburg Ende Juni 2017 sprach die internationale Kernenergie-Nachrichtenagentur NucNet mit Wladimir Kriwentsew, Leiter Entwicklung Schnelle Reaktortechnologie bei der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO), über die Möglichkeiten und Herausforderungen bei Schnellen Reaktorkonzepten.

Die Geburt der Schnellen Reaktoren liegt mittlerweile mehrere Jahrzehnte zurück. Können Sie uns einen globalen Überblick über die aktuelle Situation rund um diese Technologie geben?

Die Geschichte der schnellen Reaktoren geht zurück auf die Anfänge der Kernenergie. Der weltweit erste Reaktor zur Stromerzeugung – der Experimental Breeder Reactor I (EBR-I) am Idaho National Laboratory (INL) – war ein natriumgekühlter Schneller Reaktor (Sodium-cooled Fast Reactor – SFR). Im Jahr 1951 schrieb er Geschichte, als er den allerersten Strom aus Kernenergie erzeugte. Seine Leistung betrug nur 1 kW – genug, um das Reaktorgebäude zu beleuchten.

Heute ist der Bereich der Schnellen Reaktoren lebendig und voller faszinierender Entwicklungen. Einige davon werden sich kurzfristig, einige langfristig auswirken. Die reifste dieser Reaktortechnologie bleibt der SFR, der über 400 Jahre Erfahrung in Auslegung, Bau und Betrieb von Versuchs-, Prototypen-, Demonstrations- und Handelseinheiten in Ländern wie China, Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Indien, Japan, Russland und den USA aufweist. Zu den SFR-Prototypen gehören derzeit unter anderem Russlands BN-600, Indiens Fast Breeder Test Reactor (40 MW) und der Chinese Experimental Test Reactor (CEFR), der im Jahr 2011 in Betrieb genommen wurde. Dann gibt es die evolutionären SFR der Generation III+, darunter der neue BN-800 in Russland, der im vergangenen Jahr in Betrieb ging, und der Prototype Fast Breeder Reactor (PFBR) mit 500 MW, der voraussichtlich in diesem Jahr

in Indien ans Netz gehen wird. Der BN-800 ist der einzige Schnelle Reaktor, der kommerziell angeboten wird.

Innovative Reaktoren der Generation IV werden in Ländern wie Frankreich – mit japanischer Unterstützung – entwickelt. Dazu gehören auch ein Reaktor in Südkorea mit einer Leistung von 600 MW und der BN-1200 in Russland. Demonstrationsreaktoren, die mit Blei oder Blei-Wismut-Eutektikum (LBE) gekühlt sind, werden in der EU, in Russland und in Kanada – in Zusammenarbeit mit Schweden – entwickelt. Schliesslich wird viel Arbeit in gasgekühlte Schnelle Reaktoren investiert, die wichtige Vorteile aufweisen können, sich jedoch erst in der konzeptionellen Phase befinden.

Was sind die Hauptvorteile der Schnellen Reaktortechnologie?

Schnelle Reaktorsysteme, die in einem vollständig geschlossenen Brennstoffkreislauf betrieben werden, haben das Potenzial, die Nachhaltigkeit der Kernenergie stark zu verbessern. Diese Systeme können 60- bis 70-mal mehr Energie aus natürlichem Uran gewinnen als bestehende thermische Reaktoren. Schnelle Reaktoren können auch dazu beitragen, die Plutoniumbestände zu reduzieren sowie die Wärmebelastung, das Volumen und die erforderliche Einschusszeit hochaktiver Abfälle zu verkleinern. Schnelle Reaktoren haben auch einen höheren Wirkungsgrad und sind sehr flexibel: Sie können als «Brüter», «Brenner» oder für «Allzweck» ausgelegt werden. «Brüter» produzieren mehr Brennstoff

als sie verbrauchen. «Brenner» [in Frankreich «Plutoniumfresser» genannt, Anm. der Redaktion] sind speziell dazu entworfen, um erzeugte Abfälle zu minimieren, was die Anforderungen an geologische Tiefenlager drastisch verringert. Um wirksam zu sein, ist in beiden Fällen ein geschlossener Brennstoffzyklus erforderlich einschliesslich Brennstoffaufarbeitung. Bei Schnellen Allzweck-Reaktoren macht man sich einen höheren Brennstoffabbrand, einen längeren Brennstoffkreislauf und höhere Kühlmitteltemperaturen zu Nutzen. Die meisten innovativen fortgeschrittenen Reaktoren arbeiten mit schnellen Neutronen.

Russland hat derzeit die einzigen Schnellen Reaktorblöcke – den BN-600 und den BN-800 – kommerziell in Betrieb. Gibt es eine solide ökonomische Begründung hinter der kommerziellen Nutzung von Schnellen Reaktoren? Wie verhalten sich Bau-, Betriebs- und Wartungskosten im Vergleich zu konventionellen Reaktoren?

Sowohl der BN-600 als auch der BN-800 – sowie ihre Vorgänger BOR-60 und BN-350 in Russland, Phénix und SuperPhénix in Frankreich und Monju in Japan – sind Prototypen. Obwohl sie im kommerziellen Betrieb Strom erzeugen, besteht das Hauptziel darin, die Technologie zu demonstrieren und zu entwickeln sowie technische Lösungen zu testen. Aus Sicht der Wirtschaft sind die Kapitalkosten die grösste Herausforderung, denn sie sind derzeit höher als die veranschlagten Kosten der evolutionären Reaktoren. Schnelle Reaktoren werden mit technologischer Reife wirtschaftlich wettbewerbsfähiger, aber ihre Wettbewerbsfähigkeit hängt auch vom Uranpreis ab. Sollte Uran dereinst weniger verfügbar und teurer sein, werden Schnelle Reaktoren gegenüber anderen Reaktortypen an Interesse gewinnen.

Können Sie uns über die Auslegungspläne für zukünftige Schnelle Reaktoren wie der BN-1200 in Russland und der Astrid (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) in Frankreich informieren? Bringen sie Fortschritte bezüglich der Technologie?

Lassen Sie mich hierzu auch den von Japan entwickelten 1500-MW-JSFR-Reaktor sowie Südkoreas breites Forschungs- und Entwicklungsprogramm zur Unterstützung seines 600-MW-SFR erwähnen. Der BN-1200 und der SFR-Prototyp Astrid, den Frankreich entwickelt, gehören beide zu den Reaktoren der vierten Generation, die das Generation IV International Forum (GIF) unterstützt. Zu den wichtigsten Neuerungen gehören die passiven Sicherheitssysteme und andere Auslegungsmerkmale, welche diese Reaktoren sicherer und wirtschaftlicher machen. Alle diese industriell-



Der Experimental Breeder Reactor I (EBR-I) im Idaho National Laboratory (INL) war ein Versuchsreaktor, der als weltweit erster Kernreaktor am 20. Dezember 1951 elektrischen Strom erzeugte. Am ersten Tag reichte die Leistung für den Bedarf von vier Glühlampen, danach und bis zur Ausserbetriebnahme 1963 erzeugte die Anlage genug Leistung für den Eigenbedarf und diverse Forschungsaufgaben. 1953 konnte im EBR-I erstmals der bis dahin nur theoretisch beschriebene Brutprozess nachgewiesen werden.

Foto: US Department of Energy

len Prototypen sind noch in der konzeptionellen Entwicklungsphase und ihr Bau wird voraussichtlich im nächsten Jahrzehnt beginnen.

Das Kühlmittel der Schnellen Reaktoren bleibt nach wie vor eine grosse Herausforderung für Auslegung und Bau was Kosten und Machbarkeit betrifft. Es wird diskutiert, ob als Kühlmittel Natrium, Blei, Salzschnmelze oder Gas eingesetzt werden soll. Gibt es in dieser Hinsicht Fortschritte?

Alle Kühlmittel, die Sie erwähnen – und zusätzlich Blei-Wismut-Eutektikum (LBE) – kommen für fortgeschrittene Reaktoren in Frage. Während der SFR die reifste Schnelle Reaktortechnologie ist, verbleibt das Problem bei Natrium, dass es mit Luft und Wasser reagiert. Da Blei und Blei-Wismut nicht mit Luft und Wasser reagieren, kann der Bau solcher Reaktoren stark vereinfacht werden – ohne zusätzlichen Kühlkreislauf. Damit haben sie das Potenzial für deutlich niedrigere Kapitalkosten. Der grösste Nachteil ist jedoch die Korrosion struktureller Materialien, die in Kontakt mit dem Kühlmittel kommen. Russland, das einige Erfahrung mit LBE-gekühlten Reaktoren auf U-Booten hat, entwirft nun den Brest-300, einen 300 MW starken, bleigekühlten Schnellen Reaktorprototyp, auf den der kommerzielle Brest-1200 folgen soll. Mit LBE entwirft Russland den SVBR-100, einen 100-MW-Reaktor. Belgien entwickelt den LBE gekühlten Reaktor Myrrha (Multipurpose Hybrid Research Reactor for High-technology Applications), und die EU den Alfred, einen 100-MW-LFR-De-



Seit dem 1. November 2016 läuft Block 4 des russischen Kernkraftwerks Belojarsk im kommerziellen Leistungsbetrieb. Belojarsk-4 ist die weltweit erste Einheit vom Typ BN-800.

Foto: Rosatom

monstrationsreaktor. Schweden und Kanada entwickeln ihrerseits Sealer (Swedish Advanced Lead Reactor), der in der kanadischen Arktis eingesetzt werden soll.

Ist es realistisch zu erwarten, dass sich Schnelle Reaktoren zu einer gängigen Technologie für den weltweiten Kernkraftwerkspark entwickeln werden?

Wenn sich die Kernenergie weiterhin wie angenommen entwickelt und ein wichtiger Teil des Energiemix der Welt bleibt, dann werden früher oder später die natürlichen Uranressourcen knapper. In einem solchen Szenario werden Schnelle Reaktoren benötigt, um die Nachhaltigkeit der Kernenergie zu gewährleisten.

Wie ist die IAEA an der weltweiten Unterstützung der Schnellen Reaktorentwicklung beteiligt? Zieht diese wissenschaftliche Bestrebung genug Aufmerksamkeit und Finanzierung von den Mitgliedsstaaten an?

Die IAEA bietet ihren Mitgliedsstaaten Informationen, Beratungen, Schulungen und technologische Unterstützung an. Die Aktivitäten der IAEA im Bereich der Schnellen Reaktortechnologie umfassen Koordination von Forschungsprojekten zur Modellierung und Simulation, Erhebung von Informationen und Veröffentlichung von Berichten, Handbüchern und anderen Doku-

menten sowie Austausch und Integration von Informationen über die Sicherheit wie beispielsweise ein kürzlich vorbereitetes Dokument über passive Abschaltssysteme für Schnelle Reaktorsysteme. Wir führen auch Live-Datenbanken, darunter ein Wissenserhaltungsportal zu Schnellen Reaktoren, das Advanced Reactor Information System (Aris), die Datenbank zu den Flüssigmetall-Neutronensystemen (LMFNS) und andere mehr. Wir sind auch sehr engagiert in der Aus- und Fortbildung. So betreiben wir eine Reihe von Reaktorsimulatoren, an denen die Anwender die grundlegenden physikalischen Prinzipien der Reaktortechnologie beobachten können. Ein SFR-Simulator für den Einsatz in der Betriebsausbildung befindet sich zudem in der Entwicklungsphase. (Übersetzung aus dem Englischen: M.A.)

Peter Quadri

Stellvertretender Geschäftsführer von swisselectric

Energiestrategie 2050 – Fortsetzung folgt nicht

Zahlreiche gewichtige energiepolitische Geschäfte sind im oder auf den Weg ins Parlament. Was nach der Abstimmung vom 21. Mai 2017 zum ersten Massnahmenpaket diskutiert wird, ist aber nicht Fortsetzung der Energiestrategie 2050, sondern die Rückkehr zu Fragen, die sich unabhängig davon seit längerer Zeit stellen: Strategie Stromnetze, Revision CO₂-Gesetz, Revision Stromversorgungsgesetz inklusive Marktdesign, Neuregelung Wasserzinse, Strommarktöffnung, bilaterales Stromabkommen mit der EU – der Zusammenhang mit der Energiestrategie 2050 ist, wenn überhaupt, nur rhetorischer Natur.

Stromnetze und Markt

Das Parlament befasst sich seit der Wintersession 2016 mit der Strategie Stromnetze. Gemäss Bundesrat soll mit diesem «Bundesgesetz über den Um- und Ausbau der Stromnetze» sichergestellt werden, dass die Stromnetze «bedarfs- und zeitgerecht» entwickelt und ausgebaut werden, damit «weiterhin eine hohe Stromversorgungssicherheit gewährleistet werden kann»¹.

Das Geschäft war im Parlament bisher weitgehend unbestritten. Allerdings hat der Ständerat die Vorlage in der Wintersession 2016 mit einer Streichung «angereichert», die in der Folge zu lebhaften Diskussionen um die Rentabilität der Wasserkraft geführt und die Debatte um ein zukünftiges Marktdesign früher als vorgesehen gestartet hat. Ein Auslöser dazu war das Bundesgerichtsurteil vom 20. Juli 2016². Zu entscheiden war die Frage, ob die Verteilnetzbetreiber ihre gesamten Energiekosten anteilmässig zwischen grundversorgten und freien Kunden aufteilen müssen, oder ob die Kosten der Eigenproduktion vollständig den «gefangenen Kunden» überwältzt werden können. Das Gericht hat mit Hinweis auf den Artikel 6 Absatz 5 im Stromversorgungsgesetz (StromVG) im Sinne der Regulierungsbehörde ElCom entschieden und die sogenannte Durchschnittspreismethode unterstützt. Der Ständerat hat daraufhin diesen Absatz

5 kurzerhand aus dem Gesetz gestrichen mit der Begründung, das Urteil des Bundesgerichts wirke sich negativ auf die Wasserkraft aus und widerspreche der Energiestrategie 2050, mit der die Wasserkraft gezielt gestützt werden sollte³. Bundesrätin Doris Leuthard wehrte sich gegen diese Gesetzesänderung und wies unter anderem darauf hin, es gehe in der Strategie Stromnetze nicht um Marktfragen. Das zukünftige Strommarktdesign würde in der geplanten Revision des StromVG an die Hand genommen⁴.

Die Energiekommission des Nationalrats ging jedoch noch einen Schritt weiter und schlug vor, den festen Endverbrauchern sei ausschliesslich Elektrizität aus erneuerbaren Energien von inländischen Kraftwerken zu liefern. Ein «rasches gesetzgeberisches Handeln im Sinne einer Übergangslösung zur Stärkung der inländischen Produktion aus erneuerbaren Energien, namentlich der Wasserkraft» sei angezeigt⁵. Doch gerade diese Notwendigkeit kurzfristigen Handelns wird immer mehr angezweifelt. Der Nationalrat trat in der Sommersession 2017 schliesslich auf die Bremse und schlug vor, die Vorlage zur Strategie Stromnetze aufzuteilen und die Frage, ob die Wasserkraft neben der Marktprämie aus dem 1. Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 und der vorgeschlagenen Reduktion der Wasserzinse kurzfristig noch zusätzlich unterstützt werden solle, separat und eingehend zu diskutieren. Die nationalrätliche Energiekommission ist jedoch nach wie vor überzeugt, dass die «Wasserkraft aufgrund der aktuellen Marktsituation vor grossen Herausforderungen steht» und möchte ihr daher «in der politischen Diskussion um ein neues Marktdesign Gewicht» geben⁶. Unterstrichen hat dies

¹ Botschaft vom 13. April 2016 zum Bundesgesetz über den Um- und Ausbau der Stromnetze (Änderung des Elektrizitätsgesetzes und des Stromversorgungsgesetzes), BBl 2016 3866.

² BGE 142 II 451

³ Eintretensvotum SR B. Vonlanthen, AB 2016 S 1054.

⁴ Votum BR D. Leuthard, AB 2016 S 1064.

⁵ Medienmitteilung der Urek-N vom 25. April 2017.

⁶ Dies und das folgende gemäss Medienmitteilung der Urek-N vom 29. August 2017.

die Kommission mit der Annahme einer parlamentarischen Initiative unter dem Titel «Sicherung der Selbstversorgung mit Strom aus Wasserkraft zur Überbrückung der aktuellen Preisbaisse». Allerdings sollen zuerst weitere Abklärungen getroffen werden, die «Transparenz und eine erweiterte Diskussionsgrundlage schaffen hinsichtlich Dringlichkeit und Ausgestaltung von Unterstützungsmassnahmen».

Neues Marktdesign ab 2023

Die Strategie Stromnetze dürfte bis Ende 2017 im Parlament bereinigt sein. Ein Referendum ist nicht zu erwarten. Wie es mit der Wasserkraft weitergeht, wird im Rahmen von zwei oder drei anderen Gesetzesrevisionen diskutiert werden, die im Laufe der Legislatur vor den nächsten Nationalratswahlen im Herbst 2019 ins Parlament kommen: die Neuregelung der Wasserzinse, die Revision des Stromversorgungsgesetzes und – allenfalls – die «Sofortmassnahmen» für die Wasserkraft, herausgelöst aus der Strategie Stromnetze.

Heftig gestritten wird um die Wasserzinse. Während die Empfänger der Wasserzinse – vornehmlich die Gebirgskantone – um gesicherte Einnahmen in Millionenhöhe fürchten, wollen die Betreiber der Wasserkraftwerke die Belastung mit fixen Abgaben weitgehend reduzieren, da sie sie im Markt nicht mehr an die Kunden weitergeben können. Die Vernehmlassung läuft noch bis Anfang Oktober. Die Botschaft dürfte Anfang 2018 ans Parlament überwiesen werden. Der Zeitdruck ist hoch, da die neue Wasserzinsregelung ab 2020 gelten muss.

Entscheidender für die zukünftige Energiepolitik dürfte jedoch die Frage des zukünftigen Marktdesigns sein. Das Bundesamt für Energie hat dazu Ende 2016 eine Auslegeordnung vorgelegt⁷. Darin werden mit Blick auf die mittel- und längerfristige Versorgungssicherheit verschiedene Modelle diskutiert, die den inländischen Kraftwerkspark stärken sollen. Auch aus der Strombranche wurden verschiedene Modelle in die Diskussion eingebracht, die Anreize schaffen sollen, in die inländische Produktion zu investieren. Zentrale Fragen sind dabei: Welche Versorgungssicherheit will die Schweiz? Ist diese Versorgungssicherheit ab einem gewissen Zeitpunkt nicht mehr gegeben? Welches Marktmodell würde die richtigen Preissignale generieren, damit zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit investiert wird? Welche Rolle spielt dabei die vollständige Marktöffnung? Wann kommt das bilaterale Stromabkommen mit der EU? Und braucht es angesichts der auf absehbare Zeit tiefen Marktpreise und der unvollständigen Marktöffnung Übergangsmassnahmen für die Wasserkraft?

Die Diskussion in den letzten Monaten hat gezeigt, dass über die zeitliche Dringlichkeit zur Beantwortung dieser Fragen unterschiedliche Vorstellungen herrschen. Ausserhalb der Strombranche zeichnet sich jedoch ab, dass rasche politische Entscheide nicht erwünscht sind. Auch der Bundesrat will nichts überstürzen und zudem die definitive Regelung der Wasserzinse in die Überlegungen einbeziehen. Die grossen Stromproduzenten hingegen möchten möglichst schnell die Ungleichbehandlung von Erzeugern mit und ohne feste Endverbraucher aus der Welt schaffen. Das wiederum wäre am einfachsten mit der vollständigen Marktöffnung zu erreichen, was politisch aber bis auf Weiteres nicht mehrheitsfähig ist, auch wenn der Bundesrat gemäss StromVG schon seit Jahren einen entsprechenden Bundesbeschluss vorlegen müsste. Eine nächste Standortbestimmung will er Ende 2017 vornehmen.

Das Marktdesign soll im Rahmen einer bereits seit mehreren Jahren immer wieder angekündigten Revision des StromVG diskutiert werden. Eine Vernehmlassungsvorlage ist für den Herbst 2018 geplant. Dass das Parlament den Bundesrat übersteuert, ist nicht zu erwarten, auch wenn gewisse Vorstösse dahingehend Druck machen.

Unbehelligt von diesen Diskussionen wird das Parlament voraussichtlich in der Wintersession 2017 mit der Revision des CO₂-Gesetzes beginnen. Diese Revision ist Teil eines Pakets, das auch die Genehmigung des Klima-Übereinkommens von Paris und das Abkommen mit der Europäischen Union zur Verknüpfung des Emissionshandels beinhaltet. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen der Schweiz bis 2030 gegenüber 1990 zu halbieren. In Kraft treten könnte das Gesetz auf Anfang 2021.

Kernenergie aussen vor

Die Liste der oben aufgeführten Fragen im Zusammenhang mit dem Marktdesign war zugegebenermassen unvollständig. Mit dem 1. Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050 wurde zum ersten ein Subventionsvehikel für die neuen erneuerbaren Energien geschaffen, das aus Sicht der Anhänger von Wind und Fotovoltaik einen Schönheitsfehler aufweist: Die Subventionen wurden befristet und laufen ab 2023 aus. Deshalb wird auch die Frage gestellt: Wie sollen die neuen erneuerbaren Energie in Zukunft gefördert werden?

⁷ Auslegeordnung Strommarkt nach 2020. Bericht zu weitergehenden Massnahmen für bestehende Kraftwerke und Erneuerbare Energien. Bundesamt für Energie. 23. Dezember 2016.

Zum zweiten wurde mit dem 1. Massnahmenpaket der Neubau von Kernkraftwerken verboten. Das ist den Befürwortern des Atomausstiegs zu wenig. Deshalb lautet eine weitere Frage: Wie kann sichergestellt werden, dass die bestehenden Kernkraftwerke nicht von einem neuen Strommarktdesign profitieren? Entsprechend wird die Kernenergie in den vielen Papieren, die zum zukünftigen Marktdesign produziert werden, nicht oder nur indirekt unter dem Stichwort «inländische Produktion» erwähnt. Zu gross ist offenbar die Angst, die Diskussion um die Versorgungssicherheit und das Marktdesign mit der Kernenergie zu «kontaminieren» und damit politisch zu diskreditieren, auch wenn zumindest hinter vorgehaltener Hand praktisch allen klar ist, dass die bestehenden Kernkraftwerke gerade im Winterhalbjahr ihren unerlässlichen Beitrag noch lange Zeit werden leisten müssen.

Was macht eigentlich die Energiestrategie 2050?

Es wäre falsch, hier den Überraschten zu spielen. So euphorisch die Energiestrategie 2050 auch von weiten Teilen der Politik und der Medien begrüsst worden ist: Nach dem Abstimmungssonntag vom 21. Mai 2017 kann sie ad acta gelegt werden. Die eidgenössischen Räte haben dies – von links bis rechts – mit dem Nicht-Eintreten auf das Klima- und Energielenkungssystem (KELS) bereits vollzogen. Ohne diesen der Energiestrategie inhärenten Übergang von der Förderung zur Lenkung fällt sie und die mit ihr verbundenen «Hoffnungen» in sich zusammen. Von einem «sukzessiven Umbau des Schweizer Energiesystems» ist nicht mehr die Rede. Die Energiepolitik ist damit wieder auf dem Boden der politischen Realität angekommen, und das weiss auch das links-grüne Lager. Mit dem Verbot des Baus neuer Kernkraftwerke und der Subventionierung von Fotovoltaik und Wind hat die Ausstiegsallianz am Abstimmungssonntag vom 21. Mai 2017 ihre Minimalziele – viel zu leicht – erreicht. Damit hat die Energiestrategie 2050 ihre Schuldigkeit getan. An einer Lenkungsabgabe, die womöglich noch die Treibstoffe einbezieht, möchte sich niemand die Finger verbrennen. Wer A sagt, muss offenbar nicht zwingend B sagen.

Was nun energiepolitisch auf dem Tisch liegt, hat mit der Energiestrategie 2050 wenig bis nichts mehr zu tun. Es geht nicht um ein «alternatives» zweites Massnahmenpaket nach dem – eigentlich grandiosen, aber weitgehend unbemerkten – Scheitern des KELS und damit der Energiestrategie 2050 im Parlament. Es geht darum, die «wirklichen» Probleme⁸ anzugehen: Versorgungssicherheit, Kosten, Auslandabhängigkeit, Klima, Rentabilität der inländischen Produktion, Markt, Investitionssicherheit. Das erste Massnahmenpaket gibt hier, was nun offensichtlich wird, keine Antworten, sondern hat die energiepolitische Diskussion jahrelang blockiert. Der Beitrag des ersten Massnahmenpakets zur Lösung der drängenden energiepolitischen Fragestellungen muss bei Lichte betrachtet als sehr bescheiden, wenn nicht in gewissen Teilen gar als kontraproduktiv angesehen werden. Aber es hat geschickt den energiepolitischen Mainstream bedient: Wir steigen längerfristig aus der unbeliebten Kernenergie aus, ersetzen sie mit Sonne und Wind und bezahlen dafür gut 40 Franken pro Kopf und Jahr. Das war die schmerzfreie Wohlfühl-Botschaft, und sie hat gemäss der VOTO-Studie zur Volksabstimmung vom 21. Mai 2017⁹ verfangen.

⁸ «Nachdem das 1. Massnahmenpaket der Energiestrategie nun beschlossen ist, drängen die wirklichen Probleme in den Vordergrund: Wie kann die Versorgung künftig im Winter sichergestellt werden? Was passiert mit der Schweizer Wasserkraft? Wie kommen wir zurück zu echten Preissignalen und einem funktionierenden Markt?» Blogbeitrag von Kurt Lanz, economiesuisse. <https://www.economiesuisse.ch/de/artikel/energiepolitik-die-naechsten-schritte> (abgerufen am 22. August 2017)

⁹ VOTO-Studie zur eidgenössischen Volksabstimmung vom 21. Mai 2017. A. Tresch et al. Lausanne, Aarau, Luzern, Juli 2017. http://www.voto.swiss/wp-content/uploads/2017/07/VOTO_Bericht_21.05.2017_DE.pdf (abgerufen am 27. August 2017)

Nukleare Raketenantriebe wieder im Fokus

Die USA haben von 1955 bis 1972 verschiedene, sogenannte nuklearthermische Raketenantriebe entwickelt und getestet. Die Aktivitäten verloren jedoch an Schub, als die USA ihre Pläne für bemannte Flüge zum Mars zurückföhren. Die Technologie wurde danach auf kleiner Flamme in Konzept- und Machbarkeitsstudien weiterbehandelt. Dank steigendem Interesse an der Erforschung des Roten Planeten haben die Tätigkeiten der National Aeronautics and Space Administration (Nasa) auf diesem Gebiet vor einigen Jahren wieder an Fahrt aufgenommen.

Nuklearthermische Raketenmotoren sind nach Ansicht des für Raumtransport und Antriebe zuständige Nasa Marshall Space Flight Center eine vielversprechende Technologie. Sie sind leichter als die heute benutzten chemischen Raketenantriebe und nutzen ihren Brennstoff besser aus. Die amerikanische Raumfahrtbehörde Nasa hat vor diesem Hintergrund kürzlich mit der BWXT Nuclear Energy Inc., einem Tochterunternehmen der BWX Technologies Inc. (BWXT), einen Vertrag zur Fortführung und Verfeinerung dieses im letzten Jahrhundert ausgetüftelten Antriebskonzepts unterzeichnet. Die bereits für die US Navy im Bereich Kernbrennstoff tätige BWXT Nuclear Energy wird die Nasa bei der Auslegung und Entwicklung eines mit schwachangereichertem Uran betriebenen Raketenantriebs sowie bei der Weiterentwicklung der keramisch-metallischen Cermet-Brennelement-Technologie unterstützen. Im Rahmen des für drei Jahre laufenden Vertrages sollen Prototypen von Brennelementen hergestellt und die Nasa bei der Lizenzierung begleitet werden.

Die Weiterentwicklung nuklearthermischer Antriebe ist Teil des sogenannten Game-Changing-Development-Programms (GCD) der Nasa. Die Behörde geht im Rahmen dieses Programms Ideen nach, die das Potenzial haben, bedeutende technische Hürden zu lösen und zukünftige Weltraummissionen zu revolutionieren.

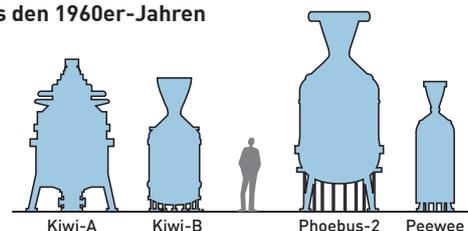
Die Anfänge mit den Rover- und Nerva-Programmen

In den USA nahm die Entwicklung nuklearthermischer Antriebe bereits Mitte des letzten Jahrhunderts mit dem Rover-Projekt ihren konkreten Anfang. Das Ziel war, einen Nuklearantrieb für Weltraummissionen zu entwickeln. Das Nasa-Projekt dauerte von 1955 bis 1972. Für den nuklearen Teil war die damalige Atomic Energy Commission (AEC) zuständig. Er war in die drei Phasen Kiwi (1955–1964), Phoebus (1964–1969) und

Peewee (1969 bis zur Projekteinstellung Ende 1972) unterteilt. Jeder Antriebstyp wurde in zweifacher Ausführung gebaut – einmal für Kritikalitäts-Experimente bei Nullleistung und einmal für Volleistungstests. Als Testgelände diente die Nevada National Security Site (damals Nevada Test Site genannt).

1961 starteten die Nasa und die AEC ein zweites Nuklearraketenprogramm, genannt Nerva (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application). Aufbauend auf den bisher gemachten Erfahrungen setzten sich die Wissenschaftler und Ingenieure das Ziel, einen Raketenantrieb zu bauen, der den Stössen und Vibrationen eines Raketenstarts standhalten kann. Die Westinghouse Electric Corporation und die Aerojet General Corporation testeten daraufhin zwischen 1964 und 1969 erfolgreich eine Reihe von Raketenantrieben. 1969 schlug der damalige Direktor des Nasa Marshall Space Flight Center, Wernher von Braun, vor, eine 12-köpfige Besatzung mit zwei Raketen – jede mit drei Nerva-Antriebsmotoren ausgerüstet – zum Mars zu schicken. Der Start war für November 1981 vorgesehen. Die Mission wurde jedoch nie durchgeführt. Die getesteten Nuklearantriebe bestanden aber die meisten von der Nasa geforderten Spezifikationen wie das Verhältnis von Gewicht zu Schub, das Start-Stopp-Verhalten und die Motorle-

Grössenvergleich verschiedener nuklearthermischer Raketenmotoren der USA aus den 1960er-Jahren



Quelle: Nasa
© 2017 Nuklearforum Schweiz

bensdauer. In den Rover- und Nerva-Projekten testeten die Wissenschaftler insgesamt 22 nuklearthermische Raketenmotoren.

Die Wissenschaftler konnten mit ihren Experimenten aufzeigen, dass diese Raketenantriebstechnologie eine wichtige und nutzbare Option für Missionen zum Mars und darüber hinaus darstellen kann. Dies vor allem darum, weil mit ihnen Treibstoff auf eine hohe Austrittsgeschwindigkeit beschleunigt werden kann, was die Antriebseffizienz erhöht. Da es im Austrittsstrahl nuklearthermischer Antriebsmotoren radioaktive Stoffe hat, werden diese Antriebe nur ausserhalb der Erdatmosphäre gestartet.

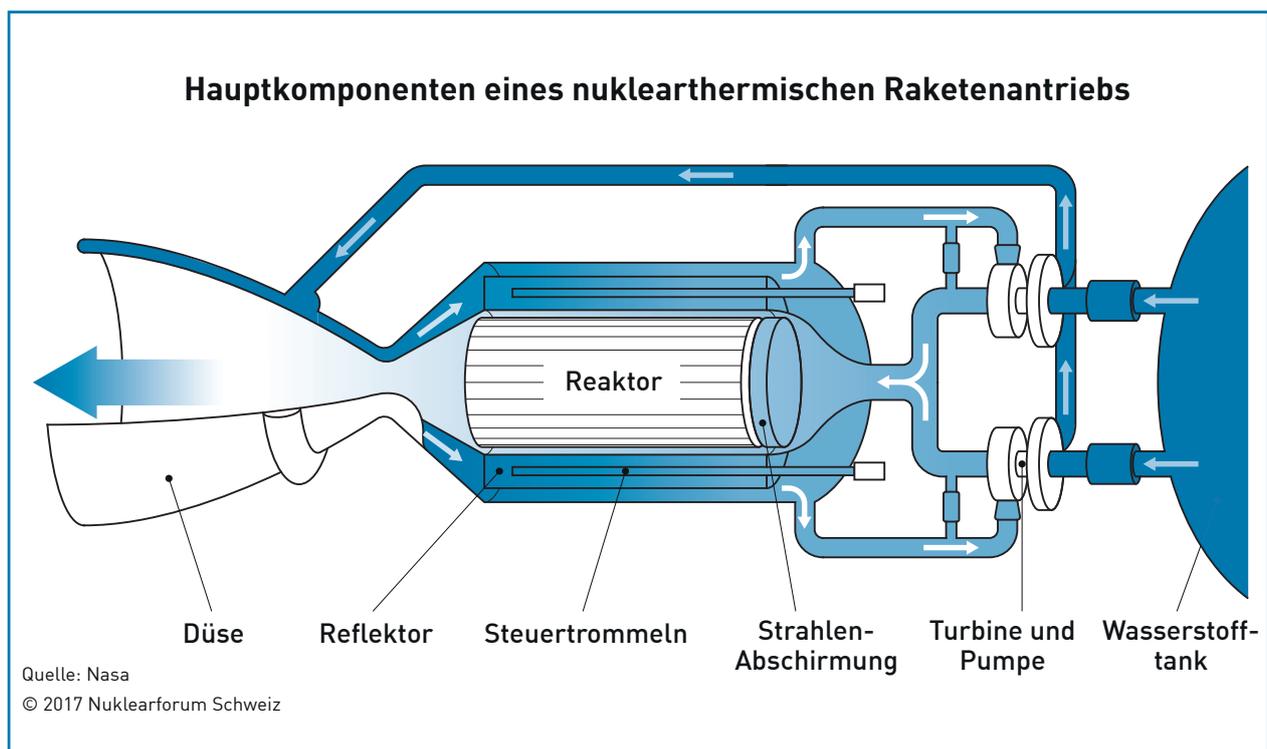
Gas aufheizen

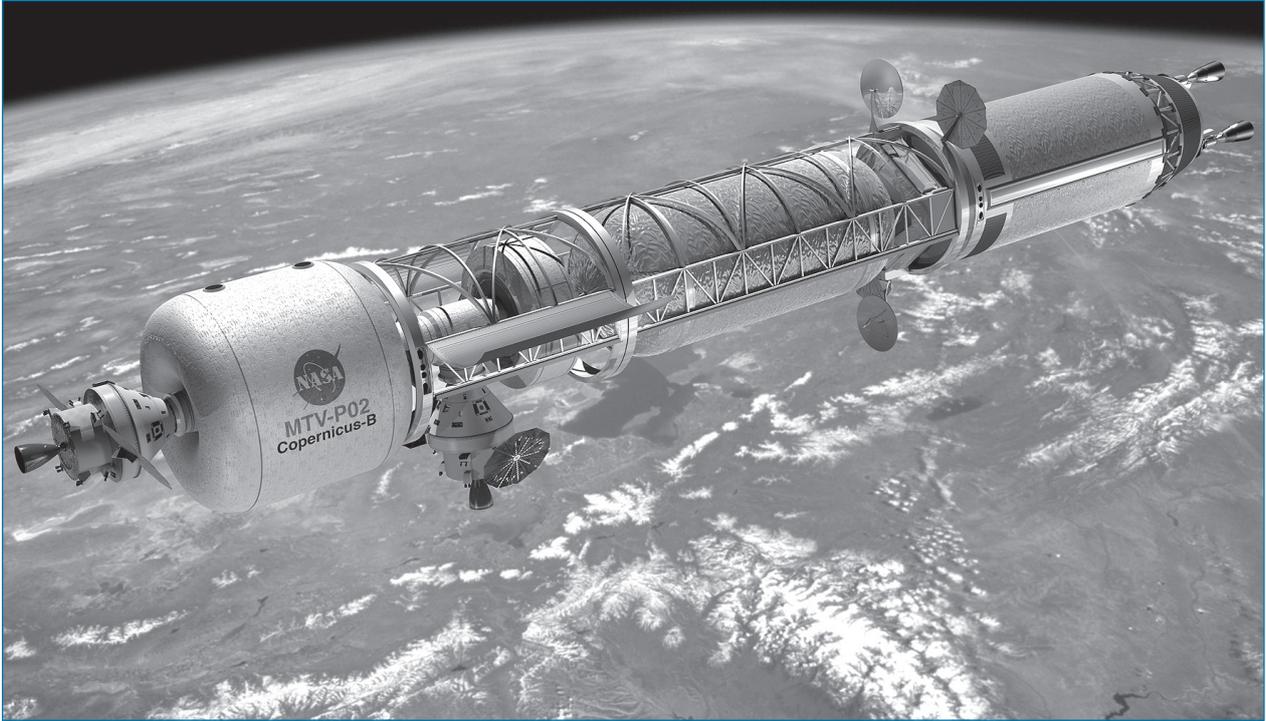
In nuklearthermischen Antrieben wird Wasserstoff durch einen Reaktorkern geleitet, dabei auf mehrere Tausend Grad erhitzt und unter Druck über eine Düse ausgestossen. Die Amerikaner erreichten bei den Rover-/Nerva-Experimenten Austrittstemperaturen von rund 3000 K. Die leistungsstärkste Antriebseinheit (Phoebus-2A) generierte eine thermische Leistung von rund 4000 MW. Die Nasa konnte mit den Experimenten spezifische Impulse von 850 Sekunden erreichen. Das ist rund zweimal höher als der spezifische Impuls der besten chemischen Raketentriebwerke. Der spezifische Impuls ist ein Mass für die Effizienz eines Antriebs – je höher, desto besser.

Der Reaktorkern ist von einem Neutronenreflektor umgeben, in dem sich zylindrische Steuertrommeln (control drums) befinden. Eine Seite dieser Trommeln ist mit einem neutronenabsorbierenden Material versehen. Der Reaktorbetrieb wird durch Zu- oder Abwenden der neutronenabsorbierenden Seite gesteuert. Bevor der bei 20 K (-253°C) flüssig gelagerte Wasserstoff durch die Brennelemente im Reaktorkern strömt, wird er durch die Austrittsdüse und den Reflektor geleitet. Der Treibstoff kühlt dadurch einerseits die Maschinenteile und wird andererseits vorgewärmt.

Von HEU zu LEU

Alle bisher von der Nasa getesteten nuklearen Raketenantriebe funktionieren mit hochangereichertem Uran (HEU). Fortschritte in der Werkstofftechnologie könnten neue Wege für nuklearthermische Raketenmotoren bieten, so die Nasa. Ein Wechsel zu schwachangereichertem Uran (LEU) – Anreicherungsgrad unter 20% – bietet zu den guten Antriebseigenschaften noch weitere Vorteile: Sicherheitsvorkehrungen könnten vereinfacht, das Projektbudget entlastet und der Zeitplan verkürzt werden. Vorschriften für die Handhabung von LEU-Quellen sind vergleichbar mit Forschungsreaktoren an Universitäten, was Türen für Kooperationen mit Hochschulen und der Industrie öffnet. →





Künstlerische Illustration einer mit drei nuklearthermischen Antrieben ausgerüsteten Trägerrakete wie sie beispielsweise für eine Marsmission eingesetzt werden könnte. Die Nukleartriebwerke befinden sich am rechten Ende.

Foto: Nasa

Die Rover-/Nerva-Reaktoren waren mit einem festen Reaktorkern ausgestattet. Es wurden auch Flüssig- und Gaskernreaktoren ausgelegt und Komponenten davon getestet. Diese wurden aber nie komplett gebaut. Ein Problem, das die Entwickler bei den Feststoffreaktoren zu lösen hatten, war, Werkstoffe zu finden, die den Temperaturen im Reaktorkern widerstehen und die Neutronenbilanz nicht zu nachteilig beeinflussen.

Wolfram beispielsweise ist das Metall mit der höchsten Schmelztemperatur: 3695 K (3422°C). Es ist aber auch ein starker Neutronenabsorber – speziell für langsame Neutronen mit Energien weit unter einem Elektronenvolt. Beim Rover-Projekt beispielsweise konnten Reaktoren mit einer auf Wolfram basierten Brennstoffmatrix betrieben werden. Die damalige Wolframingewinnung war jedoch sehr aufwendig – zu aufwendig. Man fokussierte sich deshalb bei den mit HEU betriebenen Rover-Reaktoren auf Graphit.

Um ein Raketentriebwerk hingegen mit LEU betreiben zu können, ist es erforderlich, isotoopenreines Wolfram für die Entwicklung von metallkeramischem Brennstoff (Cermet) herstellen zu können. Diese potenzielle

«game changing»-Technologie ist der Schlüssel zur Entwicklung eines Cermet-basierten, schwachangereicherten nuklearthermischen Antriebs. Das Ziel ist, die Machbarkeit und Bezahlbarkeit dieser Technologie zu evaluieren. Die Nasa will auf diesem Weg zuerst nachweisen, dass Wolfram mit einem Reinheitsgrad von mindestens 90% produziert werden kann und Anhaltspunkte zu den Herstellungskosten für diesen Reinheitsgrad erhalten.

Geringere Strahlenbelastung dank Nuklearantrieb

Ihre Effizienz macht nuklearthermische Raketenmotoren zum idealen Antrieb für den Transport grosser Nutzlasten zum Beispiel zum Mars. Mit ihrem Einsatz kann des Weiteren die Reisezeit bemannter Raumsonden zum Mars von sechs auf vier Monate verkürzt werden. Damit liesse sich die Strahlenbelastung der Raumfahrtbesatzung merklich herabsetzen. Je kürzer die Reisezeit desto kürzer wäre auch der Aufenthalt der Besatzung in der Schwerelosigkeit und desto geringer das Risiko für technische Probleme bei solchen sehr komplexen Missionen. (M.B. nach BWTX, Nasa und Los Alamos National Laboratory, verschiedene Quellen)

Jürg Schädelin, Felix Niggli und Hansruedi Völkle

Nach langer Aufarbeitung endlich Klarheit

Vor 30 Jahren publizierte die COMARE ihren ersten Report zu der festgestellten Häufung von Kinderleukämien um die Nuklearanlage von Sellafield. Ende des vergangenen Jahres ist der 17. Report* erschienen, der die ganze Aufarbeitung dieses Vorfalles zusammenfasst und aktualisiert. Die anfängliche Beurteilung eines fehlenden Zusammenhanges zwischen Nuklearanlage und Leukämie hat sich durch den weiteren Verlauf und Untersuchungen mit neu entwickelten Methoden noch erhärtet: Die radioaktiven Emissionen können nicht für die Leukämieerkrankungen verantwortlich gemacht werden.

Die COMARE (Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment) wurde als beratende Kommission des englischen Gesundheitsministeriums nach der Feststellung einer achtmal erhöhten Leukämiehäufigkeit in der bei der Nuklearanlage Sellafield liegenden Kleinstadt Seascale im Nordwesten Englands ins Leben gerufen und hat seither vorzügliche Arbeit bei der Aufklärung und Beratung zum Strahlungsrisiko der Bevölkerung geleistet.

Die Geschichte einer Sensation

Am 1. November 1983 strahlte ein lokaler Fernsehsender die Reportage «Windscale: The nuclear laundry» aus, in der berichtet wurde, dass in der Kleinstadt Seascale Kinderleukämien zehnmal häufiger auftreten als im Landesdurchschnitt, vermutlich als Folge radioaktiver Emissionen der naheliegenden Wiederaufbereitungsanlage Sellafield. Ein Aufschrei der Entrüstung war die Folge, zumal fast 30 Jahre früher an diesem Ort ein Reaktorbrand zu grossflächiger Kontamination geführt hatte, deren Folgen allerdings dank korrekter Schutzmassnahmen minimiert werden konnten. Die damals geübte Informationspolitik war aber weitgehend auf Verschwiegenheit ausgerichtet gewesen, was schon daran exemplifiziert werden kann, dass die Nuklearanlage durch Umtaufen von Windscale in Sellafield vom Makel befreit wurde.

Dies liess sich 25 Jahre später nicht mehr praktizieren. Zur Aufarbeitung der Vorwürfe setzte die Regierung eine prominent besetzte Fachkommission ein, die zwar durch einige Korrekturen an der Analyse das Ausmass der Gefährdung herunterschraubte, eine unerwartete Häufung dieser Krankheit aber bestätigte. Sie stellte aber auch fest, dass die gemessenen Strahlendosen in

der Umgebung um Grössenordnungen zu tief lagen, als dass sie nach den damaligen Kenntnissen der Strahlenbiologie für einen derartigen Effekt verantwortlich gemacht werden könnten. Die Kommission empfahl eine weitere Überwachung der Situation unter Einschluss anderer Nuklearanlagen, was zur Gründung der COMARE als ständiges Fachgremium führte, das bis zum heutigen Tage diese Aufgabe kompetent wahrnimmt.

Weltweit wurden solche Untersuchungen auch für die weitaus zahlreicheren Kernkraftwerke durchgeführt und inzwischen in mehr als 100 Publikationen veröffentlicht. Die Ergebnisse sind schwer zusammenzufassen, da sich über den langen Zeitraum die Erhebung der statistischen Daten und die Prognose der Krankheit erheblich verändert hatten und vielfach inkompatible Kriterien und Methoden angewendet wurden. Eine geringere, aber vergleichbare statistische Häufung konnte jedoch nur für die militärische Anlage in Dounreay im Norden Schottlands und für das Kernkraftwerk Krümmel in Deutschland zweifelsfrei verifiziert werden.

Der Ende 2016 erschienene 17. Report der COMARE fasst die gesamte Aufarbeitung der Auffälligkeiten um Sellafield zusammen und ist geeignet, dieser Problematik ihre Schärfe zu nehmen.

Die Situation hat sich epidemiologisch normalisiert

Das Auftreten von Kinderleukämien wurde kontinuierlich verfolgt und wiederholt nach Massgabe der vermuteten Hypothesen für diese Häufung spezifisch ausgewertet. Die erhöhte Inzidenz konzentrierte sich

* COMARE's 17th report: review of childhood cancer incidence near Sellafield and Dounreay from 1963 to 2006 [<http://bit.ly/2gs12qE>]

auf den Zeitraum von 1979 bis 1984, und seit 1991 ist in der näheren Umgebung von Seascale keine typische Kinderleukämie mehr diagnostiziert worden. Seit nun 25 Jahren liegt die Häufigkeit von bösartigen Tumoren in den Landkreisen um Sellafield wie schon die ganze Zeit in den übrigen Regionen von Cumbria unter dem englischen Landesdurchschnitt. Dasselbe ist zu berichten von der Wiederaufbereitungsanlage von Dounreay an der Nordküste Schottlands, wo kurz nach Sellafield eine ähnliche, aber statistisch marginale Überzahl festgestellt worden war.

Alle vermuteten Ursachen, meist ein Verdacht aus einer explorativen Fallkontrollstudie, konnten epidemiologisch entkräftet werden: Beschäftigung der Väter in der Nuklearanlage, vorgeburtliche Strahlenexposition der Mütter oder Verzehr von potenziell kontaminierten Fischen erhöhten das Risiko nicht. In einem grossen Kohortenvergleich zwischen allen in Seascale geborenen und den dort die Schule besuchenden Kindern fanden sich die Erkrankten eher unter den Schülern, weniger unter den dort geborenen Kindern. Offensichtlich sind die nach der Geburt zugezogenen Kinder vermehrt erkrankt, die vor dem Schuleintritt weggezogenen Kinder dagegen weniger.

Transparente Buchhaltung der abgegebenen Radioaktivität

Die Kommission hat sich auch die Mühe genommen, alle dokumentierten und geschätzten Freisetzungen von Radioaktivität nach den neuesten mathematischen Modellen zu einer Gesamtstrahlenbelastung der Altersgruppe von 0 bis 24 Jahre zuzurechnen. Dies erwies sich als aufwendig wegen der ständig ändernden Funktion der Nuklearanlage (Plutoniumherstellung von 1950 bis 1957, Brennstoff-Wiederaufbereitung von 1952 bis 1973 und Betrieb experimenteller Reaktoren seit 1975). Über den ganzen Zeitraum verblieb die Strahlenbelastung durch natürliche Radioaktivität (kosmische Strahlung und terrestrische Isotope) als bedeutendste Strahlenquelle. Während in den frühen Jahren bis 1970 die Abgaben ins Meer einen relevanten Beitrag zur Strahlenbelastung ausmachten, nimmt in jüngerer Zeit die medizinische Anwendung die zweite Position ein, nur temporär übertroffen durch den Fallout aus Atombombentests und der Kontamination durch Tschernobyl. Wo sich einzelne Isotope durch das Gammaskpektrum in der Umgebungsmessung identifizieren liessen, wurde die Quelle gesucht und beispielsweise Polonium 210 in einer nahegelegenen Düngemittelfabrik infolge Aufarbeitung von Phosphatmineralien gefunden.

Auch die Auswirkungen des Reaktorbrandes von Windscale im Jahr 1957 wurden retrospektiv erneut studiert. Dort wurde in bedeutendem Ausmass Jod 131 freigesetzt, allerdings etwa tausendmal weniger als in Tschernobyl. Die Strahlenbelastung der Schilddrüse erreichte weder in der Umgebung noch in der Ausbreitzungszone über Nordostengland bedenkliche Werte, dies vor allem wegen des sofort ausgesprochenen Verbotes, frische Milch zu trinken. Selbst episodenhafte kleine Vorfälle wurden von dieser Kommission bearbeitet: Eine zufällig festgestellte, zwar erhöhte, aber ungefährliche Radioaktivität auf einem einzelnen Grundstück in Seascale konnte auf den Taubenschlag eines Züchters zurückgeführt werden, dessen Vögel sich in einem stillgelegten und als Abfalllager benützten Gebäude des Werkgeländes tummelten. Das Anbringen von Drahtgittern erwies sich als eine wirksame und billige Massnahme zur Eindämmung dieser Kontamination.

Zusammenfassend belegt dieser Bericht erneut und überzeugender als zuvor, dass Nuklearanlagen, wie sie heute betrieben werden, nicht ein Risiko für Leukämien und Krebserkrankungen in der Umgebung darstellen. Eine dokumentierte, zusätzliche Strahlenbelastung fand sich in früheren Jahrzehnten, ohne dass die groben Mortalitätsdaten damals gehäufte Leukämien andeuteten. Die Behauptung, dass die Empfindlichkeit von Kleinkindern auf genetische Auswirkungen von ionisierenden Strahlen mehr als hundertmal grösser sei, wie es zur Erklärung der Sellafield-Epidemie nötig wäre, lässt sich durch keinerlei experimentelle Daten belegen. Die wahrscheinlichste Erklärung für die an beiden Orten unzweifelhaft festgestellte, temporäre Häufung von Kinderleukämien bleibt die im Gefolge der Bauarbeiten und des Betriebes massive Zuwanderung von Familien mit Kindern aus spärlich bewohnten Gebieten der Umgebung, die in der Schule und damit spät in der Entwicklung einer Vielzahl von ungewohnten Infektionserregern ausgesetzt waren, sodass deren Immunantwort in Einzelfällen fehlgeleitet wurde. In ähnlichen demographischen Konstellationen zeigte sich vielerorts eine Zunahme der Kinderleukämien, wobei die Bevölkerungsbewegung durch ganz unterschiedliche Gründe und ohne vermutete Strahlenrisiken hervorgerufen worden war. Da Populationsexperimente für diese Fragestellung nicht machbar sind, wird erst die Aufdeckung und das Studium eines plausiblen biologischen Mechanismus diese Hypothese untermauern können.

Vorbildlicher Umgang mit Risikosituationen

Über die lange Zeit ihres Wirkens hat sich die COMARE zu einem Kompetenzzentrum zur Beurteilung von Strahlenrisiken in der Allgemeinbevölkerung entwickelt. Durch ihren breit umschriebenen Auftrag und als permanente Institution war sie in der Lage, sich allen neu auftauchenden Fragen zu stellen, und hat oft auch neue Strahlungsrisiken publik gemacht und quantifiziert. So beispielsweise die massive Zunahme der medizinischen Untersuchungen durch Computertomographie oder die bedenkenlos genutzten Solarien. Vor allem bemerkenswert ist aber die aufwendige und sorgfältige Berichterstattung, die sich nicht auf Information der Auftraggeber in der Administration und Politik beschränkte, sondern in breit gestreuten, fachlich fundierten und allgemeinverständlichen Reports ein breiteres Publikum ansprach. Wir können von den Engländern lernen, wie derartige Risikosituationen studiert und verfolgt werden sollten. Ausgewiesene Expertengruppen, die auf lange Sicht die Verantwortung übernehmen, die Situation zu analysieren und zu verfolgen, sind gehalten, die Überle-

gungen und Empfehlungen den Entscheidungsträgern wie auch den interessierten Bürgern verständlich darzulegen. Wie in jeder politisch heiklen Frage tauchen immer wieder selbsternannte «Experten» auf, und es fällt Laien und Politikern schwer, ihre Kompetenz kritisch zu beurteilen. Aber es sollte ihnen leichtfallen, ihre Ratgeber zu einer öffentlichen Berichterstattung zu verpflichten. Die Fachkollegen werden die Beurteilung ganz sicher kommentieren und die Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen. Und eine Verantwortung über einen längeren Zeitraum ist das beste Mittel, von Experten ausgewogene Stellungnahmen zu erhalten, da sie sich zwangsläufig mit ihrem früheren Urteil konfrontiert sehen. Nur auf diese Weise lassen sich übereilte Entscheide vermeiden und können andauernde Unklarheiten – wie in dieser Problematik die Befunde beim Kernkraftwerk Krümmel – aufgearbeitet und beantwortet werden. (In: Schweizerische Ärztezeitung 2017;98(35):1102–1104; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags)



Die Nuklearanlage von Sellafield stand in den 80er-Jahren im Verdacht, eine Häufung von Kinderleukämien zu verursachen.

Foto: Simon Ledingham,

CC BYSA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7938296>

Sondierbohrungen und Proteste

Die Standortsuche für ein geologisches Tiefenlager in der Schweiz gibt immer wieder zu reden. In der Vorbereitung der dritten Etappe des Sachplanverfahrens hat die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) Gesuche für mehrere Sondierbohrungen eingereicht. Die Reaktionen darauf wurden in vielen Zeitungen thematisiert.

Das Medien-Sommerloch, auch bekannt als die Zeit der sauren Gurken, zeigt sich in dieser Medienschau darin, dass wir etwas weiter zurückblicken als üblich. Die Gesuche der Nagra für Sondierbohrungen in den möglichen Tiefenlager-Standortregionen sorgten nämlich – unter anderem – Ende April und im Mai 2017 für Gesprächsstoff. Das Thema beschäftigte vor allem regionale Zeitungen und Regionalausgaben grösserer Blätter, wie zum Beispiel der «Schweiz am Wochenende». Dort, beziehungsweise an der Generalversammlung des Vereins «Kein Atommüll im Bözberg» (Kaib), durfte Ende April in der Person des Geologen Walter Wildi ein altbekannter Kritiker der Nagra auftreten: «Seit 1969 laufen die Anstrengungen für ein geologisches Tiefenlager. Jetzt ist man wieder daran, Gesuche für Bohrungen zu stellen. Man wird aber auch bei diesen Bohrungen nicht weiterkommen.» Als Begründung für diese Sichtweise gab Wildi zu Protokoll, «dass die Lösung bereits bestimmt sei und jetzt noch ein Beweis gesucht werde; dass administrativ statt wissenschaftlich vorgegangen werde und dass kritische Fragen <umschiffen statt erforschen> würden». Im Artikel der «Schweiz am Wochenende» wurde auch Kaib-Präsident Max Chopard erwähnt, wenn auch eher unrühmlich: «In der Fragerunde – in der sich Kaib-Präsident Max Chopard leider offensichtlich genötigt sah, einen kritischen Einwand etwas abrupt abzuklemmen – meinte Walter Wildi auf die Frage einer Frau, was er, Wildi, denn vorschlagen würde: «Darauf kann ich Ihnen auch keine Antwort geben.» Abschliessend kündigte Chopard an, einem Tiefenlager im Bözberg «notfalls mit einem nationalen Referendum» entgegenzuhalten.

99% vorverfasste Einsprachen

Die «Nagra-Bohrungen» und die Einsprachen dagegen nahm Ende April auch «Der Landbote» auf. Im Einzugsgebiet der Zeitung, zu der das sogenannte «Weinland» als Standortregion gehört, habe es rund 100 solcher Einsprachen gegeben. «Die auf den ersten Blick grosse Zahl an Einsprachen muss in zweifacher Hinsicht relativiert werden», so «Der Landbote». «Zum einen gab es im aargauischen Bözberg, der zweiten von der Nagra

im Januar 2015 vorgeschlagenen Endlagerregion, rund 500 Einsprachen gegen die dortigen acht Bohrgesuche. Zum anderen gab es in beiden Regionen zahlreiche standardisierte Einsprachen, die auf Mustervorlagen beruhten. Laut Auskunft des BFE sollen im Bözberg 99% aller Einsprachen auf solchen Vorlagen basieren. Auch im Weinland stellte der atomkritische Verein Klar Schweiz solche vorgefertigten Einsprachen zur Verfügung. Zudem reichte der Verein selber gleich gegen alle acht Weinländer Bohrgesuche Einsprache ein.»

Das «Zofinger Tagblatt» berichtete am 4. Mai von einer Informationsveranstaltung an der das Bundesamt für Energie (BFE) und das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) unter anderem darlegten, wieso entgegen den Vorschlägen der Nagra das Standortgebiet Nördlich Lägern weiter «im Rennen» bleiben soll: «Zu diesem Resultat kam das Ensi bei der sicherheitstechnischen Überprüfung und nachdem es der Nagra 81 Fragen gestellt hatte, erklärte Ensi-Projektleiter Bastian Graupner.» Die belastbaren Daten hätten «deutlich günstigere Eigenschaften als von der Nagra angenommen» gezeigt. Der Verbleib der Region Nördlich Lägern in der Standortsuche hat auch Auswirkungen auf die Protestlandschaft, wie «Die Botschaft» am 6. Mai aufzeigte: «Nach einer einjährigen Pause haben sich der Vorstand und die Mitglieder entschlossen, den Verein «LoTi – nördlich Lägern ohne Tiefenlager» zu reaktivieren und sich aktiv mit ihren kritischen Stimmen weiterhin ins Verfahren einzubringen.»

Wachsende Regionalkonferenzen

Auch die Regionalkonferenzen sind weiterhin aktiv und bereiten sich auf die dritte Etappe des Sachplanverfahrens vor, wenn auch nicht immer mit dem gleichen Engagement, wie der Artikel «Allseitiges Unbehagen der Regionalkonferenz wächst» in der «Andelfinger Zeitung» vom 9. Mai zeigt: «Die Traktandenliste liess keine welterschütternden Neuigkeiten erwarten – vielleicht deswegen schienen am Samstag die Reihen der ansonsten 112-köpfigen Regionalkonferenz zur Tiefenlagersuche ungewöhnlich schwach besetzt.» An der 21.

Vollversammlung hätten nicht erdwissenschaftliche oder technische Fragen am meisten beunruhigt, «sondern wie die regionale Mitsprache in der rund 11-jährigen Etappe 3 ab voraussichtlich 2020 aussehen soll und wer dies bestimmt». Das im Titel des Artikels angesprochene Unbehagen beziehe sich vor allem auf die künftige Zusammensetzung und Sitzverteilung in der Regionalkonferenz. Einerseits sollen gemäss der Zeitung die Gemeinden mehr Behördensitze erhalten und andererseits hätten mehrere Gemeinden ihre Teilnahme beantragt. «Diverse deutsche Gemeinden ersuchen zudem um neue oder zusätzliche Behördensitze: Hohentengen, Klettgau, Dettighofen, Blumberg, Gottmadingen und Rielasingen-Worblingen. Die zukünftige Regionalkonferenz müsste also grösser sein, wenn niemand ausgeschlossen werden soll», so der Artikel. Auf eine Vergrösserung der Regionalkonferenz lässt auch die Äusserung des anwesenden Vertreters des Bundesamtes für Energie (BFE) schliessen: Es werde «jeder weiterhin dabei sein können, solange er noch gut zu Fuss ist».

Am Ende weniger Bohrungen als Gesuche

Am 10. Mai beschäftigten weitere Einsprachen gegen Bohrgesuche der Nagra das «St. Galler Tagblatt» und die «Thurgauer Zeitung», die dazu den gleichen Text abdruckten. Während aber die fast 500 grösstenteils vorformulierten Einsprachen gegen Bohrungen auf dem Bözberg eher trotzig anmuten, hat die thurgauische Gemeinde Schlatt konkrete Beweggründe für ihre Einsprache gegen Sondierbohrungen in der Nachbargemeinde Trüllikon beim BFE. Da von dort aus nämlich Schrägbohrungen unter der Gemeinde- und Kantons-grenze hindurch in Betracht gezogen werden, verschafft sich die Gemeinde gemäss ihrer Präsidentin durch die Einsprache zwei Dinge: «Wir werden über das weitere Vorgehen informiert und können uns – falls nötig – am Verfahren beteiligen.» Auch dem Verkehrskonzept steht Schlatt mit Vorbehalten gegenüber. Im gleichen Artikel erfuhr man auch, dass die Suppe im «Weinland» wie wohl auch in den übrigen Regionen nicht so heiss gegessen werden dürfte, wie sie gekocht wird. Die Nagra habe nämlich in dieser Region acht Bohrgesuche in fünf Gemeinden eingereicht. «Ob an den zwei Standorten in Trüllikon überhaupt gebohrt wird, soll im Verlauf des Jahres bekannt werden. Wie Nagra-Sprecherin Jutta Lang sagt, geht man derzeit nur von drei bis fünf Bohrungen im Weinland aus. Ausserdem sei nicht sicher, ob an den zwei erwähnten Standorten überhaupt quergebohrt werde.»

Champions-League versus Tiefenlagerung

«Hallo, ist da jemand?», titelte am 12. Mai die «Andelfinger Zeitung» über einem Artikel zu einer offenbar nicht allzu gut besuchten Informationsveranstaltung. «Warum bloss interessiert sich anscheinend niemand für die eigene Zukunft?», fragte sich im Lead die gleiche Autorin, die sich drei Tage davor ähnlich zur Teilnahme an der Versammlung der Regionalkonferenz geäussert hatte (siehe oben). Mögliche Gründe dafür findet sie beim Wetter und im Sport: «Okay, es war endlich mal ein schöner Abend. Okay, es war auch noch Champions-League-Halbfinal. Trotzdem. Vermutlich jeder Haushalt in der Region mit knapp 30'000 Einwohnern hatte die Einladung des Bundesamts für Energie bekommen. Dass sich im Ausbildungszentrum AZA dann höchstens geschätzte 80 Personen einfanden, inklusive Experten – das ist mindestens so erschütternd wie ein verschenkter Elfmeter der Lieblingsmannschaft.» Auf den Inhalt der Veranstaltung, der Grund für das Festhalten an Nördlich Lägern und die Grundwasserthematik, ging die Autorin nur kurz ein und schob ihrem Fazit einen Aufruf nach: «Es war interessant. Sogar für die vielen, die alles schon aus der Regionalkonferenz oder der Behördenarbeit kannten. Etappe 3 ist nicht zu spät zum Einsteigen. Aber irgendwann ist es das.»

Ganz anders klang es gleichentags im «Landboten»: Unter der Überschrift «Deutsche beharren auf mehr Mitsprache» wurde dort ausführlich erörtert, wieso die deutsche Gemeinde Jestetten mit ihrer Rolle in der Standortsuche nicht zufrieden ist. Jestetten ist nämlich im Verfahren als sogenannte «weitere betroffene Gemeinde» eingestuft und nicht als «Infrastruktur-gemeinde», wie es gemäss der Bürgermeisterin sein sollte. Denn «tatsächlich läge das Gebiet mancher Schweizer Infrastrukturgemeinde weiter entfernt vom «Tor zum Endlager» als Teile des Jestetter Gemeindegebiets» und die Betroffenheit durch ein Endlager mache «an der Landesgrenze nicht halt». Ebenfalls am 12. Mai konnte man übrigens in den «Schaffhauser Nachrichten» im Detail lesen, was an der von der «Andelfinger Zeitung» vernachlässigten Informationsveranstaltung berichtet worden ist. «Die Nagra hat sehr gut gearbeitet und alles richtig gemacht. Nur: Die Datenlage ist in einigen Punkten noch ungenügend», habe dort ein Ensi-Vertreter zu den Differenzen zwischen Behörden und Nagra bezüglich der Standorteinengung gesagt. →

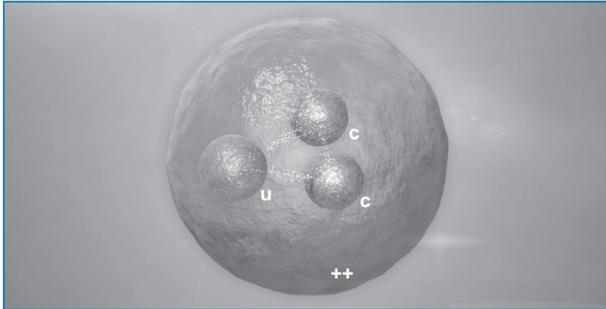
«Es gibt keine unschädliche Dosis dieser Strahlung»

Eine Woche später druckten «Der Landbote» und die «Andelfinger Zeitung» beinahe identische Texte zur Mitgliederversammlung von «Klar! Schweiz» ab. Die Überschrift «Atomkritischer Verein lud Arzt zu Strahlen-Vortrag ein» des «Landboten» hätte auch «Atomkritischer Verein lud Vertreter eines anderen atomkritischen Vereins ein» lauten können. Mit seinen Äusserungen dürfte Claudio Knüsli von «Ärzte gegen den Atomkrieg» bei den Vereinsmitgliedern auf Zustimmung gestossen sein: «Es gibt keine unschädliche Dosis ionisierender Strahlung. In der Umgebung von nuklearen Anlagen finden sich signifikante, reproduzierbare wissenschaftliche Beobachtungen von Gesundheitsschäden auf der Basis von genetischen Schäden. Er erwähnt dabei Krebs an Kleinkindern oder die Verminderung der Mädchengeburtens proportional zu denjenigen der Buben.» Immerhin «schiebt der Arzt Knüsli die Verantwortung nicht allein der Atomindustrie zu. Kritisch gegenüber seinem eigenen Berufsstand sagt er auch, dass die Hauptquelle der Belastung

durch ionisierende Strahlung durch die medizinische Diagnostik verursacht wird». Die Frage, «ob ein Tiefenlager im Weinland gesundheitliche Folgen haben könnte oder nicht, wollte Knüsli nicht direkt beantworten». An der Versammlung waren auch die geplanten Sondierbohrungen ein Thema. In diesem Zusammenhang kritisierte der Verein, respektive dessen Co-Präsidentin Käthi Furrer, das Vorgehen der Nagra: «Zuerst müssen die Kriterien definiert werden, die für eine sichere Endlagerung erfüllt werden müssen. Bisher scheint es, als würde der Plan darin bestehen, zuerst zu bohren und dann zu sehen, was sich ergibt. Dies erweckt bei uns den Eindruck einer gewissen Willkür, jedenfalls nicht von vollständiger Transparenz», sagt Furrer und doppelt nach: «Die Kriterien für eine sichere Lagerung müssen der Bevölkerung so verständlich dargelegt werden, dass nicht nur Geologen drauskommen.» Ob Frau Furrer an der laut «Andelfinger Zeitung» schlecht besuchten oder an einer anderen Informationsveranstaltung teilgenommen hat, war aus keinem der vorliegenden Berichten zu entnehmen. (M.Re. nach verschiedenen Medienberichten, 2017)

Schweiz

An der EPS Conference on High Energy Physics in Venedig stellten Forschende des LHCb-Experiments am Europäischen Kernforschungszentrum **Cern** bei Genf ihren **Nachweis** des Teilchens Ξ_{cc}^{++} (Ξ_{cc}^{++}) vor.



Künstlerische Darstellung des neuen Teilchens, das aus zwei Charm-Quarks (c) und einem Up-Quark (u) besteht.

Foto: Daniel Dominguez/Cern

Der **Endenergieverbrauch** der Schweiz stieg 2016 gegenüber dem Vorjahr um 1,9% auf **854'300 Terajoule** (TJ). Ein wichtiger Grund dafür ist die im Vergleich zum Vorjahr wiederum kühlere Witterung.

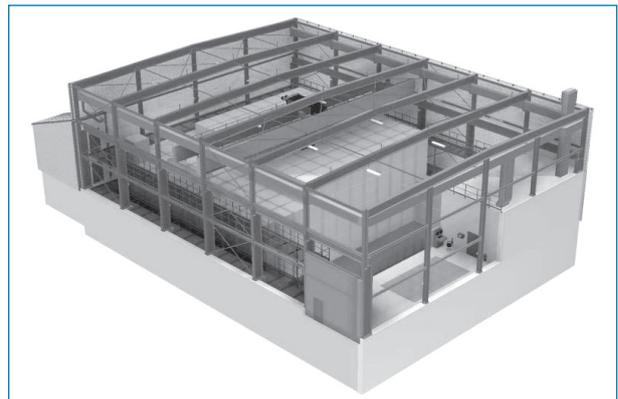
Zwischen März und Anfang Juni 2017 erreichten **drei Transport- und Lagerbehälter** des Typs TN24BH mit je 69 ausgedienten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Leibstadt das zentrale Zwischenlager der **Zwilag** in Würenlingen.

Die Zwischenlager Würenlingen AG (**Zwilag**) plant den Bau einer **neuen Lagerhalle** für konventionelle Komponenten. Der Baubeginn ist für Herbst 2017 vorgesehen und die Fertigstellung für Spätsommer 2018.

Die Zwischenlager Würenlingen AG (**Zwilag**) verarbeitete zwischen dem 18. April und dem 7. Juli 2017 über **600 Fässer** mit schwachaktivem Abfall aus den fünf Schweizer Kernkraftwerkseinheiten. Nach Beendigung der 23. Kampagne entstanden 132 Fässer, die bis zur Einlagerung ins Tiefenlager bei der Zwilag zwischengelagert werden.

Das internationale **Felslabor Mont Terri** im Kanton Jura soll erweitert werden, um unter anderem mehr Platz für Forschungsprojekte zur geologischen Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle zu schaffen. Rund **600 m neue Stollen und Nischen** im südlichen Teil des Felslabors sind vorgesehen.

Das neue Zwischenlager **«Stapelplatz Ost»** beim Paul Scherrer Institut (PSI) kann aus sicherheitstechnischer Sicht gebaut und betrieben werden. Zu diesem Schluss kam das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) in seinem Gutachten.



Mehr Platz für schwach- und mittelaktive Abfälle auf dem Gelände PSI Ost: Modelldarstellung des geplanten OSPA-Gebäudes.

Foto: Ensi

Die Nationale Alarmzentrale (**NAZ**) führte zwischen dem 22. und 30. Juni 2017 Flüge zur **Messung der Radioaktivität** am Boden durch. Im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (Ensi) wurden dieses Jahr die Kernkraftwerke Gösigen und Mühleberg überflogen.

Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (**Nagra**) reichte am 24. August 2017 sechs Gesuche für **Sondierbohrungen** im Standortgebiet **Nördlich Lägern** beim Bundesamt für Energie (BFE) ein.

International

Das **ukrainische Ministerkabinett** verabschiedete am 18. August 2017 die neue **Energiestrategie** des Landes bis 2035. Demnach soll die **Kernenergie** wie bereits heute **50%** des Strombedarfs decken, während die neuen erneuerbaren Energien einen Anteil von 25%, Wasserkraft 13% und der Rest fossile Kraftwerke übernehmen.

Die neue Regierung **Westaustraliens** verbietet den zukünftigen **Uranabbau**. Die vier Projekte, welche die frühere Regierung bereits genehmigt hat, sind davon nicht betroffen. Es handelt sich um die Projekte Wiluna der Toro Energy Ltd., Kintyre und Yeelirie der Cameco Australia Pty Ltd. sowie Mulga Rock der Vimy Resources Ltd.

Am 29. August 2017 wurde auf dem Gelände der Ulba Metallurgical Plant JSC (UMP) in Ust-Kamenogorsk (Öskemen) im Osten **Kasachstans** die **multilaterale Brennstoffbank** für schwachangereichertes Uran (LEU) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) eingeweiht.



IAEO-Generaldirektor Yukiya Amano spricht an der Eröffnungsfeier der **multilateralen Brennstoffbank für schwachangereichertes Uran (LEU)** über die Bedeutung einer gesicherten Kernbrennstoffversorgung.

Foto: M. Ferrari/IAEO

Rund 1 kg hochangereichertes Uran (high enriched uranium, **HEU**) chinesischen Ursprungs wurde aus dem ghanesischen Forschungsreaktor GHARR-1 **entfernt**. Mit der Rückführung dieses Brennstoffs nach China ist **Ghana** das 32. Land, das sämtliches HEU vollständig entfernt hat.

Am 29. August 2017 begann die State Enterprise Radioactive Waste SE (Seraw) in der Nähe des Kernkraftwerks Kosloduj mit dem **Bau** des nationalen Lagers für schwach- und mittelaktive Abfälle (**Radiana**) in Bulgarien.

Die in **Deutschland** von 2011 bis 2016 erhobene **Abgabe** auf Brennelemente ist **verfassungswidrig**. Zu diesem Schluss kam das deutsche Bundesverfassungsgericht in seinem am 7. Juni 2017 veröffentlichten Urteil.

Die beiden mit **Mox-Brennelementen** der Areva SA beladenen Schiffe Pacific Heron und Pacific Egret verließen am 5. Juni 2017 den französischen Hafen Cherbourg Richtung Japan. Die Mox-Brennelemente sind für die Kernkraftwerkseinheit **Takahama-4** der Kansai Electric Co. Inc. (Kansai EP) bestimmt.



Ein Behälter mit Mox-Brennelementen wird auf das Schiff Pacific Egret geladen.

Foto: Cédric Helsly/Areva

Mitte August 2017 wurden im Block 4 des Kernkraftwerks **Barakah** in den Vereinigten Arabischen Emiraten (VAE) erfolgreich die **Dampferzeuger** und der **Reaktordruckbehälter** platziert. Der Block wird derzeit für die Inbetriebnahme vorbereitet, die laut der Emirates Nuclear Energy Corporation (Enec) 2018 erfolgen soll.

Mitte August 2017 setzten Arbeiter den ersten **Dampf-erzeuger** ins Reaktorgebäude der AP1000-Einheit **Vogtle-3**. Es ist dies die erste Platzierung einer Grosskomponente auf der Baustelle im Bundesstaat Georgia, seit der Übernahme des Projektmanagements durch die Southern Nuclear Operating Company Ende Juli 2017.



Mitte August 2017 wurde der erste Dampferzeuger ins Reaktorgebäude der AP1000-Einheit Vogtle-3 gesetzt.

Foto: Georgia Power

Die rund 140 t schwere **Reaktorkuppel** der ACPR-1000-Einheit **Hongyanhe-6** in der chinesischen Provinz Liaoning wurde am 8. September 2017 erfolgreich gesetzt.

Laut der State Nuclear Power Technology Corporation (SNPTC) bestand die AP1000-Einheit **Sanmen-2** in der chinesischen Provinz Zhejiang den hydrostatischen **Kalttest**.

Die China National Nuclear Corporation (CNNC) schloss **Warmtests** am Reaktorkreislauf und an weiteren Systemen der weltweit ersten AP1000-Einheit **Sanmen-1** ab.

Die CPR-1000-Einheit **Fuqing-4** in der chinesischen Provinz Fujian gab am 29. Juli 2017 erstmals **Strom** ans Netz ab. Zuvor war im Reaktor erstmals eine sich selbsterhaltende Kettenreaktion abgelaufen. Die erste Brennstoffbeladung von Fuqing-4 war zwischen dem 13. und 19. Juni 2017 erfolgt.

Mit dem Giessen des ersten Betons begann am 29. Juni 2017 offiziell der **Bau** der WWER-1000-Einheit **Kudankulam-3** im Bundesstaat Tamil Nadu an der Südspitze Indiens. Die Baubewilligung hatte das indische Atomic Energy Regulatory Board (AERB) zehn Tage davor erteilt.

Laut der Korea Hydro and Nuclear Power Company Ltd. (KHNP) **verzögert** sich die Fertigstellung der **vierten Einheit** des Kernkraftwerks **Shin Kori** um zehn Monate. Die APR-1400-Einheit geht nun voraussichtlich im Herbst 2018 ans Netz.

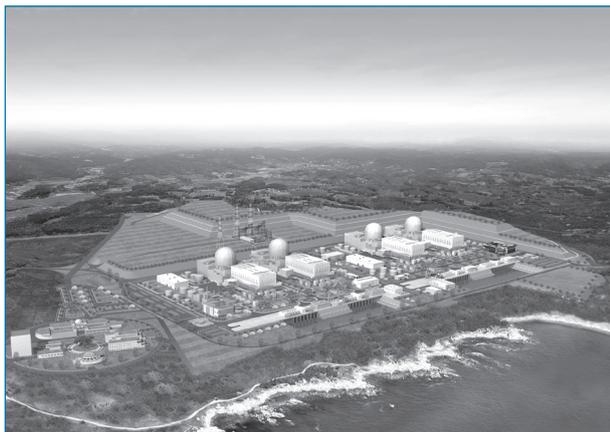
Chashma-4 (PWR, 315 MW) wurde als fünfte Kernkraftwerkseinheit Pakistans erfolgreich mit dem **Netz** synchronisiert. Das Kernkraftwerk Chashma – auch Chasnupp genannt (Kurzform von Chashma Nuclear Power Plant) – befindet sich in der Provinz Punjab in der Nähe des Chashma-Staudamms rund 210 km südwestlich von Islamabad.

Die **Georgia Power** Company empfiehlt, den Bau der AP1000-Einheiten **Vogtle-3 und -4** im amerikanischen Bundesstaat Georgia **fortzuführen**. Dies sei die wirtschaftlichste Lösung für die Kunden.

Die **Duke Energy** Corporation beabsichtigt hingegen, auf den von ihr geplanten Bau von je zwei **AP1000-Einheiten** in South Carolina und Florida zu **verzichten**. Grund ist der Konkurs des Reaktorlieferanten Westinghouse Electric Company LLC.

Die Betriebsbewilligung der derzeit abgeschalteten Kernkraftwerkseinheit **Santa María de Garoña** wird **nicht erneuert**. Dies beschloss die spanische Regierung am 1. August 2017. Der Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) hatte eine Wiederinbetriebnahme empfohlen.

Die Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) beschloss, die Vorbereitungen zum Bau der **Einheiten 5 und 6** des Kernkraftwerks **Shin Kori** im Südosten Südkoreas vorübergehend **auszusetzen**. Zwei Wochen zuvor hatte der neue südkoreanische Präsident Moon Jae-in den geplanten Bau mit einer Verwaltungsverfügung gestoppt.



Künstlerische Darstellung der APR-1400-Einheiten Shin Kori 5 und 6, deren Bau vorläufig suspendiert ist.

Foto: KHNP

Die Kernkraftwerkseinheit **Kori-1** (PWR, 576 MW) der Korea Hydro & Nuclear Power Company Ltd. (KHNP) wurde nach 40 Betriebsjahren am 18. Juni 2017 um Mitternacht endgültig **abgeschaltet**.

Die Exelon Corporation beschloss, die Kernkraftwerkseinheit **Three Mile Island** (PWR, 819 MW) Ende September 2019 vorzeitig **abzuschalten**, es sei denn, die Behörden führen eine Reihe «erforderlicher» Massnahmen ein.

Die russische ASE Group of Companies und die Nuclear Power Corporation of India Ltd. (NPCIL) unterzeichneten eine Rahmenvereinbarung zur **dritten Bauphase** des Kernkraftwerks **Kudankulam** im indischen Bundesstaat Tamil Nadu.

Das Indira Gandhi Center for Atomic Research (IGCAR) und die Hindustan Construction Company Ltd. (HCC) unterzeichneten einen Millionenvertrag zum Bau einer **Wiederaufarbeitungsanlage** am Standort **Kalpakkam** in Indien.

Das Europäische Kernforschungszentrum **Cern** in Genf nahm **Slowenien** am 4. Juli 2017 als **assoziiertes Mitglied** in der Vorstufe zum Vollmitglied auf.



Vojislav Šuc, Botschafter Sloweniens bei den Vereinten Nationen, überreicht Cern-Generaldirektorin Fabiola Gianotti die Zustimmung seiner Regierung zur Aufnahme als assoziiertes Mitglied.

Foto: Maximilien Brice/Cern

Am 1. September 2017 wurde in Schenefeld bei Hamburg der **European XFEL** nach achtjähriger Bauzeit feierlich **eröffnet**. Der leistungsstärkste Röntgenlaser der Welt feuert pro Sekunde 27'000 Röntgenlaserblitze ab und erlaubt völlig neue Experimente. (M.A.)



Forschungsminister und weitere Vertreter aus den Partnerländern schneiden das Band zur offiziellen Einweihung des European XFEL durch.

Foto: European XFEL

► 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.

Peter Morf

Bundeshausredaktor «Finanz und Wirtschaft»



Energiepolitischer «worst case»

Die Schweiz steuert nach der Annahme des ersten Pakets der Energiestrategie 2050 in der Produktion und Verteilung von Strom in die Planwirtschaft.

Am 10. März 2011 war die Stromwelt der Schweiz noch in Ordnung. Der weltweit einmalige, nahezu CO₂-freie Produktionsmix mit den zwei Hauptsäulen Wasserkraft (ca. 60% der Stromproduktion) und Kernkraft (ca. 35%) schien unantastbar. Ja es waren gar neue Kernkraftwerke zum Ersatz der in die Jahre kommenden in Planung. Die sogenannten neuen erneuerbaren Energieträger Sonne und Wind waren – noch ohne nennenswerte Subventionen – nicht mehr als eine marginale Erscheinung.

Nur zwei Tage später war alles anders: Am 11. März löste ein starkes Erdbeben im Pazifik einen gewaltigen Tsunami aus, der auf die japanische Küste zuraste. Er richtete am Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi erhebliche Schäden an, die schliesslich zu einer Kernschmelze führten. Die Schweiz erstarrte vor Schreck: Da war es nun, das atomare Restrisiko – eine Aussage, die sich als grundlegend falsch erweisen sollte. Die Katastrophe hätte verhindert werden können, die Sicherheitsvorkehrungen waren ungenügend. Dennoch schwenkten viele Befürworter der Kernkraft gleichsam über Nacht ins gegnerische Lager, allen voran Energieministerin Doris Leuthard.

Ausstieg aus der Kernenergie

Wenige Monate später präsentierte sie den ersten Entwurf zur Energiestrategie 2050. Dabei handelte es sich nicht um eine fundierte, wissenschaftlich breit abgestützte Arbeit, sondern um einen Hüftschuss ohne belastbare Basis. Ziel der Strategie: Der Ausstieg aus der Kernenergie.

Die bestehenden Kernkraftwerke sollten nicht ersetzt werden, der wegfallende Strom wäre durch Sonne und Wind zu kompensieren. Zudem sollten der Schweiz

Stromsparprogramme verordnet werden. Es war zunächst sogar die Rede von Gaskraftwerken – ein Gedanke, der aus Opportunitätsgründen fallen gelassen wurde. So oder so: Der Schweizer Modell-Strommix wurde zum Auslaufmodell.

Am 21. Mai 2017 hiess der Stimmbürger das erste Paket zur Energiestrategie mit 58% Ja-Stimmen deutlich gut. Das Paket weist den Weg in die Planwirtschaft: Die Subventionen für Sonne und Wind werden massiv aufgestockt, eine Flut von Gesetzen, Verboten und Geboten wird installiert. Und dennoch: Mit dem vom Volk gutgeheissenen Gesetzespaket wird höchstens die Hälfte der anvisierten Ziele erreicht. Das ganz am Anfang in Aussicht gestellte zweite Paket, eine Energielenkungsabgabe, scheiterte schon im Parlament kläglich.

Die Energiestrategie hängt damit gleichsam in der Luft. Das Scheitern des zweiten Pakets macht einen erheblichen Mangel an der ganzen Übung sichtbar: Niemand weiss, wie der Strommarkt der Zukunft aussehen soll. Das zweite Paket entthob scheinbar von der Aufgabe, sich über das Marktdesign Gedanken zu machen – ein grober Politikfehler. Gedanken zum Marktdesign müssten am Anfang einer Strategie stehen, nicht am Ende.

Mehr Subventionen

Vier Monate nach der Abstimmung ist nur eines klar: Die Subventionen werden weiter ausgebaut. Die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) wird erhöht. Auch Wasserkraftwerke werden nun unterstützt. Das entbehrt nicht der Ironie: Genau die Subventionen für Sonne und Wind, die in Deutschland in die Milliarden und in der Schweiz in die Millionen gehen, haben, zusammen mit den tiefen Kohlepreisen, die Strompreise zum Absturz

gebracht. Dadurch verloren einige, vor allem grosse, Wasserkraftwerke ihre Wirtschaftlichkeit. Die Branche hat nach Subventionen gerufen – und sie bekommen.

Nun werden weitere Massnahmen zur Stützung der Wasserkraft im Parlament diskutiert. Gleichzeitig rufen grosse Produzenten, wie jüngst etwa Alpiq, mehr oder weniger unverhohlen nach direkter staatlicher Hilfe. Zudem setzen sich die Bergkantone gegen Reduktionen der Wasserzinsen zu Gunsten der Wasserkraft zur Wehr. Ein Ausweg aus dieser verfahrenen Situation könnten gar vollständige Verstaatlichungen von Stromproduzenten sein. Nur zur Erinnerung: Bundesrätin Leuthard hatte bei der ersten Präsentation der Energiestrategie lauthals versprochen, es werde eine marktwirtschaftliche Wende – sie hat ihr Versprechen nicht gehalten.

Die Kernkraft gerät gleich doppelt unter die Räder. Das vom Volk angenommene Gesetz statuiert ein Verbot des Baus neuer Kernkraftwerke. Die bestehenden dürfen prinzipiell bis ans Ende ihrer Lebensdauer am Netz bleiben. Allerdings bemühen sich vorab die politische Linke sowie die Grünen, den Kernkraftwerken mit allerlei Auflagen das Leben schwer zu machen und ihre Produktion zu verteuern. Sie versuchen, den vorzeitigen Ausstieg durch die Hintertür zu erzwingen. Die BKW haben die Konsequenz gezogen und legen Mühleberg schon 2019 still.

Gleichzeitig wirkt das Verbot des Baus neuer Kernkraftwerke faktisch als Technologieverbot. Die Attraktivität der entsprechenden Ausbildung und Forschung in der Schweiz sinkt. Für einheimische Studenten ist sie nicht mehr interessant, sie können im Inland mit keiner Beschäftigung mehr rechnen. Das könnte sich bitter rächen. Wenn die Akzeptanz für neue Generationen der Kerntechnologie wieder steigt und der Bau eines solchen Werkes aktuell werden könnte, müsste die Schweiz zunächst das Gesetz ändern – und die Technologie müsste im Ausland eingekauft werden.

Gemäss den Propagandisten der Energiestrategie wird es nie so weit kommen. Sonne und Wind werden demnach die Kernkraftwerke locker ersetzen. Nur: Das wird nicht funktionieren. Sonne und Wind liefern sogenannten Flatterstrom, der unregelmässig und nicht vorhersehbar anfällt. Damit lässt sich die stabile Bandenergie der Kernkraftwerke nicht ersetzen.

Versorgungssicherheit gefährdet

Die Produktionskapazität von Sonne und Wind muss zudem stets in unmittelbar zuschaltbarer Reserve vorgehalten werden. Dafür geeignet sind im Stand-by-Modus gehaltene Gaskraftwerke – eine sehr teure und umwelt-

schädliche Variante. Eine andere sind Importe. Diese sind heute problemlos möglich: Strom aus französischen Kernkraftwerken wie aus deutschen Kohle- und Gaskraftwerken steht zur Verfügung. Das wird sich in sehr absehbarer Zeit ändern: Die Lieferverträge mit französischen Kernkraftwerken laufen in den nächsten Jahren aus. Ob sie erneuert werden können (und wollen), steht in den Sternen. In Deutschland sollen 2022 die letzten Kernkraftwerke vom Netz gehen. Der nördliche Nachbar wird seinen Kohle- und Gasstrom dann zumal selber bitter nötig haben. Aber mit jeder neu installierten Solarzelle und Windturbine steigt der Importbedarf der Schweiz. Die Versorgungssicherheit wird mit der Energiestrategie nicht gewährleistet, sondern gefährdet.

Der erwähnte «worst case» ist gleich ein doppelter: Erstens hat die Schweiz in der Strompolitik den Weg in die Planwirtschaft beschritten. Der Einfluss des Staates steigt – nicht nur in der Strombranche. Zweitens gibt die Schweiz ihren nahezu perfekten Strommix auf zu Gunsten eines Regimes von Importen oder dann doch von Gaskraftwerken auf. Mit gebührender Verspätung tritt auch die Schweiz in der Stromproduktion in das fossile Zeitalter ein – ohne jede Not.

Die Energiestrategie 2050 wird die Schweiz teuer zu stehen kommen. Pekuniär wie auch aufgrund der ordnungspolitischen Fehlanreize. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Schweiz auf der Basis des ersten Pakets zur Energiestrategie auf den Weg der Tugend, beziehungsweise des Marktes zurückfindet, ist marginal. Jene bürgerlichen Politiker, die nach dem 21. Mai den Mut haben, weiter auf den Markt zu setzen, dürften sich die Zähne an den neuen Gesetzen sowie an der politischen Phalanx von links/grün bis weit in die Mitte hinein (CVP) ausbeissen – sie werden ihre Strategie eisern verteidigen. Das sind keine erfreulichen Perspektiven.

Der Autor

Peter Morf (Jahrgang 1956) hat an der Universität Bern Ökonomie studiert. Nach dem Studienabschluss 1983 arbeitete er zunächst gut sieben Jahre bei einem Dachverband der Wirtschaft. Im Herbst 1990 wechselte er als Redaktor zur Zeitung «Finanz und Wirtschaft». Ab dem Juni 1993 übernahm er die Berichterstattung aus dem Bundeshaus. Er beschäftigt sich unter anderem intensiv mit energiepolitischen Themen und hat die Energiestrategie 2050 kritisch begleitet.

Eine riesige «AKW-Ruine»

Wir geben es zu: Ein klein wenig haben uns die Schlagzeilen schon aufgeschreckt. «Weltkriegs-Blindgänger in AKW-Ruine Fukushima entdeckt», war am 10. August 2017 auf den Online-Portalen der «Aargauer Zeitung» und des «Blicks» sowie bei «Watson» zu lesen. «Bombe bedroht Fukushima», titelte gar das «St. Galler Tagblatt» auf seiner Website. Ausserhalb der Schweiz klang es ähnlich bedrohlich: «Une bombe découverte dans la centrale de Fukushima» hiess es bei «Le Figaro», «Atomruine Fukushima: Arbeiter entdeckt Bombe aus dem Zweiten Weltkrieg», schrieb «Spiegel Online» und das Newsportal «T-Online» der deutschen Telekom machte Mutmassungen über die Herkunft des Sprengkörpers kurzerhand zur Tatsache: «Fukushima: US-Bombe in AKW-Ruine entdeckt».

So beängstigend die Überschriften auch alle klingen, immerhin hatten die darunter folgenden Artikel weitere Gemeinsamkeiten: Gleich im ersten Satz wurde die Ge-

schichte insofern relativiert, als dass der Blindgänger «auf dem Gelände» des Werks gefunden worden sei. Ein paar Sätze weiter erfuhr man zudem bei allen Medien, dass der Fundort «knapp einen Kilometer von den Atomreaktoren» entfernt liege – also mitnichten im Innern der Gebäude oder eben innerhalb der «AKW-Ruine», wie das der Titel suggeriert. Die «Neue Zürcher Zeitung» hat sich mit ihrem Titel «Weltkriegsbombe in Fukushima Daiichi gefunden» geschickt aus der Affäre gezogen, denn diese Formulierung ist strenggenommen korrekt und klingt dennoch genug furchteinflössend. Dieser Artikel ist übrigens von denen, die wir gefunden haben, auch der einzige, bei dem der Autor namentlich genannt wurde. Bei allen anderen handelt es sich um eine mehr oder weniger unveränderte Meldung der Schweizerischen Depeschagentur (SDA). Von ihr stammt übrigens auch die Überschrift mit der Weltkriegsbombe in der AKW-Ruine. Und wir wollten den Online-Redaktionen schon Angstmache und Effekthascherei vorwerfen... (M.Re.)



VERTIEFUNGSKURS NUKLEARFORUM SCHWEIZ

ZUKUNFTSMANAGEMENT – ZENTRALE LÖSUNGSANSÄTZE FÜR KERNANLAGEN

29./30. November 2017, Kongresshotel Arte, Olten

- **Optimierung von Systembetrieb und Instandhaltung**
- **Workshop: Optimierung von Systemtechnik und Instandhaltung in der Praxis**
- **Kompetenzanpassung und -transfer**
- **Workshop: Innerbetriebliche Kommunikation in der Praxis**

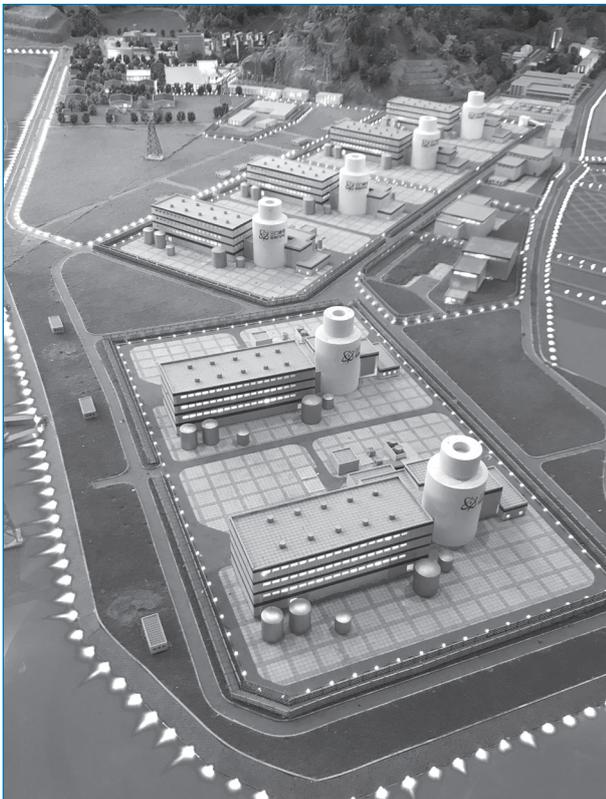
Der Vertiefungskurs richtet sich an Mitarbeitende in Kernanlagen und Zulieferfirmen, an Vertreter von Behörden sowie an Studierende und Assistierende an technischen Universitäten und Fachhochschulen.



WEITERE INFORMATIONEN UNTER WWW.NUKLEARFORUM.CH

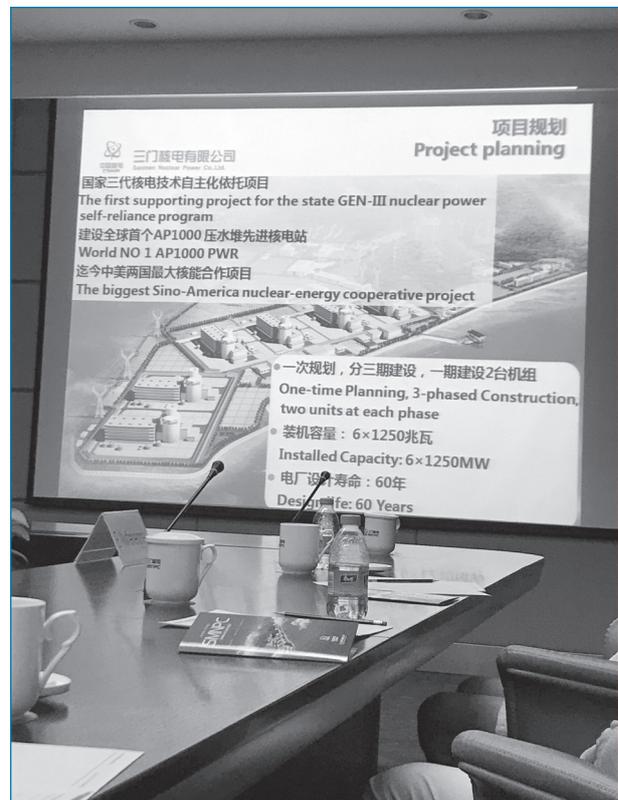
Impressionen der Mitgliederreise nach China

Zurzeit sind in China 37 Kernkraftwerkseinheiten in Betrieb und 19 in Bau. Gleich sechs Einheiten sind in Sanmen in der Provinz Zhejiang rund 350 km südlich von Shanghai in Bau oder projektiert. Am 7. August 2017 besuchte eine Gruppe des Nuklearforums Schweiz und des Schweizerischen Gewerbeverbandes die Sanmen Nuclear Power Co. Ltd. (SNPC) – eine Tochtergesellschaft der China National Nuclear Corporation (CNNC) – und durfte die Baustelle besichtigen.



Modell des künftigen Kraftwerksparks von Sanmen im Besucherzentrum auf dem Kraftwerksgelände. Die Besucherzentren zählen zu den Schlüsselprojekten betreffend Kommunikation mit der Bevölkerung. Die AP1000-Einheit Sanmen-1 (hinten rechts) soll im November 2017 mit dem Netz synchronisiert werden. Die Inbetriebnahme war ursprünglich für 2013 vorgesehen. Die vierjährige Verspätung verursacht laut SNPC Mehrkosten von rund 20%. Die Netzsynchroisation des Blocks 2 ist für August 2018 terminiert. Die Laufzeit ist auf 60 Jahre ausgelegt.

Foto: Nuklearforum Schweiz



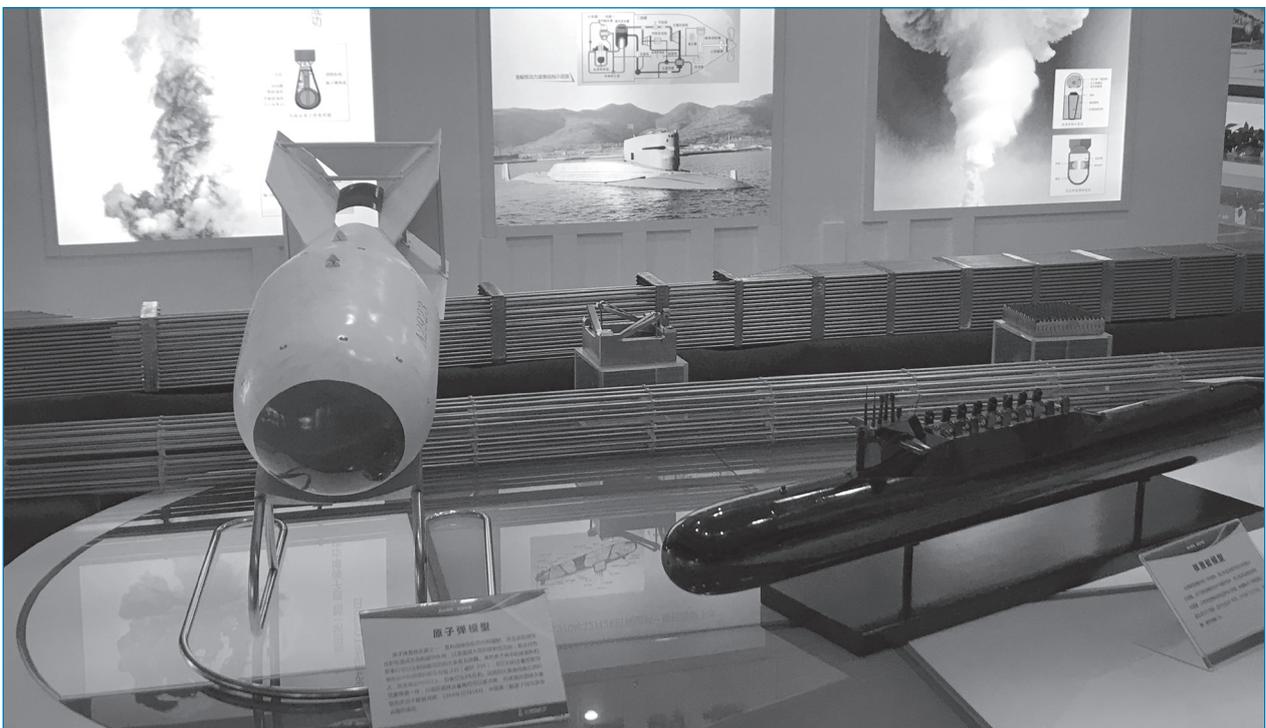
Der Standort Sanmen wurde bereits 1983 als ein möglicher Standort für den Bau von Kernkraftwerken in die engere Wahl genommen. Die Planung erfolgte für alle sechs AP1000-Einheiten (6 x 1250 MW) gleichzeitig. Der Bau hingegen findet in drei Phasen mit je zwei Blöcken statt. Die modulare Bauweise des AP1000 gilt als eines der Alleinstellungsmerkmale dieses fortgeschrittenen Reaktortyps.

Foto: Nuklearforum Schweiz



Hinten links im Bild sind die beiden fast fertigen Sanmen-1 und -2 zu sehen. Rechts davon sind die Baustellen für die Sanmen-3 und -4. Besonders stolz ist man auf die Unfallstatistik: So hat es bis heute weder schwere Unfälle noch gravierend verletzte Personen gegeben.

Foto: Nuklearforum Schweiz



Im Besucherzentrum steht neben einem Brennelement ein (kleines) Modell einer Atombombe. Zudem sind Bilder von Kernwaffenexplosionen (Atompilze) zu sehen. Dieser Vergleich wurde gewählt, um anhand der Urananreicherung zu zeigen, wie ungefährlich die zivile Nutzung der Kerntechnik im Vergleich zu den militärischen Anwendungsmöglichkeiten ist. So heisst es in der dazugehörigen Beschreibung, dass sinnbildlich die A-Bombe für Schnaps und das Brennelement für Bier steht. Schnaps ist aufgrund des hohen Alkoholgehaltes leicht entzündbar – im Gegensatz zu Bier mit einem tiefen Alkoholgehalt. Der Alkoholgehalt soll in dieser Parabel die Urananreicherung darstellen. (B.B.)

Foto: Nuklearforum Schweiz

Nächster Forums-Treff

Der fünfte und letzte Forums-Treff des Nuklearforums Schweiz im Jahr 2017 findet am 21. November im Restaurant Au Premier im Hauptbahnhof Zürich statt. Als Referenten konnten wir Benoît Revaz, Direktor des Bundesamts für Energie, gewinnen.

Vertiefungskurs 2017

«Zukunftsmanagement – zentrale Lösungsansätze für Kernanlagen» (neu mit Workshops)
29./30. November 2017, Hotel Arte, Olten

www.nuklearforum.ch/vertiefungskurs-2017

Neues Faktenblatt

Das Nuklearforum Schweiz hat das neue Faktenblatt «Innovativer Reaktor mit Kugeln als Brennstoff» veröffentlicht. Es ist diesem Bulletin beigelegt und ebenfalls online verfügbar.

www.nuklearforum.ch/faktenblaetter



Foto: CNI23

Nächster SGK-Apéro

Am 2. November 2017 findet im PSI Bildungszentrum der nächste Apéro der «Wissen»-schaf(f)t! statt. Dr.-Ing. Matthias Lamm von Areva GmbH hält einen Vortrag mit dem Titel «Small modular reactors – eine echte Alternative?».

www.kernfachleute.ch

Nuklearforum auf Facebook

Interessante Beiträge aus der Welt der Kernenergie, Fakten und Wissen, aber auch überraschende Inhalte werden neu ebenfalls über die Facebook-Site des Nuklearforums veröffentlicht. Werden Sie Fan oder abonnieren Sie unseren neuen Informationskanal. Das Nuklearforum freut sich auf einen spannenden Dialog.

<https://www.facebook.com/NuklearforumSchweiz/>



Foto: Nuklearforum Schweiz

Nuklearforum auf Twitter

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

www.twitter.com/kernenergienews

E-Bulletin-Newsletter

Woche für Woche umfassend informiert sein: Abonnieren Sie unseren E-Bulletin-Newsletter. Der Newsletter wird jeweils am Mittwoch direkt Ihrer Mailbox zugestellt.

www.nuklearforum.ch/newsletter