

Bulletin 1

März 2021

Fukushima – zehn Jahre danach

Seiten 4, 8 + 26



Rückblick auf das
nukleare Jahr 2020
[Seite 11](#)

Studie zur Rolle der
Kernenergie in Irland
[Seite 15](#)

General-
versammlung 2020
[Seite 32](#)

Editorial	3	Kolumne	26
Kernenergie im politischen Diskurs	3	Fukushima, die Alpen und der Feinstaub	26
Forum	4	Wirkung der EU-Taxonomie widerspricht Zielen	28
«Die Mehrheit der Menschen, die in der Präfektur Fukushima leben, scheinen ihr tägliches Leben wiedergefunden zu haben»	4	Hoppla	31
Hintergrundinformationen	8	Wenn wissenschaftliche Neugier auf übertriebene Strahlenangst trifft	31
Zehn Jahre Fukushima: Kaum noch Grenzwert-Überschreitungen	8	In eigener Sache	32
Die Kernkraftwerke der Welt 2020	11	Generalversammlung 2020 des Nuklearforums – Der Verband schreitet zügig in Richtung Digitalisierung	32
Grüner Nuklearstrom für die grüne Insel	15	Weiterbildungskurs 2020 des Nuklearforums – eine digitale Premiere	33
Red Book 2020: Tiefe Preise drosseln	17	Neue Swissnuclear-Broschüre «Arbeiten im Kernkraftwerk – Berufe mit Zukunft»	35
Uranproduktion	17	Pinnwand	36
Medienschau	19		
Wo bleibt die Versorgungssicherheit	19		
Fenster zum E-Bulletin	22		
Schweiz	22		
International	23		

Impressum

Redaktion:

Marie-France Aepli (M.A., Chefredaktorin); Lukas Aebi (L.A.); Stefan Diepenbrock (S.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: Solche Schilder rund um den Standort Fukushima-Daiichi informieren darüber, wie hoch die Strahlung ist. Hier am 11. Februar 2015. (Susanna Lööf / IAEA)

Leroy Bächtold

Vorstandsmitglied der Jungfreisinnigen der Stadt Zürich



Kernenergie im politischen Diskurs

Wir befinden uns mit der Kernenergie in einem politisch aufgeheizten Umfeld. Das CO₂-Gesetz wird momentan mit einem erfolgreichen Referendum bekämpft. Der Klimastreik nahm in einer Nacht-und-Nebel-Aktion den Bundesplatz ein und wurde dann in einem kostspieligen Polizeieinsatz abgeführt. Diverse Parteien präsentierten ihre Klimaaktionspläne und wurden dafür gefeiert und angefeindet. Die Fronten scheinen zunehmend verhärtet.

Die Kernenergie wird dabei grösstenteils totgeschwiegen. Der Klimastreik präsentierte Anfang Januar seinen 382-seitigen Aktionsplan. Kernenergie wird dabei nur mit einem Wort auf Seite 21 erwähnt: «Ein weiterer Ausbau der erneuerbaren Energien nach 2030 wird für den Ausstieg aus der Kernenergie notwendig sein.» Auch in der 65-seitigen «Langfristigen Klimastrategie der Schweiz» des Bundesrats wird die Kernenergie mit keinem Wort erwähnt.

Der Weltklimarat (IPCC) verschweigt die Kernenergie dagegen nicht. In verschiedenen Publikationen wird die Kernenergie als klimafreundliche Energiequelle beschrieben, so zum Beispiel im Bericht über Energiesysteme, in dem dargelegt wird, dass mit den konventionell förderbaren Uranressourcen der Erde, der gesamte Energiebedarf der nächsten 250 Jahre gedeckt werden könnte. In 250 Jahren werden wir wohl eine deutlich fortschrittlichere Energiegewinnung haben und die Sorgen des Klimawandels werden in weite Vergangenheit gerückt sein.

Diese von wissenschaftlicher Seite sehr positive Betrachtung der Kernenergie, lässt darauf schliessen, dass die Schweizer Politlandschaft die Kernenergie aus rein ideologischen Gründen ignoriert. Da die Kernenergie als böse abgestempelt wurde, setzt man sich nicht mehr differenziert mit ihr auseinander. Dies ist sehr schade und gefährlich, verschliesst man so doch

die Augen vor einem potenziell sehr wichtigen Puzzlestück in der Handhabung des Klimawandels.

Gewisse Parteien sind zum Glück weniger von der erlaubten Meinung abhängig und scheuen sich nicht, unpopuläre Wege zu gehen. So hat der Jungfreisinn in seinem, von mir mitverfassten, Klimapapier ein Ende des Bauverbots für Kernkraftwerke gefordert. Ebenfalls unpopulär ist wohl der Widerstand zum CO₂-Gesetz, der sich in einigen Sektionen des Jungfreisinns organisiert. Eine Kritik ist dabei unter anderem die ausbleibende Neubeurteilung des Atomausstiegs, vor dem Hintergrund der zu erreichenden CO₂-Zielen und befürwortenden Haltung des Weltklimarats.

Es wird spannend zu sehen sein, wie sich die politischen Kräfte klimapolitisch positionieren werden und inwiefern sie sich getrauen, alle zur Verfügung stehenden Technologien zu diskutieren.



Ryugo Hayano

Prof. em. Universität Tokio



Interview geführt von Stefan Diepenbrock

«Die Mehrheit der Menschen, die in der Präfektur Fukushima leben, scheinen ihr tägliches Leben wiedergefunden zu haben»

Das Nuklearforum Schweiz unterhält sich mit Prof. em. Ryugo Hayano über die Ereignisse vor zehn Jahren in Fukushima und die Situation heute. Der Physiker hat sich nach dem Reaktorunfall in Fukushima intensiv mit der Situation und den Folgen in der betroffenen Region auseinandergesetzt. Seine Erkenntnisse teilte er zunächst vor allem auf Twitter – mit enormer Resonanz. Später engagierte er sich gegen die Angst vor der Strahlung im Schulmittagessen und entwickelte den Babyscan, um die interne Strahlenbelastung von Kleinkindern zu messen.

Prof. Hayano, Sie sind Physiker und Ihr Hauptforschungsgebiet ist Antimaterie. Nach dem Fukushima-Unfall sind Sie als ein von Behörden und Nuklearindustrie unabhängiger Wissenschaftler populär geworden. Wie kam es dazu?

Von 1997 bis 2018 war ich Gruppenleiter eines internationalen Teams, das Antimaterie am Cern in Genf erforscht hat. Dabei hielt ich Vorlesungen an der Universität von Tokio und flog über 20 Jahre lang jeden Monat nach Genf. Am 11. März 2011 war ich wieder in Tokio. Ich habe mich nach dem Erdbeben informiert, ob alle sicher evakuiert worden waren oder nach Hause gingen, weil die öffentlichen Verkehrsmittel noch nicht fuhren. Zu diesem Zeitpunkt wusste ich noch nichts über die Situation im Kernkraftwerk Fukushima.

Am nächsten Tag hörte ich in den Nachrichten, dass auf dem Gelände des Kernkraftwerks eine erhöhte Cäsium-Konzentration festgestellt worden war. Ich begann, mich mit den verfügbaren Informationen zu beschäftigen und fragte mich, was passiert war und wie die Situation aussah. Zuerst war es aber nur Neugierde. Ich bin seit 2008 auf Twitter und hatte damals etwa 2500 Follower. Als ich dann begann, die gefundenen

Daten zu twittern, stellte ich irgendwann fest, dass ich mehr als 150'000 Follower hatte.

Ich twitterte unter meinem richtigen Namen und verheimlichte nicht, dass ich in Tokio lebe und Professor an der Universität Tokio bin. Ich erfuhr, dass viele meiner Followers im Grossraum Tokio meine Tweets

Ryugo Hayano ist emeritierter Professor der Universität von Tokio und Mitglied des Beirats der Radiation Effects Research Foundation. Seit 1997 war er ordentlicher Professor für Physik an der Universität Tokio und leitete parallel dazu ein Team der Antimaterie-Studiengruppe (ASACUSA) am Cern in Genf. 2001/2002 erhielt er eine Gastprofessur am Cern. 2008 wurde Hayano der Nishina-Preis verliehen, der alljährlich von der Nishina Foundation für ausserordentliche Leistungen in der Atomphysik und deren Anwendung an Einzelpersonen oder Forschergruppen vergeben wird.

lasen, weil sie wissen wollten, ob sie aus Tokio fliehen sollten oder nicht. Was als Neugierde begann, wurde plötzlich zu so etwas wie einer Verantwortung.

Ich werde seit vielen Jahren mit Steuergeldern unterstützt, um meine Forschung am Cern zu finanzieren und in dieser Zeit der Krise dachte ich, ich würde mein Bestes tun, um den Steuerzahlern etwas zurückzugeben.

Sie haben sich auf die Bekämpfung der Strahlenangst in Fukushima konzentriert. Wie sah und sieht das konkret aus?

Zunächst habe ich Twitter genutzt, um Messdaten der Luftdosen in verschiedenen Gebieten, interne Expositionsdaten aus der Vergangenheit, Erkenntnisse aus Hiroshima und Nagasaki sowie Erkenntnisse zur Strahlungsmesstechnik zu veröffentlichen.

Ich drückte selten meine eigene Meinung aus, sondern titterte die genauesten wissenschaftlichen Fakten mit Links zu den Datenquellen, wann immer es

möglich war. Ich erstellte auch Diagramme und Karten und fügte sie häufig an meine Tweets an.

Im Herbst 2011 sah ich auf Twitter, dass Eltern in Fukushima über die Strahlenbelastung ihrer Kinder durch das Schulessen besorgt waren. Also begann ich auf eigene Kosten, das Schulessen in Minamisoma auf Cäsiumwerte zu testen und begann, die Ergebnisse zu twittern.

Im Jahr 2012 wurden dann auf meinen Vorschlag hin die Inspektionen der Schulverpflegung von der Regierung finanziert und es wurde eine riesige Menge an Daten gesammelt, die die Sicherheit des Schulessens bestätigten. Ein erfreulicher Nebeneffekt dieser Inspektionen war, dass meine Twitter-Followers begannen, Spenden auf mein Konto bei der Universität von Tokio zu schicken. Als ich mich im März 2017 von der Universität Tokio zurückzog, hatte ich etwa 22 Millionen Yen (etwa CHF 188'000) an Spenden erhalten, die meine gesamte Arbeit in Fukushima abdeckten. →



Der 2013 von Ryugo Hayano entwickelte Babyscan, mit dem Kleinkinder im Beisein der Mutter auf radioaktives Cäsium untersucht werden können.

Foto: Ryugo Hayano

Und dann gab es ja noch den Babyscan.

Wie kam es dazu?

Im Herbst 2011 fand mich eine junge Ärztin in Fukushima auf Twitter und bat mich, ihr bei internen Strahlungstests in Fukushima zu helfen. Zu dieser Zeit kämpften viele Krankenhäuser in Fukushima damit, die interne Strahlenexposition der Bewohner mit Ganzkörperzählern (Whole Body Counters, WBC) zu messen. Ich war kein WBC-Experte, aber ich hatte Experimente am Cern gemacht und kannte mich daher gut mit Strahlungsmessung und Datenverarbeitung aus.

Bis Ende 2012 hatten wir die interne Strahlenexposition von mehr als 30'000 Bewohnern gemessen, von denen 99% unter der Nachweisgrenze von weniger als 300 Becquerel lagen. Wir veröffentlichten unsere Ergebnisse und kommunizierten über die Medien, dass die interne Belastung der Bewohner von Fukushima sehr gering sei. Unsere Veröffentlichung wurde teilweise heftig angegriffen. Kritiker vermuteten, dass die Kontamination der Menschen in Fukushima nicht so niedrig sein könne und dass wir sie täuschen würden. Wir sammelten mehr Daten und veröffentlichten sie in den Medien.

Ein Problem bei den Fukushima-WBC-Messungen war, dass die damals verwendeten Geräte nicht für die Messung von Kleinkindern geeignet waren. Die Eltern baten uns, ihre Kinder zu messen, aber wir konnten ihnen keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern.

Schliesslich beschloss ich im Frühjahr 2013, den Babyscan zu entwickeln, einen hochpräzisen WBC-Test speziell für Kinder. Wir stellten den Babyscan Ende 2013 fertig und installierten ihn bis zum Sommer 2014 in drei Krankenhäusern rund um das Kernkraftwerk. Bei keinem einzigen Baby wurde eine interne Exposition oberhalb der Nachweisgrenze von 50 Becquerel durch Babyscan festgestellt. Der Babyscan ist aber auch ein Kommunikationsmittel und nicht nur ein Messinstrument. Eltern, die sich Sorgen um die Gesundheit ihrer Kinder machen, bringen ihre Kinder zur Messung, bei der Ärzte Fragen beantworten und Beschwerden anhören können. Zehn Jahre sind seit dem Unfall vergangen und ich glaube, dass sich die Rolle des Babyscan dem Ende zuneigt.

Sie haben ermittelt, dass die interne Exposition gering war, aber was ist mit der externen Strahlenexposition?

Im Jahr 2014 habe ich ein Projekt mit Gymnasiasten in Fukushima gestartet, um die externe Strahlenbelastung von Oberschülern auf der ganzen Welt zu messen und habe die Ergebnisse im Jahr 2015 in einem Fachmagazin veröffentlicht. Dieses Projekt wurde gemeinsam mit 216 Schülern aus Japan, Polen, Frank-

reich und Weissrussland sowie Lehrern und Experten aus diesen Ländern umgesetzt. Demnach unterschieden sich die durchschnittlichen externen Strahlungsdosen der Schüler der sechs Schulen in der Präfektur Fukushima nicht wesentlich von den externen Strahlungsdosen von Oberschülern in anderen Teilen der Welt. Die höchste durchschnittliche Dosis wurde bei den Gymnasiasten in Bastia in Frankreich beobachtet, dies aufgrund der dortigen natürlichen Strahlung aus Granit.

Wann waren Sie zuletzt in der Region um Fukushima und wie ist die Situation dort – gesellschaftlich und wirtschaftlich?

Covid-19 hat mich im letzten Jahr davon abgehalten, nach Fukushima zu reisen, aber ich bleibe in Kontakt mit Ärzten und Lehrern. Ich kommuniziere auch mit den Bauern, denen ich bei ihrer Rückkehr aus der Evakuierung geholfen habe. Zu den Menschen in den Gebieten, die nur schwer zurückkehren können, habe ich derzeit keinen Kontakt, sodass ich nur durch Nachrichtenberichte einen Einblick in ihre Situation habe.

Die Mehrheit der fast zwei Millionen Menschen, die in der Präfektur Fukushima leben, scheint ihr tägliches Leben wiedergefunden zu haben. Es gibt jedoch weiterhin Probleme, wie zum Beispiel, wann und wie über die Entsorgung des behandelten tritiumhaltigen Wassers entschieden wird. Ausserdem wird angesichts der Vermutung, dass das Schilddrüsen-Screening bei Kindern zu einer Überdiagnose führt, die Frage gestellt, ob das Screening an Schulen fortgesetzt werden soll oder nicht. Des Weiteren geht es darum, wie die Infrastruktur und insbesondere die medizinische Versorgung und die Fürsorge für ältere Menschen in den Städten und Dörfern in den schwer zugänglichen Gebieten aufrechterhalten werden kann. Laut Gesetz soll das kontaminierte Erdreich, das in das Zwischenlager transportiert wurde, bis 2045 ausserhalb der Präfektur Fukushima entsorgt werden, aber die Suche nach einem geeigneten Standort hat noch nicht begonnen. Und schliesslich ist der lange Weg zur Stilllegung des Reaktors auch noch nicht beendet.

Insgesamt wurden etwa 165'000 Menschen evakuiert oder verliessen freiwillig ihre Häuser und Wohnungen. Was geschah mit den Menschen, die nach den Naturkatastrophen und dem Reaktorunfall das Gebiet verliessen?

Im Jahr 2011 wurden Evakuierungsanordnungen für 1150 Quadratkilometer oder 8,3% der Fläche der Präfektur erlassen. Das Gebiet, das bis heute gesperrt ist, umfasst jetzt 337 Quadratkilometer oder 2,4% der Fläche der Präfektur.

Der durchschnittliche Prozentsatz der Menschen, die zurückgekehrt sind, um in den evakuierten Gebieten zu leben, beträgt in den Gemeinden weniger als 30%. Die meisten der Rückkehrer sind ältere Menschen. Diejenigen mit Kindern haben sich möglicherweise entschieden, nicht zurückzukehren, weil ihre Kinder jetzt in den nicht evakuierten Gebieten zur Schule gehen.

Im Bezirk Miyakoji, in dem die Evakuierung bereits im April 2014 aufgehoben wurde und bei dem die Gefahr bestand, dass die anhaltende Evakuierung zum Zusammenbruch der Gemeinde führte, erreichte die Rückkehrtrate jedoch 90%.

Obwohl die radioaktive Belastung der Region laut Experten sehr gering und die strahlenbedingte Zunahme der Gesundheitsfolgen statistisch nicht nachweisbar ist, wie gehen die Menschen vor Ort mit der Radioaktivität um?

Im vergangenen Jahr haben sich die meisten Menschen wohl mehr Sorgen um Covid-19 als um die Strahlung gemacht. Es gibt jedoch Daten, die darauf hindeuten, dass das Problem noch nicht ganz ausgestanden ist. Seit 2011 erstellt die Präfektur Fukushima jährlich eine Umfrage unter den erwachsenen Bewohnern, ob sie glauben, dass als Folge des Unfalls in Fukushima die Möglichkeit bestehe, dass ihre Nachkommen von genetischen Strahlenschäden betroffen sein werden.

Der Prozentsatz der Befragten, die antworteten, dass ihre Nachkommen wahrscheinlich betroffen sein werden, lag 2011 bei 60,2%. 2018 sank die Zahl auf 36%, was aber immer noch ein hohes Niveau ist. Eine ähnliche Frage wurde den Einwohnern von Tokio gestellt. Dort lag der Prozentsatz derjenigen, die glauben, dass die Nachkommen der Menschen in Fukushima betroffen sein werden, im Jahr 2017 bei 49,8% und im Jahr 2019 bei 41,4%, also höher als in Fukushima.

Experten gehen davon aus, dass es keinen Grund gibt zu glauben, dass die Strahlenbelastung durch den Fukushima-Unfall derartige Auswirkungen auf die nächste Generation verursachen wird. Mehr als 70 Jahre Forschung haben das gezeigt. Die jungen Menschen, die in Fukushima geboren und aufgewachsen sind, sollten nicht ungerechtfertigten Vorverurteilungen und Diskriminierungen ausgesetzt werden. Wir müssen mehr in die Bildung investieren, um ein wissenschaftliches Verständnis der Strahlung und ihrer Auswirkungen zu fördern.

Hat die Katastrophe Japan verändert – auch im Umgang mit der Kernenergie?

Die Kernenergie hat das Vertrauen der Mehrheit der japanischen Bevölkerung verloren. Im Jahr 2012 wurde die Nuclear Regulation Authority (NRA) gegründet, die

neue Sicherheitsstandards für Kernkraftwerke festlegte. Von den 54 Kernkraftwerkseinheiten, die 2011 in Betrieb waren, wurde die Stilllegung von 21 beschlossen. Bis Februar 2021 haben neun Einheiten die Sicherheitsüberprüfung der NRA bestanden, die Zustimmung der lokalen Regierungen erhalten und den kommerziellen Betrieb wieder aufgenommen. Vier von ihnen erzeugen tatsächlich Strom. Sieben weitere haben die Überprüfung durch die NRA bestanden, sind aber noch nicht wieder angelaufen.

In der Zwischenzeit hat die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen jedoch keine grossen Fortschritte gemacht: Zwischen 2010 und 2018 stieg der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von 2,2% auf 9,2%, Wasserkraft nur leicht von 7,3% auf 7,7%. Gleichzeitig stieg der Anteil von Erdgas von 29% auf 38,3% und der von Kohle von 27,8% auf 31,6%.

Die Energieversorgungsunternehmen arbeiten hart daran, die Kernkraftwerke wieder in Betrieb zu nehmen. Doch selbst wenn die Einheiten die Sicherheitsprüfung der NRA bestehen, ist es für die Energieversorgungsunternehmen nicht einfach, die Zustimmung der lokalen Gemeinden zum Wiederanfahren der Einheiten zu erhalten.

Meine persönliche Meinung ist, dass es aufgrund des alternden Kernkraftwerksparks in Japan schwierig sein wird, die Nutzung der Kernenergie langfristig aufrechtzuerhalten. Und die Hürden für den Bau neuer Einheiten sind sehr hoch. Ich glaube, dass die Kernenergie in Japan irgendwann auslaufen wird. Die Ausbildung des Nuklearpersonals an den Universitäten ist im letzten Jahrzehnt schleppend verlaufen und es könnte sogar schwierig werden, Kernkraftwerke zu warten, geschweige denn neue zu bauen. (S.D.)

Informationen zu Prof. Hayano finden Sie auf der Website der Radiation Effects Research Foundation https://www.rerf.or.jp/en/about/organization-en/councilors/hayano_e/

Zehn Jahre Fukushima: Kaum noch Grenzwert-Überschreitungen

Der Reaktorunfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi am 11. März 2011 war ein einschneidendes Ereignis für die betroffene Region und die dort lebenden Menschen. Aber auch die internationale Nuklearindustrie insgesamt sah sich mit massiver öffentlicher Kritik an der Sicherheit von Kernkraftwerken konfrontiert. Die Schweiz nahm den Unfall zum Anlass, den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie zu beschliessen. In der Region Fukushima dauern zehn Jahre nach dem Unfall sowohl der Wiederaufbau der vom Erdbeben und Tsunami verursachten Schäden wie auch die Aufarbeitung des Reaktorunfalls an, sind aber weit fortgeschritten.

Insgesamt wurde die Region um Fukushima von einer Mehrfachkatastrophe getroffen. Der eigentliche Reaktorunfall in den Blöcken 1–4 in Fukushima-Daiichi geschah im Zusammenhang mit einem der stärksten je aufgezeichneten Erdbeben und einem davon ausgelösten grossen Tsunami. Durch das Erdbeben und die Überflutungen kamen in der Region Fukushima gegen 20'000 Menschen ums Leben. Es entstanden immense Schäden an Häusern, Industrieanlagen und der Infrastruktur der Region. 130'000 Gebäude wurden komplett zerstört und über eine halbe Million weiterer schwer beschädigt. Aus den überschwemmten Siedlungsgebieten und Industrieanlagen gelangten riesige Mengen umweltbelastender Chemikalien ins Wasser und in den Boden. Hunderte von Quadratkilometern an fruchtbarem Agrarland wurden durch das salzhaltige Meerwasser langfristig geschädigt.

In allen 15 Kernkraftwerksblöcken in der betroffenen Region um Fukushima funktionierten die vom Erdbeben ausgelösten automatischen Schnellabschaltungen und die anschliessende Kühlung mit Notstrom-Dieselaggregaten, wie für diesen Fall vorgesehen. Rund eine halbe Stunde nach dem Beben überflutete der Tsunami in einzelnen Werken sicherheitsrelevante Anlagenteile. Ausser bei den Blöcken 1–4 in Fukushima-Daiichi konnten die Kühlung aufrechterhalten und die Anlagen in einen sicheren Zustand überführt werden. Denn die nötigen Systeme waren gegen Überflutung geschützt und mehrfach vorhanden. In Fukushima-Daiichi fielen jedoch durch den Tsunami die Notkühlungssysteme praktisch alle aus. Zum Schutz der Bevölkerung wurde daraufhin schrittweise ein grosses Gebiet um das Kraftwerk evakuiert. Als Folge der Überhitzung kam es in den Tagen nach dem Tsunami in drei Reaktor-

blöcken zu Brennstoffschäden, einer partiellen Kernschmelze und zu Wasserstoffgasexplosionen. Dadurch wurden beträchtliche Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt.

In mehreren Schritten wurde am 11. und 12. März 2011 die Evakuierung der Bevölkerung in einer 20-Kilometer-Zone um das Kraftwerk beschlossen und umgesetzt und in den Tagen und Wochen darauf ausgeweitet, einschliesslich einem im Nordwesten angrenzenden etwa ebenso grossen Gebiet. Insgesamt wurden rund 165'000 Personen evakuiert oder verliessen von sich aus ihren Wohnort.

Strahlenbelastung in den freigegebenen Zonen bereits heute tiefer als im Schwarzwald

Seit 2011 haben Dekontaminationsmassnahmen und natürliche Vorgänge in grossen Teilen der evakuierten Gebiete zu einem markanten Rückgang der Strahlungswerte geführt. Ab April 2014 wurden Teile der Evakuationszone nach und nach freigegeben. 2019 wurden die Schulen in allen freigegebenen Gemeinden wiedereröffnet. Im März 2020 wurden zudem erstmals auch Gebiete der Städte Futaba, Okuma und Tomioka freigegeben, in die eine Rückkehr zuvor aufgrund der Strahlenbelastung als langfristig schwierig bezeichnet worden war, nachdem auch bei ihnen die insgesamt gemessene Strahlenbelastung auf eine Jahresdosis von unter 20 Millisievert (mSv) gesunken war.

Mittlerweile wurden zahlreiche medizinische Studien internationaler Fachgremien wie des United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) oder der Weltgesundheitsorganisation der Vereinten Nationen publiziert. Sie kommen zum Schluss,

dass die gesundheitlichen Risiken in der Region aufgrund der Strahlung sehr tief sind. Das UNSCEAR hielt fest, dass ein strahlungsbedingter Anstieg gesundheitlicher Probleme statistisch nicht nachweisbar sei.

Die japanischen Behörden haben eine Jahresdosis von 1 mSv aus künstlichen Quellen als langfristige Zielsetzung für die Wiederherstellung der kontaminierten Zonen genannt. Akzeptierbar sind gemäss allen relevanten internationalen Organisationen Jahresdosen aus künstlichen Quellen bis zu 20 mSv pro Jahr, die in den Folgejahren durch natürliche Prozesse immer weiter zurückgehen. Diese 20 mSv pro Jahr entsprechen etwa der stabilen natürlichen Strahlenexposition im Schwarzwald. Die durchschnittliche natürliche Strahlenexposition eines Menschen in der Schweiz beträgt nach den Berechnungen des Bundesamts für Gesundheit (BAG) rund 4,2 mSv pro Jahr, mit grossen örtlichen Abweichungen nach oben und unten.

Soziale und psychische Belastungen überwiegen

Wesentlich grösser waren im Vergleich dazu die sozialen und psychischen Belastungen der Bevölkerung durch die Kombination eines starken Erdbebens, eines grossen Tsunamis und eines Reaktorunfalls. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat daraus unter ande-

rem die Lehren gezogen, dass eine zur Minimierung der gesundheitlichen Risiken der Strahlenbelastung durchgeführte Evakuierung, insbesondere unter den Bedingungen einer schweren Naturkatastrophe, ernsthafte Gesundheitsrisiken mit sich bringt. Das gilt vor allem für gefährdete Bevölkerungsgruppen wie Menschen mit Behinderungen, ältere Menschen, Kleinkinder. In Fukushima wurden diese Probleme noch vergrössert durch die zerstörte Infrastruktur, die Abtrennung der Evakuierten von ihren Gemeinden, die reduzierte Anzahl von Gesundheitspersonal und das Versagen des lokalen öffentlichen Gesundheitswesens aufgrund der Verlegung.

Trotz der Freigabe mehrerer Gebiete in der Region Fukushima kehren viele Menschen nicht zurück. Dies teilweise, weil sie auch nach der Freigabe der Gebiete Angst vor Strahlung haben. Andere haben durch das Erdbeben und den Tsunami alle Angehörigen oder ihr Hab und Gut verloren. «Bei diesen evakuierten Menschen gibt es eine deutliche Zurückhaltung, in die Region zurückzukehren. Teilweise ist dies auf die langsame Erholung von den umfangreichen Schäden an der Infrastruktur zurückzuführen, aber auch auf das Trauma des Ereignisses und die grosse Anzahl von Todesfällen im Freundes- und Familienkreis. Ein erheblicher Teil dieser Betroffenen ist bereits dauerhaft



Experten der dritten IEAO-Mission überprüfen im Februar 2015 ein Wasseraufbereitungssystem auf dem Gelände von Fukushima-Daiichi, das radioaktive Elemente aus dem Wasser entfernen kann.

Foto: Susanna Löff / IEAO

weggezogen und hat sich in anderen Teilen Japans neu angesiedelt», beschreibt Ian McKinley. Der in der Schweiz ansässige Berater beschäftigt sich seit über drei Jahrzehnten intensiv mit dem japanischen Nuklearabfallprogramm und hat insbesondere die Japan Atomic Energy Agency (JAEA) bei der Planung, Durchführung und Dokumentation der Sanierungsmassnahmen ausserhalb des Reaktorgeländes in Fukushima unterstützt.

«Grosse Fortschritte bei der Rückkehr der Bevölkerung»

Im unmittelbaren Gebiet um den Fukushima-Reaktor sorgte die Kontamination für zusätzliche Evakuierungen, neben denen durch das Erdbeben und den Tsunami ausgelöst. Dort wurden umfangreiche Dekontaminations- und Wiederherstellungsprojekte durchgeführt. McKinley war an einigen dieser Projekte beteiligt und hat die Präfektur Fukushima viele Male besucht und die grossen Fortschritte bei der Rückkehr der Bevölkerung in die weniger kontaminierten Gebiete gesehen. «Sicherlich wurde dies durch die Ansiedlung neuer Arbeitgeber in diesen Gebieten unterstützt, aber auch durch die verbesserte Forschung und Entwicklung zur Unterstützung der Strahlungsüberwachung.»

Der in Europa – und auch in anderen Landesteilen Japans – vorherrschenden Meinung, die gesamte Region um Fukushima sei verlassen, kontaminiert und quasi nicht mehr bewohnbar, widerspricht McKinley. Diese Aussagen seien zwar häufig, aber sie entsprechen nicht der Realität. Der häufig angestellte Vergleich der Reaktorunfälle von Fukushima und Tschernobyl sei in vielerlei Hinsicht falsch. «Es gibt sicherlich Bedenken wegen der Strahlenbelastung und viele Evakuierte werden nie wieder zurückkehren. Aber die Investitionen in Fukushima waren viel höher als in anderen vom Tsunami betroffenen Gebieten und daher wird die Erholung wahrscheinlich schneller erfolgen als in anderen Teilen der Nordostküste.» (S.D. nach verschiedenen Quellen)

Das Nuklearforum Schweiz hat anlässlich des 10. Jahrestages des Unfalls von Fukushima ein umfangreiches Dossier und Interviews zu den Ereignissen und die Folgen für die Schweizer Kernkraftwerke veröffentlicht unter: www.nuklearforum.ch/fukushima.



Der neue IAEA-Generaldirektor Rafael Mariano Grossi bei der Besichtigung des Kernkraftwerks Fukushima-Daiichi während seines ersten offiziellen Besuchs Japans am 26. Februar 2020.

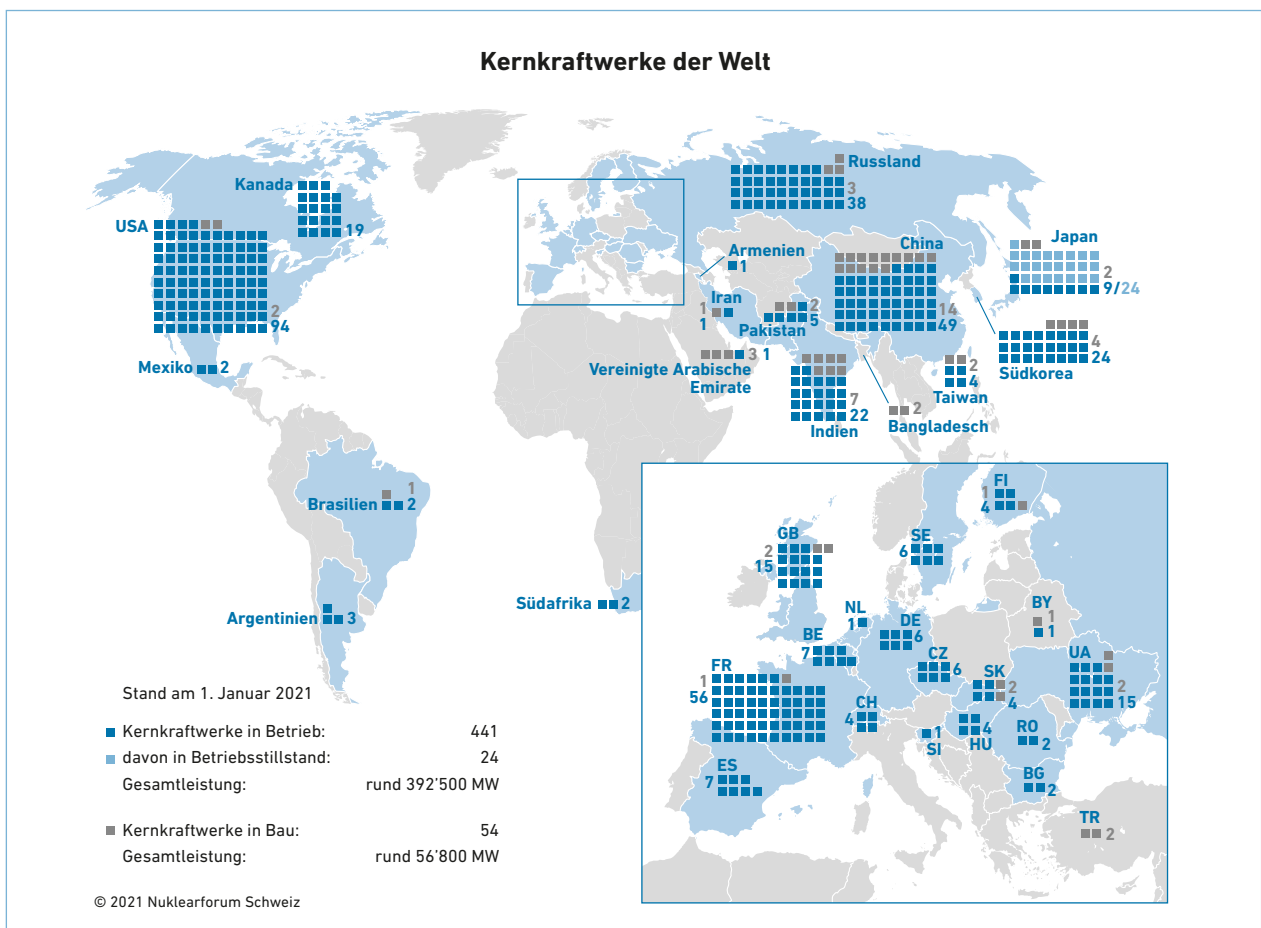
Foto: Dean Calma / IAEA

Die Kernkraftwerke der Welt 2020

Im Jahr 2020 sind fünf neue Kernkraftwerkseinheiten mit dem Stromnetz synchronisiert worden: zwei in China und eine in Russland sowie je eine in den Einsteigerländern Weissrussland und Vereinigte Arabische Emirate (VAE). China nahm dabei die weltweit ersten Reaktoren des Typs Hualong One und CNP-1000 in Betrieb. Sechs Einheiten wurden endgültig stillgelegt. Der zivile Kernkraftwerkspark der Welt umfasste somit beim Jahreswechsel 441 Reaktoren in 33 Ländern. Die installierte Nettoleistung stieg leicht auf knapp 392'500 MW (2019: 391'300 MW).

Fünf Einheiten wurden 2020 insgesamt neu ans Netz genommen: China nahm zwei neue Einheiten in Betrieb. Am 8. August gab die weltweit erste CNP-1000-Einheit Tianwan-5 Strom ans Netz ab und am 27. November folgte Fuqing-5, die weltweit erste Hualong-One-Einheit. Am 23. Oktober nahm die WWER-1200-Einheit Leningrad-II-2 den Betrieb auf.

In China stehen neu 49 Kernkraftwerkseinheiten in Betrieb. Über eine höhere Anzahl Blöcke verfügen derzeit nur Frankreich mit 56 und die USA mit 94. Russland steht auf Platz vier mit 38 Einheiten. →



Immer mehr Länder setzen auf die Kernenergie

Am 19. August gab Barakah-1 vom südkoreanischen Typ APR-1400 zum ersten Mal Strom ab. Damit nahmen die VAE erstmals eine Kernkraftwerkseinheit in Betrieb. Hamad al-Kaabi, ständiger Vertreter der Vereinigten Arabischen Emirate bei der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) twitterte, nachdem Barakah-1 erstmals kritisch gefahren worden war: «Dies ist ein historischer Augenblick für die Vereinigten Arabischen Emirate, weil sie das erste arabische Land in der Region geworden sind, das ein Kernkraftwerk betreibt – der Höhepunkt einer zwölf Jahre währenden Arbeit an diesem vielversprechenden Programm.» Am Standort Barakah in der Nähe von Ruwais in der Region Al Dhafra in Abu Dhabi sind vier fortgeschrittene APR-1400-Einheiten vorgesehen. Die VAE hatten sich Ende 2009 für die südkoreanische Auslegung entschieden und den Kaufvertrag mit dem von der Korea Electric Power Corporation (Kepco) angeführten Konsortium unterzeichnet. Die Emirates Nuclear Energy Corp. (Enec) schätzt, dass die vier Einheiten von Barakah nach der vollständigen Inbetriebnahme bis zu einem

Viertel des Energiebedarfs des Landes mit sauberem, effizientem und zuverlässigem Strom decken werden.

Am 3. November stiess Weissrussland mit der Inbetriebnahme von Belarus-1 als 33. Land zu den Atomstromerzeugerstaaten. Der Standort befindet sich im Bezirk Astrawiez (Ostrowetskaia Rayon), im Nordwesten des Landes, in der Nähe der litauischen Grenze. Dort ist Belarus-2 – ebenfalls eine WWER-1200-MW-Druckwasserreaktoreinheit der neuen russischen Baureihe AES-2006 – seit April 2014 in Bau. Wie bereits die VAE wird ebenfalls Weissrussland von der IAEO unterstützt. Der «Milestone»-Ansatz der IAEO begleitet die Einsteigerländer von der Prüfungsphase bis zur Betriebsphase. Seit seinem Start vor über zehn Jahren haben 30 sogenannte Integrated Nuclear Infrastructure Reviews (Inir) 20 Länder darin unterstützt, die mit einem Kernenergieeinstieg verbundenen Verpflichtungen und Vorgaben besser zu verstehen und ihre eigene Umsetzungsgeschwindigkeit festzulegen.



Die VAE nehmen ihre erste Kernkraftwerkseinheit – Barakah-1 – in Betrieb.

Foto: Enec



Am Standort Sanaocun sind sechs Kernkraftwerkseinheiten geplant. Der Bau des ersten Hualong-One-Blocks wurde Ende Jahr offiziell lanciert.

Foto: CGN

Fünf Baustarts

Am 8. April feierten die Türkei und Russland den offiziellen Baubeginn von Akkuyu-2, einem Kernkraftwerk des russischen Typs WWER-1200. Akkuyu ist die zweite Kernkraftwerkseinheit der Türkei. Erster Beton für Block 1 war zwei Jahre zuvor gegossen worden. Am Standort in der südtürkischen Provinz Mersin sollen dereinst vier WWER-1200-Blöcke Strom produzieren. Das Akkuyu-Projekt wird nach einem Build-Own-Operate-Modell unter russischer Leitung gebaut. Für die vier Einheiten wurde 2010 ein zwischenstaatlicher Vertrag mit Russland unterzeichnet. Die russische Sberbank gewährt der Akkuyu Nuclear JSC für einen Zeitraum von sieben Jahren ein Darlehen in Höhe von USD 400 Mio. Es wird erwartet, dass zu einem späteren Zeitpunkt russische Unternehmen neben Drittinvestoren einen Anteil von 51% am Projekt halten werden.

Im letzten Quartal 2020 wurde zudem erster Beton für die drei Hualong-One-Einheiten Zhangzhou-2, Taipingling-2 und Sanaocun-1 in China gegossen. Und seit Ende Jahr steht die zweite Demonstrationseinheit eines Schnellen Brütters am Standort Xiapu in Bau. Die

Standorte Zhangzhou und Xiapu liegen in der Provinz Fujian im Südosten Chinas, Taipingling befindet sich in der Provinz Guangdong nördlich von Hongkong und Sanaocun in der Provinz Zhejiang südlich von Shanghai. Das Bauprojekt in Sanaocun ist das erste chinesische Kernkraftwerksprojekt, das mit privatem Kapital finanziert wird. Die Geely Technology Group wird einen Anteil von 2% an der Anlage übernehmen. Die China General Nuclear Power Group (CGN) hält 46% der Anteile an der Projektgesellschaft Cangnan Nuclear Power, den Rest halten andere staatliche Unternehmen.

Sechs Stilllegungen

Die Kernkraftwerkseinheit Fessenheim-1 (PWR, 880 MW) im Elsass stellte am 22. Februar 2020 seinen Betrieb ein. Fessenheim-2 (PWR, 880 MW) wurde am 29. Juni 2020 endgültig vom Netz genommen. Fessenheim war das älteste Kernkraftwerk Frankreichs. Die Stilllegung der beiden Druckwasserreaktorblöcke erfolgte im Rahmen der mehrjährigen Programmplanung für Energie (Programmation pluriannuelle de l'énergie) der französischen Regierung. Die Planung sieht vor, den Anteil der Kernenergie am Stromverbrauch des

Landes von derzeit 72% bis 2035 auf 50% zu verringern. Bis 2035 sollen dazu insgesamt 14 Einheiten vom Netz genommen werden.

Am 30. April wurde in den USA Indian-Point-2 (PWR, 998 MW) endgültig abgeschaltet. Die Entergy Corporation hatte dies bereits 2017 vereinbart und damals wirtschaftliche Gründe wie anhaltend tiefe Grosshandelspreise für Strom sowie steigende Betriebskosten als Gründe für die vorzeitige Ausserbetriebnahme genannt. Das Unternehmen verkaufte 2020 das Kernkraftwerk an die Holtec International, die für den Rückbau verantwortlich sein wird. Indian-Point-1 ist seit 1974 abgeschaltet und Indian-Point-3 wird im April 2021 endgültig vom Netz genommen.

Die NextEra Energy Resources LLC – Mehrheitseigentümerin und Betreiberin von Duane-Arnold-1 (BWR, 601 MW) in den USA – nahm ihre Kernkraftwerkeinheit einige Wochen früher als angekündigt endgültig vom Netz, nachdem heftige Sturmwinde am 10. August

2020 die Kühltürme beschädigt hatten. Duane-Arnold-1 gilt seit dem 12. Oktober als endgültig abgeschaltet.

Leningrad-2 (LWGR, 925 MW) wurde im November nach 45 Jahren Betrieb endgültig vom Netz genommen. Laut der russischen Gesetzgebung gilt ein Kernkraftwerk solange als in Betrieb, bis der Kernbrennstoff daraus entfernt worden ist. Laut Schätzungen des russischen Staatskonzerns Rosatom soll dies in etwa vier Jahren der Fall sein. Leningrad-2 wird durch die WWER-1200-Einheit Leningrad-II-2 ersetzt, die im Oktober 2020 den Betrieb aufgenommen hat.

Ringhals-1 (BWR, 881 MW) im Südosten Schwedens wurde Ende Dezember als sechste Einheit das letzte Mal heruntergefahren. Die Einheit hatte während fast 45 Jahren rund 220 TWh erzeugt. Zudem sind laut der Betreiberin insgesamt 200 Mio. t CO₂ eingespart worden, verglichen mit der entsprechenden Stromerzeugung durch Kohle, Gas oder Öl. (M.A.)

www.nuclearplanet.ch

Grüner Nuklearstrom für die grüne Insel

Wie die Schweiz will auch Irland bis 2050 eine klimaneutrale Stromversorgung aufbauen. Eine von privater Seite durchgeführte Vorstudie zeigt, dass dies am kostengünstigsten mit einem Einstieg in die Kernenergie machbar ist. Dabei favorisieren die Autoren des Berichts den Bau von kleinen, modularen Reaktoren (Small Modular Reactors, SMR).

Der im Dezember 2020 von der Gruppe 18for0 publizierte Bericht trägt den Titel «Preliminary Study: Nuclear Energy Development in Ireland». Die Zahlen im Namen stehen für einen 18%-Nuklearanteil und Null-emission von Klimagasen in Irlands Stromversorgung im Jahr 2050. In Irland ist der Weg zur Klimaneutralität steil, denn derzeit stammen rund zwei Drittel des Stroms aus fossilen Quellen (siehe Grafik S. 16). Vor diesem Hintergrund hat die Gruppe von Fachleuten aus der Energie- und Nuklearwirtschaft eine Vorstudie zur Option Kernenergie durchgeführt, wobei sie sich auf die IEAO-Empfehlungen für Neueinsteiger stützten. Bisher war die Nutzung der Kernenergie in Irland kein Thema, wurde aber laut den Autoren regierungsseitig bisher nie explizit ausgeschlossen.

Vergleich mit und ohne Kernkraftwerke

Der «Climate Action Plan 2019» (CAP19) der irischen Regierung will unter anderem bis 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien in der Stromversorgung von heute 30% auf 70% steigern und gleichzeitig alle Kohle-, Torf- und Ölkraftwerke stilllegen. Bereits das, halten die Autoren fest, ist eine gewaltige Herausforderung, muss doch das Netz über längere Perioden mit 95% intermittierender (Wind-)Produktion stabil gehalten werden. Unter der Annahme, dass das funktioniert und zudem bis dahin keine wirtschaftlichen «Power-to-X»-Technologien (beispielsweise via Wasserstoff) zur Verfügung stehen, werden im Bericht zwei Strategien untersucht:

- Einerseits der derzeitige Regierungskurs, der ab 2030 den Ausbau von Speichern und grenzüberschreitenden Stromleitungen vorsieht, während ein Produktionsanteil der Gaskraftwerke von rund 30% beibehalten wird.
- Andererseits eine Strategie, welche ab 2030 die verbleibenden Gaskraftwerke direkt durch Kernkraftwerke ersetzt. Die Autoren sind der Auffassung, dass Irland über die gemäss IEAO dafür nötigen institutionellen und personellen Voraussetzungen verfügt. Auch die Frage der nuklearen Entsorgung sei lösbar, da nur geringe Mengen an hochaktiven Abfällen anfallen würden und zudem Irland bei der

Frage der Schliessung des Brennstoffkreislaufs in die Infrastruktur Europas eingebettet sei.

SMR von GE Hitachi als Testfall

Für den Vergleich der beiden Strategien wählten die Autoren den BWRX-300 von GE Hitachi Nuclear Energy. Dabei handelt es sich um einen Siedewasserreaktor mit einer elektrischen Leistung von 300 MW, entwickelt auf der Basis des ESBWR, einem fortgeschrittenen Reaktorsystem der dritten Generation mit 1520 MW_e, der in den USA zertifiziert, aber noch nicht gebaut worden ist. Die Autoren wählten diesen Reaktor, weil er am ehesten bis 2030 die kommerzielle Reife erreicht haben dürfte, von erfahrenen Herstellern stammt und von der Leistung her gut ins bestehende Netz integriert werden kann. Unter der Annahme, dass durch die klimapolitisch gewollte Elektrifizierung der Strombedarf Irlands bis 2040 um die Hälfte zunehmen wird, wären rund 1800 MW nuklearer Leistung nötig.

Vorteile bei Kosten und Netzbetrieb

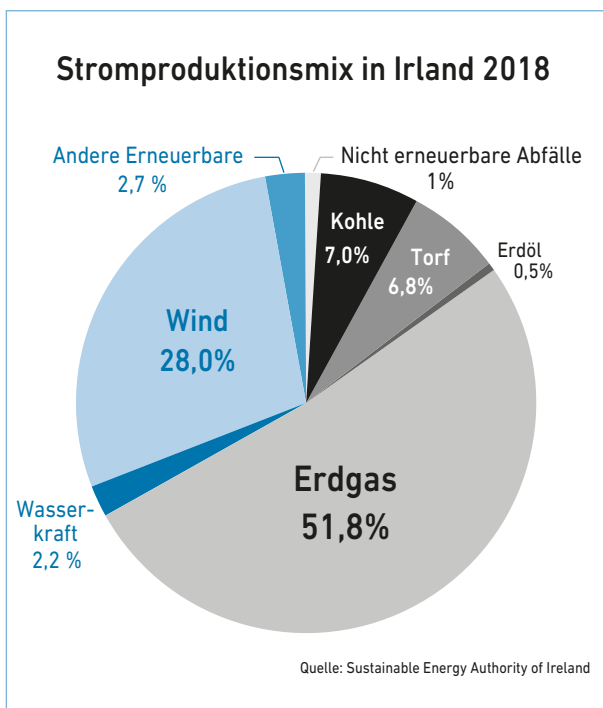
Wenig überraschend schneidet bei der Umweltverträglichkeit bzw. Klimaschutz die nukleare Strategie klar besser ab. Besonders interessant an der Vorstudie ist die Kostenbetrachtung, sowohl bezüglich der Stromproduktion ab Werk wie auch die Auswirkungen auf die Stabilität des Netzes. Gemäss Bericht dürften die Stromproduktionskosten unter der CAP19-Politik von heute 65 EUR/MWh auf EUR 112 steigen, um dann bis 2050 wieder auf EUR 98 zu sinken. Mit der nuklearen Option hingegen würden 2050 die geschätzten Produktionskosten bei nur 85 EUR/MWh liegen. Kumuliert über zwanzig Jahre lägen die volkswirtschaftlichen Einsparungen bei mehr als EUR 6 Mrd.

Diese Ersparnis, betonen die Autoren, berücksichtige dabei noch nicht die Vorteile, welche sich aus den je nach Windeinspeisung flexibel einsetzbaren SMR für einen effizienten Netzbetrieb ergäben. Insbesondere böten die Dampfturbinen der Kernkraftwerke mehr Trägheit zur Stabilisierung von Netzfluktuationen als Gasturbinen. Ausgehend vom heutigen irischen Kraftwerkspark lägen auch die Investitionskosten bei der

nuklearen Strategie etwas tiefer als bei der Fortschreibung der CAP19-Politik ohne Kernkraftwerke.

Erneuerbar und nuklear Hand in Hand

Im Bericht werden zudem vier Reaktortypen bezüglich ihrer Eignung für Irland untersucht: neben dem Favoriten BWRX-300 von GE-Hitachi den kleinen Druckwasserreaktor von NuScale mit 60 MW_e sowie zwei Salzschnmelzereaktoren mit geringerem Entwicklungsstand. Der AP1000 von Westinghouse mit 1150 MW_e, der in China bereits in Betrieb steht, schneidet schlechter ab als die SMR, da er wegen seiner Grösse eine aufwendige internationale Vernetzung des heutigen irischen Stromnetzes erfordert.



Die Lösung für Irlands Klimapolitik sehen die Autoren des Berichts daher im Zusammenspiel der erneuerbaren Energien mit schwankender Einspeisung mit stabilisierenden Kernkraftwerken geringer Leistung. Sie kommen zum Schluss, dass die Einspeisung von 18% Nuklearstrom in ein sonst nur noch von erneuerbaren Energien gespeistes Netz die strombedingten CO₂-Emission Irlands bis 2037 auf ein Minimum reduzieren könnte. (M.S. nach 18 for 0, «Preliminary Study: Nuclear Energy Development in Ireland», Dezember 2020)

Rechtliche Hürden für einen Einstieg in die Kernenergie

Es gibt zwei rechtliche Hindernisse für die Entwicklung eines Kernenergieprogramms in Irland, schreibt Jerry Waugh von 18for0: «Kernkraftwerke dürfen nach dem Planning and Development (Strategic Infrastructure) Act von 2006 nicht genehmigt werden, und die Nutzung der Kernspaltung zur Stromerzeugung ist gestützt auf das Electricity Regulation Act von 1999 nicht zulässig. In beiden Fällen handelt es sich bei diesen Hindernissen um einzelne Absätze in den Gesetzen, deren Aufhebung sich nicht auf den Rest des Gesetzes auswirken würde.

Ein wirksamer rechtlicher und regulatorischer Rahmen wäre für ein erfolgreiches Kernenergieprogramm jedoch erforderlich. Damit würde Irland bei der Festlegung der erforderlichen Rahmenbedingungen ausreichend Unterstützung erhalten. Organisationen wie die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) und eine Vielzahl von international kooperierenden Nuklearaufsichtsbehörden verfügen über umfangreiche weltweite Erfahrung. Länder wie die USA und Kanada haben kürzlich bei der Genehmigung von Kernkraftwerken zusammengearbeitet. Und internationale Organisationen wie die World Nuclear Association (WNA) arbeiten an Optionen für eine weitere internationale Zusammenarbeit bei der Auslegung und Bewertung von Reaktoren.»

Laut Waugh ist eine Änderung der Gesetze, die derzeit die Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung in Irland erschweren, «wahrscheinlich recht unkompliziert». Irland sei gut positioniert, um die rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen zu schaffen, die für ein erfolgreiches Kernenergieprogramm erforderlich seien. Zudem würden viele der strategischen Ziele, die im National Planning Framework enthalten sind, die Entwicklung der Kernenergie unterstützen. (M.A. nach Jerry Waugh, 18for0: «Viewpoint: How to make the Emerald Isle green», in WNN, 1. Februar 2021)

Red Book 2020: Tiefe Preise drosseln Uranproduktion

Nach einem starken Rückgang in den vergangenen Jahren hat sich die Uranproduktion wieder etwas stabilisiert. Die weltweit erfassten Uranreserven haben geringfügig zugenommen, dies trotz geringer Explorationstätigkeit. Beim heutigen Verbrauch reichen die Reserven für mehr als 135 Jahre. Dies geht aus dem jüngsten «Red Book» der Kernenergieagentur NEA der OECD und der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) hervor.

Seit Mitte der 1960er-Jahre erstellen die NEA und die IAEO regelmässig aktualisierte Statistiken zu den weltweiten Uranreserven wie auch zu Exploration, Produktion und Nachfrage nach Uran. Gemäss Bericht «Uranium 2020: Resources, Production and Demand» – der jüngsten Aktualisierung des sogenannten «Red Book» – haben die weltweit erfassten Uranressourcen seit 2017 um 1% zugenommen. Das ist deutlich weniger als in den Jahren zuvor.

Die grösste Zunahme wurde bei den tiefen Preiskategorien unter USD 40 je kg U (metallisches Uran) und im hohen Preissegment bis 260 USD/kg U verzeichnet. Zum Vergleich: Ende Januar 2020 lag der Spotmarktpreis bei knapp USD 80/kg U (USD 30/lb U₃O₈).

Uranreserven mehr als ausreichend

Im «Red Book» werden die gesicherten («Reasonably Assured Resources») und vermuteten («Inferred Resources») Reserven unterschieden. Zusammen werden sie als «Identified Recoverable Resources» bezeichnet. Die bis zur Preisobergrenze von USD 260/kg (USD 100/lb U₃O₈) identifizierten abbauwürdigen Uranreserven beliefen sich Anfang Januar 2019 auf insgesamt 8'070'400 t U (+1% gegenüber 2017). Bei einer Obergrenze von USD 130/kg (USD 50/lb U₃O₈) wurden 6'147'800 t U (+0,1%) als abbauwürdig bezeichnet. Beim Jahresbedarf des heutigen kommerziellen Reaktor-parks von rund 59'200 t (Stand Anfang 2019) bedeutet dies, dass die derzeit weltweit erfassten Uranvorkommen für mehr als 135 Jahre ausreichen würden.

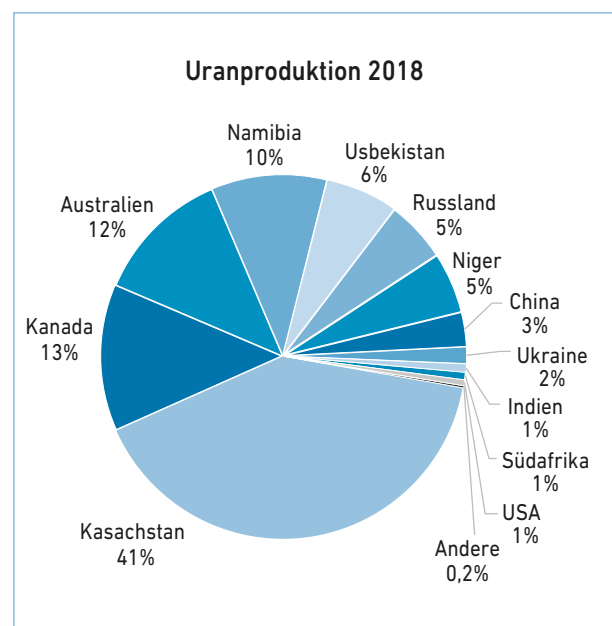
Falls die in vielen Ländern bis 2040 geplanten Ausbauten der Kernenergie tatsächlich umgesetzt werden (Szenarien rechnen mit einem Nettozuwachs bis auf 626 GW_e), steigt der Jahresbedarf bis gegen 100'000 t U (ohne MOX-Brennstoffe). Wie NEA und IAEO schreiben, wären die heute bekannten Uranreserven dafür mehr als ausreichend. Allerdings würden dabei 87% der zum derzeitigen (tiefen) Spotmarktpreis abbau-

baren Uranreserven aufgebraucht. Bei etwas höheren Preisen bis USD 130/kg würden jedoch weniger als 28% der heute bekannten Reserven beansprucht.

Zu den heute gesicherten Uranressourcen kommen laut NEA und IAEO erhebliche Mengen hinzu, falls sich die Abbautechniken weiter verbessern, neue vermutete oder spekulative Lagerstätten entdeckt oder unkonventionelle Uranressourcen genutzt werden. Letztere könnten als Nebenprodukt in Phosphat- oder Kohlevorkommen gewonnen werden und werden derzeit auf 39'000'000 t U geschätzt.

Spitzenproduzenten unverändert

Am Stichtag 1. Januar 2019 haben 16 Länder den Abbau von Uran gemeldet. Die vier grössten Uranproduzenten im Jahr 2018 waren Kasachstan, gefolgt von Kanada,



Australien und Namibia (siehe Grafik S. 17). Zusammen erbrachten sie rund drei Viertel der Weltproduktion. Die weltweiten RAR (Reasonably Assured Resources) betragen am Stichtag total 4'723'700 t U. Mit Abstand die grössten gesicherten Reserven weist Australien aus (siehe Karte unten), gefolgt von Kanada und Kasachstan. Bei diesen Angaben ist zu beachten, dass sich die Daten im «Red Book» nur auf die Reserven beziehen, die zu einem Preis von bis USD 260/kg U gefördert werden können und sich in klassischen Uranerz-Lagerstätten befinden (primäres Uran).

Derzeit werden mehr als 57% dieses Urans mit dem In-Situ-Leaching-Verfahren gewonnen (unterirdisches Herauslösen des Uranerzes durch Bohrlöcher), 20% in unterirdischen Minen, 16% im Tagebau und der Rest als Nebenprodukt der Kupfer- und Goldgewinnung sowie weiterer Verfahren.

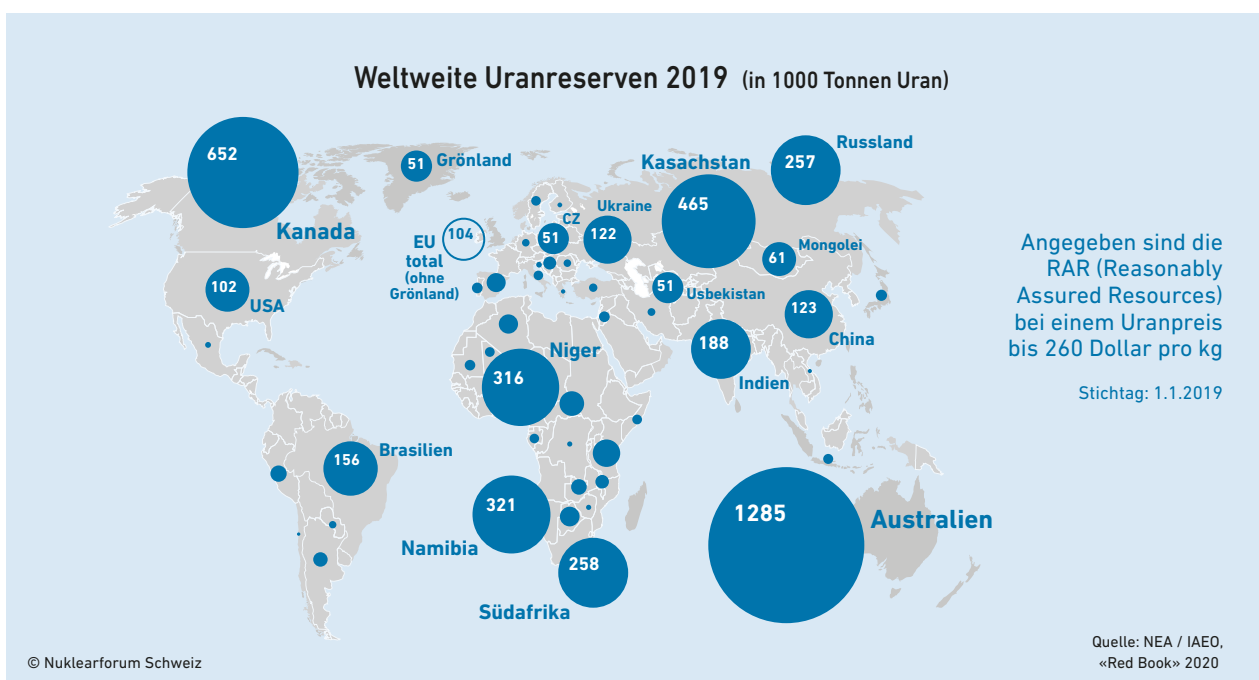
Mehr als ein Dutzend Uranminen stillgelegt

Anfang 2019 deckte die weltweite Produktion primären Urans knapp 90% des Bedarfs des weltweiten kommerziellen Reaktorparks. Der Rest stammte aus sekundären Quellen wie Lagerbeständen, rückverdünntem Uran aus militärischen Quellen, der Wiederaufarbeitung von Brennelementen und der Wiederaanreicherung von Uran aus Rückständen der Erstanreicherung (re-enriched tails).

Als Folge der tiefen Marktpreise lag die weltweite Uranproduktion im Jahr 2019 bei nur 54'224 t U, verglichen mit 62'997 t U im Jahr 2016 (-14%). In Kanada, Kasachstan und Niger wurde die Produktion planmässig gedrosselt. Besonders stark war der Produktionsrückgang in den USA. Derzeit stehen 14 Uranminen mit einer jährlichen Produktionskapazität von mehr als 27'500 t U ausser Betrieb. Der Bericht weist darauf hin, dass diese Minen relativ schnell wieder in Betrieb gehen können, falls der Markt positive Signale aussendet.

Minderproduktion auch wegen Covid-19-Pandemie

Im vergangenen Jahr führten die Schutzmassnahmen zur Eindämmung der Covid-19-Pandemie zu zusätzlichen Produktionseinschränkungen, die auch 2021 anhalten dürften. Der Bericht weist jedoch ausdrücklich darauf hin, dass dies kaum Auswirkungen auf den Betrieb des weltweiten Reaktorparks haben dürfte, da viele Kernkraftwerkbetreiber die anhaltende Tiefpreisphase genutzt hätten, um Reservebestände an Uran aufzubauen. (M.S. nach NEA/IAEO, «Uranium 2020: Resources, Production and Demand»)



Wo bleibt die Versorgungssicherheit

Neben den Treibhausgasen ist die Versorgungssicherheit die zweite grosse Baustelle unserer Strom- und Energieversorgung. In der Politik und teilweise auch in den Medien erhält sie indes viel weniger Beachtung als der Klimawandel.

Das Stichwort «Versorgungssicherheit» tauchte von Ende November 2020 bis Anfang Februar 2021 rund 25 Mal in den Deutschschweizer Zeitungen auf. Darunter waren auch Gastkommentare von Swissnuclear und vom Nuklearforum Schweiz, die den Beitrag der Kernenergie zur Versorgungssicherheit explizit betonten. Oftmals war diese allerdings mehr ein Nebenschauplatz der Berichterstattung. Die «Neue Zürcher Zeitung» (NZZ) beispielsweise schrieb in ihrem Bericht vom 27. November 2020 über den jährlichen Statusreport des Bundes zur Energiewende: «Der Bundesrat will zudem mit der Revision des Energiegesetzes und des Stromversorgungsgesetzes die Rahmenbedingungen für den Zubau der erneuerbaren Energien im Inland verbessern und die Versorgungssicherheit im Winter stärken. Dazu soll das Fördersystem für erneuerbare Energien verlängert werden. Zur Versorgungssicherheit beitragen soll der Ausbau von gezielt im Winter abrufbarem Strom sowie eine neue Stromreserve als Versicherung für ausserordentliche Situationen.» Die Kernenergie respektive ihren Wegfall erwähnt die NZZ nebensächlich als Voraussetzung für die Energiewende.

«Man kann nicht alles haben»

Anders bei der «Sonntagszeitung», die am 6. Dezember unter der Überschrift «Es droht der Blackout» die Standpunkte von Markus Somm, Historiker und Autor der «Sonntagsleitung», sowie Franziska Ryser, Nationalrätin der Grünen, einander gegenüberstellte. Somm lobte eingangs die bisherige Schweizer Stromversorgung: «Die Schweiz, das Land der Stauseen und Flusskraftwerke, wies einmal eine beneidenswerte Bilanz auf, wenn es um die Produktion von Strom ging. Sie erfolgte zu 100 Prozent CO₂-frei, eine Leistung, wie sie kaum ein anderes Land zustande brachte. 60 Prozent unserer Elektrizität stammten aus der Wasserkraft, einer erneuerbaren Energie, an die 40 Prozent kamen aus den sichersten Atomkraftwerken der Welt, die wir selber betrieben – und was dann noch fehlte, steuerten die Franzosen bei. Auch sie lieferten Atomstrom, weil wir seinerzeit darauf verzichtet hatten, das AKW Kaiseraugst zu bauen, ein Fehler gewiss, aber ein logischer in unserer Demokratie, den wir verschmer-

zen konnten.» Dann folgt das grosse Aber: «Nun ist alles anders. Aus eher esoterischen Gründen darf die Atomkraft keine Rolle mehr spielen, obschon sie die beste Antwort auf das Problem der Klimaerwärmung gäbe. Wer den CO₂-Ausstoss reduzieren möchte – und ich halte dies für dringend und nötig –, wer das will und A sagt, muss auch B sagen. Weltweit betrachtet, dürfte es unmöglich sein, die CO₂-Emissionen zu drosseln, ohne dass uns der Atomstrom dabei hilft, zumal alle, selbst die Grünsten unter den Grünen, davon ausgehen, dass wir weiterhin Jahr für Jahr mehr Strom benötigen.» Man könne nicht alles haben, so Somm: «Mehr Strom, weniger CO₂ und keine AKW. Wenn je eine Stunde der Wahrheit anbrach, dann jetzt, da wir uns darum bemühen, die Energiewende zu vollziehen. Diese 40 Prozent Atomstrom, die wir ersetzen müssen, weil wir etwas überstürzt den Atomausstieg beschlossen hatten, werden uns heimsuchen – besonders die Experten und Politiker, die uns, was den Strom anbelangt, eine eierlegende Wollmilchsau versprochen haben. Jetzt stehen sie vor einem Kadaver. Das arme Tier wird nie mehr lebendig werden.» Entsprechend fällt auch Somms Fazit aus: «Die Sonne scheint zu selten, und es mangelt an Strom, weshalb unsere Politiker den Bau von Gaskraftwerken erwägen. Kurz, um die CO₂-freie Atomenergie zu verbannen, müssen wir Kraftwerke hinstellen, die CO₂ schaffen. Oder um es mit Shakespeare zu sagen, der vor dem Klimawandel lebte: Ist dies schon Wahnsinn, so hat es doch Methode.»

«Kein Problem»

Bei Somms Kontrahentin Ryser ist der an der Urne beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie dann wiederum einfach eine der drei Rahmenbedingungen, die den Umbau der Stromproduktion erst nötig machen. Als zweite Bedingung nennt sie den Umstand, dass der Energiesektor vollständig dekarbonisiert werden müsse, «um unsere Klimaziele zu erreichen und die CO₂-Emissionen bis 2050 auf netto Null zu reduzieren». Und drittens solle laut Ryser «der Grossteil des in der Schweiz verwendeten Stroms auch im Inland hergestellt werden. Ziel ist also eine Versorgung durch sauberen, sicheren und einheimischen Strom – und das ist möglich.» Möglich machen das ihrer Ansicht nach vor

allem der «Ausbau der Sonnenenergie und die konsequente Nutzung der Alpen als Energiespeicher». Dafür brauche es lediglich die richtigen Rahmenbedingungen. «Während der Wintermonate werden wir auch künftig noch etwa fünf Prozent des Strombedarfs importieren müssen», so Ryser. «Das ist kein Problem, im Gegenteil: Es ist wichtig, dass wir auch in Fragen der Versorgungssicherheit auf internationale Zusammenarbeit setzen.» Je schneller die Transformation des Energiesektors vorangehe, so das Fazit der Grünen-Politikerin, «desto besser fürs Klima, und desto sicherer ist die einheimische Produktion. Das bringt Wertschöpfung in die Schweiz. Allein für Planung und Installation werden in den nächsten Jahren etwa 14'000 neue Jobs benötigt.»

Ersatz für Kernkraftwerke erst in 100 Jahren?

Rund eine Woche später waren die Erfolgsaussichten der Energiewende in der Schweiz auch Thema in der «Luzerner Zeitung». In der Schweiz sei der Ausbau der erneuerbaren Energien schwierig, stand dort unter dem Titel «Axpo investiert im Ausland». Das Schweizer Vorzeigeprojekt der Axpo, eine grosse Solaranlage an der Glarner Mutteestaumauer, kommt laut der Zeitung nicht wirklich vom Fleck. «Sie ist bis heute nicht profitabel zu realisieren», zitiert der Bericht Axpo-CEO Christoph Brand an der Bilanzmedienkonferenz. «Grund dafür seien die energiepolitischen Vorgaben in der Schweiz. Grundsätzlich äusserte Brand Zweifel an den Erfolgchancen der Energiewende – so, wie sie derzeit politisch aufgegleist wird: «Der Ausbau geht viel zu langsam vorwärts. Es würde beim heutigen Tempo 100 Jahre dauern, bis wir die Kernkraft ersetzt haben.» Brand blicke denn auch «mit gewisser Nervosität» auf den mittelfristig anstehenden Kernenergieausstieg, «gerade was die Versorgungssicherheit im Winter betrifft. Die Schweiz dürfte stark auf Importstrom angewiesen sein. «Das funktioniert nur, wenn alle anderen Länder ihre Ausbauziele erreicht haben.»»

Auf den Beitrag von SVP-Nationalrat Albert Rösti in der «Weltwoche» vom 7. Januar 2021 gehen wir nicht weiter ein. Der Präsident des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband setzt sich nämlich darin logischerweise vehement für die Schweizer Wasserkraft ein, unter anderem eben mit dem Argument der Versorgungssicherheit und erwähnt dabei die Kernenergie lediglich im Zusammenhang mit dem Ausstiegsabschluss.

Vorzeigeprojekt findet Sponsoren

Am 23. Januar gab es unter anderem in der NZZ Neuigkeiten zum oben erwähnten Axpo-Photovoltaikprojekt

am Muttsee: «Warum ein Discounter auf Solarstrom aus den Alpen setzt», titelte die Zeitung. Das beinahe totgeglaubte Projekt «Alpinsolar» werde nun doch realisiert, da «die Axpo Partner gefunden hat, die bereit sind, sich aus Goodwill finanziell zu engagieren. So übernimmt die IWB, der Energieversorger des Kantons Basel-Stadt, 49 Prozent am Projekt. Der Discounter Denner wiederum ist gewillt, den alpinen Solarstrom für die kommenden 20 Jahre zu einem vordefinierten Preis zu beziehen. Dieser liege zwar über dem gegenwärtigen Marktpreis, sagt Denner-Chef Mario Irmiger. Man rücke damit aber dem eigenen Ziel näher, in Zukunft nur noch nachhaltigen Strom aus erneuerbarer Quelle zu beziehen.» Die Axpo, so die NZZ weiter, «nutzt den Bau der Grossanlage in den Bergen, um Druck auf die Politik aufzusetzen. Will die Schweiz den Ausstieg aus der Kernenergie schaffen, ist sie darauf angewiesen, dass der Ausbau erneuerbarer Energien forciert wird.»

Weiter kritisiert Axpo-CEO Christoph Brand die Politik, die es versäumt habe, «genügend Investitionsanreize für Grossanlagen zu schaffen. Die Förderpolitik des Bundes sei auf kleine private Anlagen ausgerichtet, die allein dem Eigengebrauch dienen. In der Schweiz brauche es jedoch auch Grossanlagen, die erneuerbare Energie produzieren. Sonst werde die Energiewende ein Wunschtraum bleiben. Sich allein auf das Sponsoring von Firmen zu verlassen, reicht laut dem Strommanager nicht: Gehe das Kernkraftwerk Leibstadt vom Netz, seien 3000 Solaranlagen in der Grössenordnung von «Alpinsolar» nötig, um dessen Stromproduktion im Winter zu ersetzen.» Laut der Zeitung fordert die Axpo zusammen mit anderen Stromkonzernen und Organisationen ein neues Fördermodell für Grossanlagen, das einen garantierten Abnahmepreis für den produzierten Strom vorsehe. Die BKW dagegen fordere auch aus wirtschaftlichen Gründen Investitionsbeiträge und stelle sich damit «demonstrativ hinter die Stossrichtung des Bundesrats». Auch hier kommt letztendlich das neue Energiegesetz ins Spiel, das Energieministerin Sommaruga im Frühsommer vorlegen wolle. Die Vorlage werde zeigen, «welche Seite sich im Ringen um die Fördergelder durchsetzt».

Science-Fiction vom Bundesrat

Der Beitrag der «Südostschweiz» zur Klimastrategie, die der Bundesrat am 28. Januar veröffentlicht hat, erinnert insofern an den eingangs erwähnten NZZ-Artikel, als dass er die Versorgungssicherheit ebenfalls im Zusammenhang mit dem Stromversorgungs- und dem Energiegesetz erwähnt. «Finanz und Wirtschaft» widmete der Klimastrategie am 30. Januar

einen Kommentar, der unserer eigenen Argumentation recht nahekam: «Bern vernachlässigt Strommangel – Klimastrategie bedroht Versorgungssicherheit.» Das Papier des Bundesrates sei aufgrund der Langfristigkeit «nicht nur Science, sondern auch Fiction – selbst der Bundesrat weiss, ein Jammer, nicht genau, wie sich die Dinge über die nächsten drei Dekaden entwickeln werden». Der Verfasser kritisiert, dass die Mahnungen der Eidgenössischen Elektrizitätskommission oder des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz beim Bundesrat kein «konstruktives Echo» auslösen. So lautet denn auch sein «Fazit gemäss Goethes Faust: Die Botschaft hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube».

«Es bräuchte nur eine Motion»

Im Interview der «Schweiz am Wochenende» vom 30. Januar 2021 mit Hans Rudolf Lutz ist die Versorgungssicherheit quasi der Aufhänger und noch vor dem Klimawandel das Hauptthema. Der Reporter steigt mit einem Hinweis auf eine «Blackout-Übung» an einer Schule ein. Lutz bringt bei der dritten Frage die Kernkraftwerke als Mittel gegen den Blackout ins Spiel. Seiner Meinung nach setzt die Energiewende «unsere wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und unseren Lebensstandard aufs Spiel». Er findet es angesichts viel grösserer Verschmutzer «völlig lächerlich», dass sich die Schweiz in den Worten des Journalisten «als energetische Musterschülerin profilieren will». Der ehemalige Direktor des Kernkraftwerks Mühleberg zählt vier Szenarien für die künftige Schweizer Stromversorgung auf: Importe, Gaskraftwerke, Langzeitbetrieb und neue Kernkraftwerke. Letzteres, so Lutz,

«braucht nur eine Motion, die dann von beiden Räten überwiesen werden muss». Von der Klimajugend hält der 88-jährige nichts. Er ist überzeugt, «dass die deutsche und schweizerische Energiewende kein machbares Zukunftsmodell für eine sichere, CO₂-freie Stromversorgung ist. Die Kernenergie wird bei uns eine Renaissance erleben, und wir werden zu einem Modell einschwenken, wie es zum Beispiel die Finnen oder neuerdings auch die Holländer vormachen.»

Die vier Übriggebliebenen liefern mehr Strom als erwartet

Abschliessend widmen wir uns noch kurz der jährlichen Produktionsbilanz der Schweizer KKW, die Swissnuclear am 1. Februar per Medienmitteilung veröffentlicht hat. Darin hat der Verband auf den wichtigen und zuverlässigen Beitrag der Werke zur Versorgungssicherheit hingewiesen und deutlich dargelegt, dass die verbleibenden vier Kernkraftwerkseinheiten den Wegfall von Mühleberg mit Produktionssteigerungen teilweise wettgemacht haben. Wenn auch die meisten der rund ein Dutzend Beiträge dazu die Überschrift «Schweizer AKW produzieren 2020 weniger Strom» scheinbar von der Nachrichten-Agentur übernahmen, so verwiesen sie immerhin im Text auf den Umstand, dass nach der Abschaltung des Kernkraftwerks Mühleberg die Erwartungen übertroffen wurden. Die Online-Portale der CH-Media (Tagblatt, Aargauer, Solothurner, Luzerner Zeitung etc.) nahmen sogar die Ergänzung «ohne Mühleberg» in den Titel. (M.Re. nach diversen Medienberichten, November 2020 bis Februar 2021)

Schweiz

Im Aufsichtsjahr 2020 sind die **Kernanlagen der Schweiz** wiederum **sicher** betrieben worden. Die Anzahl der meldepflichtigen Vorkommnisse liegt etwas unter dem Durchschnitt der Vorjahre, wie eine erste Bilanz des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (Ensi) zeigt.

Der Nagra-Verwaltungsrat ernennt **Matthias Braun** zum neuen Vorsitzenden der Geschäftsleitung der **Nagra**. Der promovierte Geologe folgt auf Thomas Ernst, der nach 14 Jahren als CEO in Pension geht.



Am 1. Mai 2021 wird Matthias Braun die Leitung der Nagra übernehmen.

Foto: Nagra

Die voraussichtlichen **Gesamtkosten** für die Stilllegung der Kernkraftwerke und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle betragen CHF 23,856 Mrd. Somit legt die Verwaltungskommission für Stilllegung und Entsorgung (VK Stenfo) die Kosten um CHF 372 Mio. höher fest als ursprünglich beantragt.

Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) beginnt im Januar 2021 mit der zweiten **Tiefbohrung** bei Stadel im Zürcher Unterland. Die Bohrungen sollen das Bild des Untergrunds der Region Nördlich Lägern vervollständigen.

Die Zwischenlager Würenlingen AG (Zwilag) verarbeitet in der **27. Verarbeitungskampagne** insgesamt 621 Fässer mit schwachaktivem Abfall aus den fünf Schweizer Kernkraftwerkseinheiten. Das Abfallvolumen wird dabei auf ein Viertel reduziert.

Wissenschaftler der EPF Lausanne entwickeln ein bahnbrechendes **Perowskit-Material**, das als hoch-effiziente und billig herzustellende Alternative zu Gammastrahlendetektoren eingesetzt werden kann.



Das 3,8 kg schwere CH₃NH₃PbBr₃-Kristall kann Gammastrahlen erkennen. Der Rubik-Würfel dient als Massstab.

Foto: László Forró / EPFL

Das für die kommenden Jahre geplante Upgrade der **Synchrotron Lichtquelle Schweiz** am Paul Scherrer Institut kann durchgeführt werden. Im Rahmen der Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation (BFI) 2021–2024 sichert das Parlament die Finanzierung dieses Umbaus zu.

Nach mehrjähriger Planung nimmt die MB-Microtec AG aus Niederwangen bei Bern – Herstellerin von selbst-leuchtenden Mikro-Gaslichtquellen – eine weltweit einzigartige **Recyclinganlage für Tritiumgas** in Betrieb.



Die Recyclinganlage der MB-Microtec funktioniert im Prinzip wie die Abwasserreinigung.

Foto: MB-Microtec

Der Gemeinderat von **Würenlingen** kann sich vorstellen, eine Verpackungsanlage für radioaktive Abfälle auf dem Gemeindegebiet zuzulassen.

International

Die **britische Regierung** hat die Kernenergie als eine Möglichkeit bezeichnet, dem Land zu helfen, die vierfache Menge an sauberem Strom zu erzeugen, die zum Erreichen des **Netto-Null-Ziels** erforderlich ist.

Der **bulgarische Ministerrat** billigt an seiner Sitzung vom 20. Januar 2021 die vom Energieministerium vorgelegten Pläne zum Bau einer neuen Einheit am Standort **Kosloduj**.



Der Ministerrat ebnet den Weg für den Bau eines neuen Kernkraftwerks.

Foto: Bulgarischer Ministerrat

Das **tschechische Kabinett** nimmt **vier potenzielle Standorte** für ein geologisches Tiefenlager für ausgediente Brennelemente und hochaktive Abfälle in die engere Wahl. Der endgültige Standort soll bis 2030 bestimmt werden, fünf Jahre später als ursprünglich geplant.

Die **bolivianische Regierung** will die Pläne zum Bau eines **Forschungs- und Technologiezentrums** für Kerntechnik in Zusammenarbeit mit dem russischen Staatskonzern Rosatom wiederbeleben.

Die britische Aufsichtsbehörde Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem) erteilt der Bradwell Power Generation Company Ltd. die Stromerzeugungsbewilligung für das geplante Kernkraftwerk **Bradwell B**.

Die Enel Produzione S.p.A. – eine Tochtergesellschaft der italienischen Enel – und das tschechische Unternehmen Energetický a Průmyslový Holding a.s. (EPH) einigen sich über zusätzliche Darlehen für die Fertigstellung von **Mochovce-3 und -4** in der Slowakei.

Die Società gestione impianti nucleari SpA (Sogin) – ein Unternehmen im italienischen Staatsbesitz – veröffentlicht eine Liste mit **67 potenziellen Standorten** für ein nationales Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle und einen Technologiepark. Damit ist das **Vernehmlassungsverfahren** lanciert.

Die indische Nuklearaufsichtsbehörde Atomic Energy Regulatory Board erteilt ihre Zustimmung für den Bau des Kernkraftwerks **Gorakhpur** Haryana Anu Vidyut Pariyojna im Bundesstaat Haryana im Norden Indiens.

Die Georgia Power erhält die erste Lieferung von Kernbrennstoff für ihre AP1000-Einheit **Vogtle-3**.



Der erste Brennstoff für Vogtle-3 kommt am Standort an.

Foto: Georgia Power

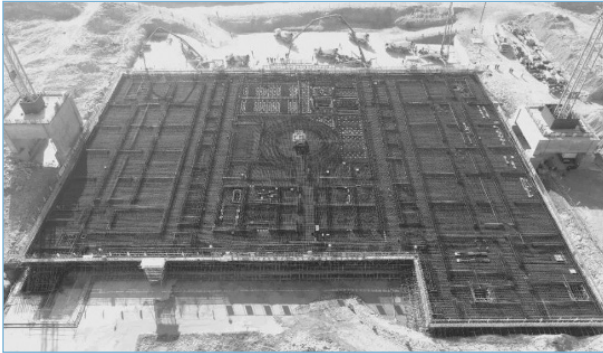
Der erste Beton für die Hualong-One-Einheit **Taipingling-2** in der chinesischen Provinz Guangdong wird am 15. Oktober 2020 gegossen.

Die offiziellen Bauarbeiten an der Hualong-One-Einheit **Sanaocun-1** beginnen Ende Dezember 2020. Der neue Standort liegt südlich von Shanghai im Osten Chinas.

Ende Dezember 2020 nimmt die schwedische Betreiberin **Block 1** des Kernkraftwerks **Ringhals** im Südosten Schwedens wie angekündigt endgültig vom Netz.

Die Horizon Nuclear Power gibt die Pläne zum Bau von zwei UK-ABWR-Einheiten am Standort **Wylfa Newydd** in Anglesey in Nordwales auf und zieht ihr Baugesuch zurück. →

Ebenfalls Ende Dezember 2020 wird der erste Beton für die **zweite Demonstrationseinheit** eines Schnellen Brüters in **Xiapu** in der chinesischen Provinz Fujian gegossen.

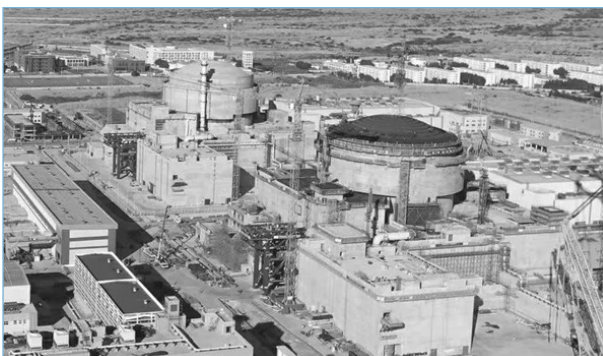


Am Standort Xiapu beginnt der Bau der zweiten Einheit des Typs China Fast Reactor (CFR) mit einer elektrischen Leistung von 600 MW. Somit sind in China 14 Einheiten in Bau.

Foto: CNNC

Laut China National Nuclear Company (CNNC) besteht die Hualong-One-Einheit **Fuqing-6** in der Provinz Fujian die hydrostatischen Kalttests.

Karachi-2 in Pakistan wird erstmals mit Brennstoff beladen. Karachi-2 ist die weltweit erste Hualong-One-Einheit, die ausserhalb Chinas gebaut wird.

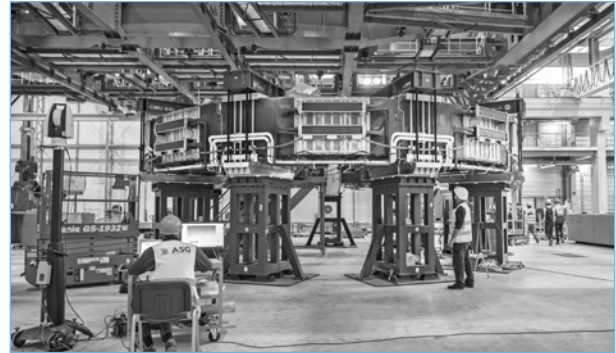


Die erste Brennstoffbeladung von Karachi-2 ist ein weiterer Meilenstein für die Hualong-One-Einheit.

Foto: CNNC

Die amerikanische Nuclear Regulatory Commission (NRC) nimmt das Gesuch der NextEra Energy Inc. für eine **zweite Betriebsbewilligung über 20 Jahre** für ihre Kernkraftwerkseinheiten **Point-Beach -1 und -2** zur Prüfung an. Das ist das vierte solche Gesuch, das die NRC nun prüft. Sie hat die zwei ersten bereits bewilligt.

In Cadarache in Südfrankreich werden die Tests an der **Poloidalfeldspule** (PFS) Nr. 6 – der untersten Feldspule des Internationalen Thermonuklearen Experimentierreaktors (**Iter**) – abgeschlossen.



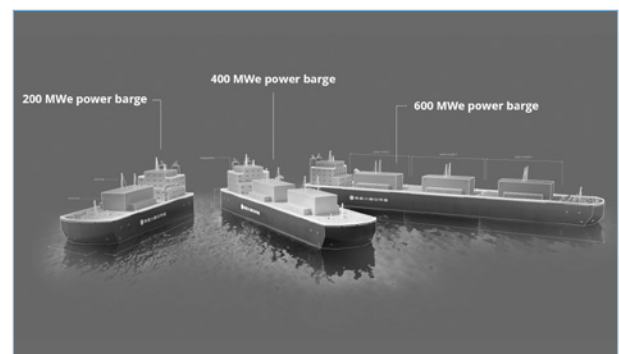
Die in China gefertigte Poloidalfeldspule Nr. 6 wird in der PFS-Wickeleinrichtung in Cadarache getestet.

Foto: F4E

Das bayerische Start-up-Unternehmen **Marvel Fusion** kann im Industriepark Nonnenwald in Penzberg in Oberbayern ein **Forschungszentrum** aufbauen. Die Mehrheit des Penzberger Stadtrats stimmt am 12. Januar 2021 dem Verkauf eines Grundstücks zu.

Am europäischen Gemeinschaftsexperiment **JET** – dem Joint European Torus – in Culham in Grossbritannien sind in diesem Jahr Plasmaexperimente geplant, die Fusionsenergie erzeugen.

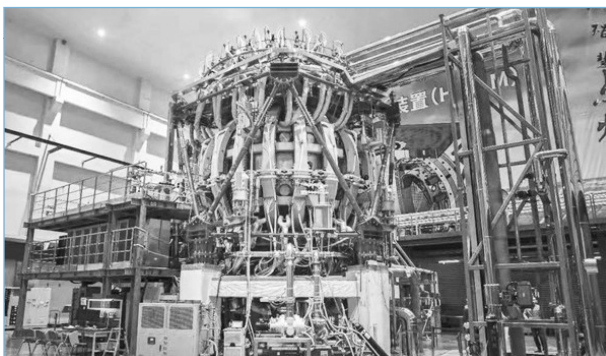
Die **Seaborg Technologies**, ein dänisches Unternehmen, erhält von privaten Investoren einen achtstelligen Betrag in Euro, um ihr Projekt zur Entwicklung und Vermarktung eines **Flüssigsalzreaktors** zu finanzieren.



Die Seaborg plant drei Varianten ihres schwimmenden Kernkraftwerks, die mit Flüssigsalzreaktoren ausgestattet sind.

Foto: Seaborg Technologies

Laut der China National Nuclear Corporation (CNNC) erzeugt der **Tokamak HL-2M** am 4. Dezember 2020 erstmals Plasma.



Der Tokamak HL-2M ist eine Entwicklung des Southwestern Institute of Physics der CNNC.

Foto: CNNC

Block 3 des Kernkraftwerks **Kakrapar** im westindischen Bundesstaat Gujarat wird am 10. Januar 2021 um 11.37 Ortszeit an das Stromnetz angeschlossen.

Der Rat der EU nimmt einen Beschluss an, mit dem die Fortsetzung der europäischen Finanzierung des Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktors (**Iter**) im Rahmen des mehrjährigen **Finanzrahmens** für den Zeitraum 2021–2027 sichergestellt wird.

Die **Holtec International** lagert einen zweiten doppelwandigen Lagerbehälter (Double-Wall Canister, DWC) mit ausgedientem Kernbrennstoff in das Langzeit-Trockenzwischenlager **ISF-2** beim Kernkraftwerk Tschernobyl in der Ukraine ein.



Der zweite doppelwandige Lagerbehälter mit 93 ausgedienten Brennelementen wird in die ISF-2 geladen.

Foto: State Agency of Ukraine

Grossbritannien und **Japan** unterzeichnen ein Forschungs- und Technologieabkommen, das neue **Robotik- und Automationsverfahren** sowohl für die Fusionsforschung als auch für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen in beiden Ländern vorsieht.

Ein neues **Infrarotsystem** hilft der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO), die Sortierung von männlichen und weiblichen Tsetsefliegen und damit die anschliessende Anwendung der sogenannten **Sterile Insect Technique** zu beschleunigen.

Das in den USA ansässige Unternehmen **BWX Technologies** erzielt Fortschritte bei der Herstellung von Reaktorkomponenten aus Hochtemperaturlegierungen und Refraktärmetallen mithilfe von neuen **3D-Drucktechnologien**.



Komponenten aus dem 3D-Drucker am Oak Ridge National Laboratory.

Foto: Brittany Cramer / ORNL

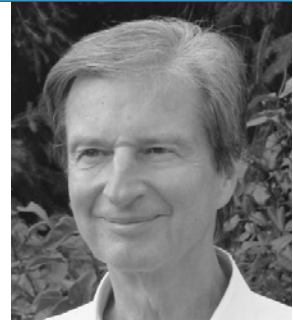
Die Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) liefert im Februar 2021 erstmals **Lutetium-177** an eine Universitätsklinik und zwei pharmazeutische Partner. Das medizinische Isotop bietet grosse Chancen für die wirksame Behandlung verschiedener Krebsindikationen und dies mit geringen Nebenwirkungen.

Bulgarien tritt am 1. Januar 2021 der Kernenergieagentur **NEA** der OECD bei. Die NEA verfügt damit über 34 Mitgliedsländern. (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. Walter Rüegg

Ehemaliger Chefphysiker der Schweizer Armee

**Fukushima, die Alpen und der Feinstaub**

In den Alpen, in Rom oder in Hongkong ist die Strahlendosis höher als in den evakuierten Sperrzonen von Fukushima und Tschernobyl. Ein Dilemma.

Wie gefährlich sind radioaktive Strahlen?

Die biologische Wirkung eines Giftes hängt von der Dosis ab. Bei radioaktiven Strahlen wird diese in Sievert (Sv) gemessen. 5 Sv auf einen Schlag sind meistens tödlich. Bei kleineren Dosen ist die Wirkung nicht so klar ersichtlich. Unsere beste Wissensquelle sind die gründlichen Untersuchungen der Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki. Insgesamt erwies sich die Strahlung als vergleichsweise wenig krebsfördernd, sie erzeugte «nur» etwa 3% mehr Krebsfälle als in der unbestrahlten Vergleichsgruppe. Ab etwa 0,1 Sv traten erste Langzeiteffekte auf: 1% Erhöhung der Krebstodesrate im Alter. Ab rund 1 Sv leidet man vorübergehend unter der Strahlenkrankheit, mit Symptomen ähnlich wie bei einer starken Chemotherapie. Was kein Zufall ist, in beiden Fällen werden die gleichen Zellen angegriffen. Eine Erhöhung der Rate von Fehlbildungen bei Neugeborenen konnte bis heute nicht festgestellt werden. Diese Erkenntnisse gelten nur für schlagartig einwirkende Dosen («Schockdosis» während einer Kernwaffenexplosion).

Wird die gleiche Dosis über eine längere Zeitspanne verteilt, sind die Effekte wesentlich kleiner; um wieviel ist stark umstritten. Auf jeden Fall erfreuen sich die Bewohner des beliebten Kurortes Ramsar in Iran einer völlig normalen Gesundheit, obwohl sie einer Gesamtdosis (Lebensdosis) von teilweise weit über 5 Sv (der tödlichen Schockdosis) ausgesetzt sind. Der Bodes dieser Stadt ist reich an Natururan und Radium und bestrahlt die Bewohner ein Leben lang. Auch in der Schweiz hat es – besonders im Granit der Alpen – überdurchschnittlich viel Uran im Boden. Entsprechend ist die Lebensdosis zwei- bis dreimal höher als in Gegenden mit wenig Uran. Sie beträgt gemäss Bundesamt für Gesundheit (BAG) 0,35 Sv. In den Alpen steigt sie oft über 0,4 Sv, mit Spitzen von um 1 Sv.

Verursacht diese Strahlung mehr Krebsfälle? Es ist praktisch unmöglich dies eindeutig festzustellen. Der Grund: Solche verteilten Dosen haben nur einen schwachen (oder gar keinen) Einfluss auf die Krebsrate. Diese wird von einer Unmenge anderer Faktoren bestimmt: Lebensstil, Nahrung, Umwelt, Bewegung, Psyche, Alter und Gene. Etwa jeder vierte stirbt aufgrund einer Kombination dieser Faktoren an Krebs. Selbst in der kleinen Schweiz variiert die Krebsrate zwischen den verschiedenen Regionen um typischerweise 10 bis 30% (auch zeitlich!), bei den einzelnen Krebstypen sind die Unterschiede noch viel grösser. Entsprechend widersprüchlich sind die unzähligen Studien über die Wirkung von kleinen bis mittleren Strahlendosen. Was klar ist: Sie sind, wenn überhaupt, nur schwach krebsfördernd.

Heute vertreten die Strahlenschutzbehörden, streng gemäss dem Vorsorgeprinzip, die Hypothese, dass

Dr. Walter Rüegg ist Kernphysiker mit einem starken Interesse an der Strahlenbiologie. Er war 20 Jahre lang an der ETH Zürich und am Schweizerischen Institut für Nuklearphysik (SIN), heute Paul Scherrer Institut (PSI), in der Grundlagenforschung tätig und arbeitete später im Bereich Elektronik und Messtechnik der Asea Brown Boveri (ABB). Als langjähriger Chefphysiker der Schweizer Armee hat er sich intensiv mit der Radioaktivität und ihren Wirkungen auf Mensch und Umwelt befasst. Heute ist er selbständiger Berater und Entwickler elektronischer Systeme für die Energietechnik, unter anderem auch für Windenergieanlagen.

auch die kleinste Dosis schädlich sein kann. Dies erleichtert die Regulierung, ist aber auch ein Blankoscheck für beliebig tiefe Grenzwerte. Und die Hypothese mutiert schnell zur Meinung, dass eine kleine Dosis immer gefährlich oder gar tödlich ist. Und so kommt es, dass die gesetzliche Limite auf 0,001 Sv pro Jahr gesunken ist. Dies ergibt bei einer Lebensdauer von 80 Jahren eine Lebensdosis von 0,08 Sv. Die natürliche Strahlung (0,35 Sv Lebensdosis) ist heute strenggenommen völlig illegal. Im Übrigen akzeptieren auch tiefgrüne Kreise, dass kein Unterschied zwischen «künstlichen» und «natürlichen» Strahlen besteht.

Das Evakuationsdilemma

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat nach den Ereignissen in Tschernobyl eine Lebensdosis von 0,35 Sv als Evakuationslimite empfohlen. Pikanterweise ist dies gerade die durchschnittliche Lebensdosis eines Bewohners der Schweiz, verursacht durch die natürliche Strahlung. Inzwischen haben die Ängste vor der Strahlung stark zugenommen. So empfiehlt heute die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) eine Evakuierung ab einer Lebensdosis von 0,04 Sv bis 0,06 Sv. Solche Dosen sind nur ein Bruchteil der natürlichen Dosis. Führende Fachleute halten deshalb Evakuierungen bei solchen Dosiswerten für völlig unsinnig: Prof. Zbigniew Jaworowski, ehemaliger Präsident der United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Unsear), zu den Evakuierungen von Tschernobyl: «The most nonsensical action, however, was the evacuation of 336'000 people...» und in Japan hat Prof. Shunichi Yamashita, einer der führenden Experten, im Zusammenhang mit Fukushima eine Dosis von 0,1 Sv für unbedenklich erklärt. Die Folge war ein wüster Shitstorm.

In Fukushima umfasst die am stärksten vom radioaktiven Fallout betroffene Zone etwa 100 km². Ein nicht evakuierter Bewohner dieser Zone müsste mit einer durchschnittlichen Lebensdosis von rund 0,4 Sv rechnen (mit Spitzen bis gegen 1 Sv). In der restlichen Evakuationszone (ursprünglich über 1000 km², heute noch 371 km²) wurde bereits bei viel kleineren Lebensdosen evakuiert. Im direkten Vergleich dazu sind die Lebensdosen in weiten Teilen der Alpen höher. Das Dilemma: Konsequenterweise müsste man diese Teile sofort evakuieren und absperren. Und zwar für ewige Zeiten, denn die natürliche Strahlung nimmt nicht ab. Zumindest nicht in menschlichen Zeiträumen, denn Uran hat eine Halbwertszeit von über 4 Milliarden Jahre.

Die gleichen Überlegungen gelten auch für viele andere Gebiete mit erhöhter natürlicher Strahlung. Diese findet man im Schwarzwald, im Erzgebirge, im Piemont, im

Massif Central, aber auch in Städten wie Rom oder Hongkong. Ganz zu schweigen vom bereits erwähnten Kurort Ramsar oder der Stadt Guarapari in Brasilien (Beiname: «die gesunde Stadt»). Überhaupt fällt auf, dass die meisten Kurorte eine deutlich erhöhte Strahlung aufweisen. Könnte gar am Ende eine sanfte Bestrahlung guttun?

Feinstaub und Fukushima

Feinstaub (Particular Matter, PM) ist die von der Öffentlichkeit am meisten unterschätzte Umweltgefahr. Ab einer PM10-Konzentration von 20 µg/m³ können epidemiologisch einwandfrei negative gesundheitliche Effekte nachgewiesen werden. In der Schweiz muss man im Mittelland oft mit 20 µg/m³ rechnen, längs den Verkehrsachsen und in den Städten können es auch bis 100 µg/m³ sein. Eine für das Jahr 2015 aktualisierte Studie des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) kommt zum Ergebnis, dass wegen der Luftverschmutzung durch PM10 in der Schweiz jährlich rund 2200 Personen vorzeitig sterben; vorwiegend an Herz-Kreislauf-Krankheiten und Krebs.

Eine Radioaktivitätsdosis von etwa 0,4 Sv hätte ähnliche Auswirkungen, gerechnet mit den heutigen von den Strahlenschutzbehörden benutzten Risikoformeln. Die überraschende Schlussfolgerung: Die Luftbelastung im Mittelland und ganz besonders in unseren Städten ist ein ähnlich grosses – und wesentlich besser belegtes – Gesundheitsrisiko wie die Strahlenbelastungen in der Kernzone von Fukushima. In der Schweiz müssten mehrere Dutzende Fukushima-Katastrophen gleichzeitig erfolgen, um vergleichbare gesundheitliche Schäden zu verursachen wie durch die aktuelle Luftverschmutzung.

Eine weitere brisante Schlussfolgerung: Fliehen die Bewohner der Fukushima-Evakuationszone (ein Gebiet mit relativ guter Luftqualität) nach Tokio oder in eine andere Grossstadt, kommen sie vom Regen in die Traufe: Die Luftverschmutzung in solchen Städten ist gesundheitsmässig wesentlich schlimmer als die Strahlung. Auf diesen frappierenden Umstand wurde – im Zusammenhang mit Tschernobyl bereits 2007 von Prof. Jim T. Smith, einem der führenden Umweltwissenschaftler, in einer wissenschaftlich fundierten Arbeit mit Peer-Reviews hingewiesen¹.

Weltweit fordert der Feinstaub mehrere Millionen Todesopfer pro Jahr. Fürchten wir uns vor dem Richtigen?

¹ Jim T Smith. Are passive smoking, air pollution and obesity a greater mortality risk than major radiation incidents? In: BMC Public Health 2007, 7:49, 3 April 2007. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-49>

Philippe Costes

Senior Advisor der World Nuclear Association (WNA)



Wirkung der EU-Taxonomie widerspricht Zielen

Die Europäische Kommission hat sich zum Ziel gesetzt, die nachhaltige Entwicklung vorbildlich zu fördern. Sie will damit an die bisherigen Erfolge bei der Positionierung des EU-Raums als CO₂-emissionsarme Region unter den Industrieländern anknüpfen. Die von der EU hierzu ausgearbeitete Taxonomie-Verordnung könnte jedoch die erfolgreiche Umsetzung dieser Absicht gefährden, meint Philippe Costes, Leitender Berater der World Nuclear Association (WNA).

Die Schaffung eines Klassifizierungssystems (der «Taxonomie») zur Förderung von Investitionen in eine nachhaltige Wirtschaftstätigkeit erscheint auf den ersten Blick als gute Idee. Bedauerlicherweise droht jetzt der Prozess zur Ausarbeitung dieser Taxonomie und die Umsetzung der Verordnung über eine nachhaltige Finanzierung von politischen Manövern und einem Mangel an wissenschaftlicher Substanz beschädigt zu werden.

Auf Grundlage der von der technischen Sachverständigengruppe (TEG) im März 2020 ausgesprochenen Empfehlungen hat die Europäische Kommission einen Entwurf eines delegierten Rechtsakts (Delegated Act, DA) erarbeitet. Darin wird ein Katalog an Prüfkriterien für die Einstufung einer Wirtschaftstätigkeit als besonders relevant für die Eindämmung der Folgen des Klimawandels oder zur Anpassung an den Klimawandel vorgeschlagen. Trotz der Tatsache, dass die Kernenergie in offensichtlich weitreichender Form einen substanziellen Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels und an seine Anpassung leistet, findet sie in diesem ersten Entwurf keine Berücksichtigung. Die TEG konnte sich nicht zur Entscheidung durchringen, ob die Kernenergie nach den angelegten Kriterien als nachhaltig gelten kann. Stattdessen empfiehlt sie, eine Arbeitsgruppe mit weitergehenden Studien zu betrauen, die über fundiertes Fachwissen auf dem Gebiet des Lebenszyklus kerntechnischer Technologien ver-

fügt. Bei allen sonstigen evaluierten Wirtschaftstätigkeiten sah sich die TEG dagegen durchaus in der Lage, eine Beurteilung abzugeben.

Philippe Costes verfügt über ingenieurwissenschaftliche Hochschulabschlüsse der École Centrale Paris als auch des California Institute of Technology. Seine Karriere führte ihn zunächst zum staatlichen französischen Energiekonzern EDF, wo er sich mit Tiefbaumaassnahmen und der Auslegung von Reaktordruckbehältern für Kernkraftwerke befasste. Anschliessend arbeitete er zehn Jahre als Berater für Andersen Consulting und wechselte danach als Entwicklungsleiter für Kanada/Nordamerika zu einem Betreiber von Anlagen zur Energiegewinnung aus Abfällen. Von dort ging er zurück zur EDF-Gruppe, wo er als Generalsekretär der Holding für die Entwicklung erneuerbarer Energien zuständig war. Nach acht Jahren wechselte er zum Fachbereich Kernbrennstoffe der EDF, wo er mit der Umsetzung der langfristigen Uranversorgungsstrategie der Unternehmensgruppe betraut war. Seit 2017 ist er bei der World Nuclear Association als Senior Advisor für deren Generaldirektorin tätig.

Der am 20. November veröffentlichte DA-Entwurf enthält Prüfkriterien für eine Vielzahl an Wirtschaftstätigkeiten in so unterschiedlichen Sektoren wie Landwirtschaft, Transportwesen und Stromerzeugung. Zwar verfolgt der Entwurf das Ziel, zur Wahrung fairer Wettbewerbsbedingungen «an alle Wirtschaftstätigkeiten innerhalb eines gegebenen Sektors dieselben Prüfkriterien anzulegen». In Wirklichkeit wird bei den einzelnen Tätigkeiten und insbesondere bei den Stromerzeugungstechnologien mit höchst unterschiedlichem Mass gemessen. Nach den 46'591 Kommentaren zu urteilen, die im Rahmen der am 18. Dezember abgeschlossen öffentlichen Vernehmlassung eingegangen sind, sind die Meinungen zum Vorschlag der Europäischen Kommission alles andere als einheitlich.

Kernenergie ausgesondert

Im September 2020, rund sechs Monate nach der von der TEG ausgesprochenen Empfehlung, hatte die Europäische Kommission die Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Centre, JRC) mit der Durchführung einer eingehenden Beurteilung der Nachhaltigkeit der Stromerzeugung aus Kernenergie beauftragt. Diese Beurteilung wird von zwei bestehenden Ausschüssen geprüft werden: der Gruppe aus unabhängigen Experten für Strahlenschutz und Gesundheit aus den einzelnen Mitgliedstaaten nach Artikel 31 des Euratom-Vertrags und dem «EC Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks» (SCHEER) der Europäischen Kommission. Diesem Komitee gehören Ärzte, Kernphysiker, Toxikologen und Biologen an.

Das Niveau und das Spektrum an darin vereintem Fachwissen geben Anlass zur Hoffnung.

Der im Frühjahr 2021 erwartete Bericht des JRC soll bis (spätestens) Juni 2021 in seiner Endfassung vorliegen.

Zwar wird im DA-Entwurf anerkannt, dass die Beurteilung der Kernenergie noch im Gange ist. Er enthält jedoch keine Hinweise darauf, wie mit den Ergebnissen der vom JRC vorgenommenen Bewertung weiter verfahren wird und ob im Falle, dass der Bericht der JRC zu einem positiven Schluss gelangt, die Kernenergie nachträglich in den DA aufgenommen wird. Derzeit führt die Europäische Kommission mit der Finalisierung der DA fort, ohne diese bedeutende und bewährte CO₂-emissionsarme Technologie zu berücksichtigen. Das wird zwangsläufig in unzulänglichen Rahmenbedingungen münden, die den Zielen der EU zur CO₂-Emissionsreduktion und Förderung der sauberen Energien nur abträglich sein kann.

Der Rat und das Parlament der Europäischen Union können einen delegierten Rechtsakt innerhalb von vier Monaten nur annehmen oder zurückweisen, diesen jedoch nicht abändern. Mit anderen Worten hält die Europäische Kommission bei dieser Art von Gesetzgebungsprozess alle Trümpfe in ihrer Hand.

Was sind die Folgen?

Die Anspruchsberechtigung zu einer nachhaltigen Finanzierung bedeutet potenziell, Geld zu einem Vorzugszinssatz leihen zu können. In Zukunft dürften zahlreiche EU-Fonds und Finanzierungsinstrumente (z.B. in Hinblick auf die Vergabe von Forschungsgeldern) die Mittelvergabe von der Erfüllung der taxonomischen Anforderungen abhängig machen. Das bedeutet, dass nur mehr die Sektoren, die der Taxonomie zufolge förderungswürdig sind, Zugang zu Fördermitteln erhalten werden. Das gefährdet Zuwendungen etwa zum Forschungs- und Entwicklungsprogramm von Euratom. Mittel werden vorrangig für Investitionen in Wind- und Solarenergie bereitgestellt werden, bevor für Investitionen in den Nuklearsektor darauf zugegriffen werden kann. Die mögliche Folge sind für manche Unternehmen Marktverzerrungen und eine unfaire Wettbewerbssituation.

Die Kriterien für die Kreditvergabe im Energiebereich der Europäischen Investitionsbank (EIB), die derzeit die Kernenergie einschliessen, könnten eine Änderung dahingehend erfahren, dass künftig nur noch taxonomiekonforme Sektoren diese Mittel beantragen können. Ein Ausschluss der Kernenergie aus der Taxonomie wäre somit gleichbedeutend mit dem Verlust des Zugangs zu Mitteln der EIB.

Darüber hinaus plant die EU eine Überarbeitung des Regelwerks der Vorschriften über staatliche Beihilfen mit der möglichen Stossrichtung, den Zugang zu Geldern dieser Art auf taxonomiekonforme Sektoren zu beschränken. Dies hätte dann zur Folge, dass Kernenergieprojekte nicht mehr staatlich gefördert werden dürften.

Mit der Zeit dürften sämtliche EU-Strategien eine der Taxonomie entsprechende Ausrichtung erfahren. Dadurch könnte die Kernenergie ganz offiziell den Status einer unwillkommenen Technologie erlangen.

Verschiedene Fördertöpfe der EU – insbesondere zu «Next Generation EU» – schliessen die Kernenergie aus, so etwa das Programm InvestEU oder auch der Mechanismus für einen gerechten Übergang (Just Transition Mechanism). Das Ziel ist das Verknüpfen der

EU-Fördermittel mit der Taxonomie. Die Aufnahme der Kernenergie in die Taxonomie-Verordnung könnte daher die EU daran hindern, Kernenergieprojekte ausdrücklich als «ausgeschlossen» aufzuführen und ihnen damit den Zugang zu Fördermitteln eröffnen.

Angesichts der globalen Dimension der Nuklearindustrie und des lebhaften Interesses, das Normungsorganisationen und Finanzierungseinrichtungen an der Ausarbeitung der EU-Taxonomie weltweit an den Tag legen, dürften die Auswirkungen dieser Verordnung weit über die Grenzen der EU hinausreichen. Das Regelwerk würde auf ausserhalb der EU beheimatete Unternehmen, die sich an innerhalb der EU angebotenen Finanzinstrumenten beteiligen oder in Projekte innerhalb der EU investieren möchten, ebenso angewendet werden wie auf Unternehmen aus der EU, die in Projekte ausserhalb der EU investieren möchten. Auch besteht die Gefahr, dass weitere nach Umwelt-, Sozial- und Governance-Kriterien (ESG-Kriterien) getroffene Zuordnungen von Finanzinstrumenten den von der EU-Taxonomie geschaffenen Definitionen folgen könnten.

Ist die Taxonomie technologieneutral?

Den delegierten Rechtsakten zufolge unterliegen Wind- und Sonnenenergie keinem Grenzwert für CO₂-Emissionen und müssen lediglich die Anforderungen der einschlägigen Rechtsvorschriften der EU erfüllen, um als taxonomiekonform zu gelten. Im Unterschied dazu muss Wasserkraft entweder den Schwellenwert von 100 g CO₂ eq / kWh erreichen oder eine Leistungsdichte von über 5 W/m² aufweisen. Sie muss damit Anforderungen gerecht werden, die mit deutlich höheren Kosten verbunden sind.

Angesichts des Umstands, dass in den delegierten Rechtsakten ausdrücklich vom Ziel die Rede ist, alle Technologien denselben Kriterien zu unterwerfen, ist die vorstehend genannte Prüfmethodik beklagenswert inkonsequent.

Diese Inkonsistenzen haben noch eine Reihe weiterer nicht unerheblicher und eher verborgener Auswirkungen, die sogar noch flagrantere Wettbewerbsverzerrungen mit sich bringen. So beträgt der vom Entwurf für die Erzeugung von sauberem Wasserstoff ange-setzte Schwellenwert 2256 t CO₂ eq / t H₂ (entsprechend rund 40 g CO₂/kWh). Dies ist ein sehr niedriger Schwellenwert, den selbst ein weitestmöglich CO₂-emissionsminimiertes Netz nicht erfüllen können. Die Tatsache, dass dem aktuellen Entwurf zufolge Wind- und Sonnenenergie keinem CO₂-Grenzwert unterliegen, bedeutet, dass einzig aus diesen Energie-

quellen erzeugter Wasserstoff taxonomiekonform wäre. Zwar liesse sich dieses Kriterium auch mit Kernenergie erfüllen, jedoch besteht die Gefahr, dass sie als Quelle für die CO₂-emissionsarme Erzeugung von Wasserstoff ausdrücklich ausgeschlossen würde!

Fazit

Die Kernenergie leistet mit rund 50% den grössten Beitrag zur kohlendioxidarmen Stromerzeugung in der EU und hat die Freisetzung von bereits über 20 Gigatonnen CO₂ verhindert. Angesehene internationale Fachgremien wie der Weltklimarat (IPCC) und die Internationale Energie-Agentur (IEA) bekräftigen die Unverzichtbarkeit der Kernenergie für das weltweite Erreichen der CO₂-Neutralität. Vorsichtigen Schätzungen des IPCC zufolge wird sich die Stromerzeugung aus Kernenergie bis 2050 ver-sechsfachen müssen, um die hierzu erforderlichen 25% der weltweiten Stromerzeugung zu erreichen. Diese Projektion deckt sich mit den «Harmony»-Zielen der weltweiten Nuklearindustrie. Ein solches Wachstumsniveau lässt sich nur erreichen, wenn Projekten zur Stromerzeugung aus Kernenergie der gleiche Zugang zu den Fonds für die Unterstützung von Nachhaltigkeit gewährt wird wie den anderen Technologien einer CO₂-emissionsarmen Stromerzeugung.

Die Europäische Kommission ist daher aufgefordert, den Abschluss der von den Fachgruppen des JRC, Euratom und SCHEER vorgenommenen Beurteilungen der Nachhaltigkeit der Kernenergie abzuwarten, ehe sie diese delegierte Rechtsverordnung in ihre endgültige Fassung bringt. Zudem muss – wenn das Konzept gleicher Wettbewerbsbedingungen in der Energiepolitik der EU seine Gültigkeit bewahren soll – der zur Festlegung angewandte Prozess – ob die Anforderungen der Taxonomie erfüllt sind oder nicht – konsistent sein und auf einem soliden Fundament wissenschaftlicher Evidenz stehen. Anders ausgedrückt: Sämtliche wirtschaftlichen Tätigkeiten müssen nach demselben Satz an transparenten technischen Kriterien technologieneutral geprüft und dabei demselben Beurteilungsprozess unterzogen werden.

Nur so lässt sich die Glaubwürdigkeit der Taxonomie wiederherstellen und sie zu einem starken, effizienten Werkzeug zur Erzielung von Klimaneutralität und nachhaltiger Entwicklung innerhalb der EU und weltweit ausgestalten. (M.S.)

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

Wenn wissenschaftliche Neugier auf übertriebene Strahlenangst trifft

Aus den USA haben uns im Januar teilweise skurrile Nachrichten erreicht. Diejenige, von der diese Kolumne handelt, hat zwar nichts mit Politik zu tun, mutet aber nicht weniger absurd an als viele der Meldungen aus Washington.

«Haddon Township High students evacuated after uranium-glazed plate brought to school» titelte etwa «The Philadelphia Inquirer» am 8. Januar – als grob übersetzt «Schule wegen mit Uran überzogenem Teller evakuiert». So ähnlich klangen die Überschriften auch bei anderen Portalen. Andernorts hiess es das «Wissenschaftsprojekt eines Schülers» habe zur Evakuierung einer Schule wegen «HAZMAT» geführt. Letzteres ist kurz für hazardous material, also gefährliche Stoffe. Mit der Überschrift «Student brings hazardous materials to N.J. school, causes evacuation» des Portals nj.com sind wir in zweierlei Hinsicht nicht einverstanden: Der Schüler hat nicht gefährliches Material in die Schule mitgebracht und demzufolge auch nicht die Evakuierung verursacht.

Doch damit nun zur eigentlichen Geschichte: Wie man den verschiedenen Medienberichten entnehmen konnte, hat der Schüler im zehnten Jahr, also 15 oder 16 Jahre alt, zu Weihnachten einen Geigerzähler geschenkt erhalten. Danach habe er mit seinen Eltern in einem Antiquitätenladen Geschirr der Marke Fiesta gekauft – im Wissen darum, dass dieses früher mit

Uranoxid überzogen war, und dass deswegen nie jemand zu Schaden kam. Davon habe der Jungforscher ein Stück abgebrochen und am 4. Januar als Referenzquelle in die Schule gebracht. Am 8. Januar hat dann offenbar ein Mitglied der Schulverwaltung das als radioaktiv gekennzeichnete Stück entdeckt und die Behörden eingeschaltet. Daraufhin wurde die Schule evakuiert, untersucht und innerhalb einer halben Stunde als sicher eingestuft.

«No one was injured», schrieben zahlreiche Portale in ihren Berichten über die Evakuierung. Dem Schüler drohte jedoch juristisches Ungemach, da das Protokoll im Fall von «HAZMAT evacuations» scheinbar eine Anzeige vorsieht. Dieser Umstand rief jedoch rund 50 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt auf den Plan, die von der Geschichte erfahren hatten. Sie wandten sich mit einem Brief an die Schul- und Justizbehörden, in dem sie sich für den Schüler einsetzten und sein Vorgehen verteidigten – und ihn so vor der Strafverfolgung bewahrten. In einem Medienbericht äusserte sich eine der Unterzeichnenden: «Ich möchte, dass der Schüler weiss, dass seine Neugier und sein Interesse an der Nuklearwissenschaft geschätzt werden und dass wir ihn unterstützen.» Dem können wir uns nur anschliessen. Wir wünschen uns mehr wissenschaftliche Neugier und weniger hysterische Strahlenangst. (M.Re. nach verschiedenen Medienberichten, 8.–12. Januar 2021)

Generalversammlung 2020 des Nuklearforums – Der Verband schreitet zügig in Richtung Digitalisierung

Die Generalversammlung in Zeiten der Pandemie war eine organisatorische Herausforderung. Der Termin wurde zwar von Mai auf November verschoben, aber wegen der Situation betreffend Coronavirus musste die Generalversammlung schliesslich erstmals schriftlich durchgeführt werden.

Ursprünglich hätte die alljährliche Generalversammlung des Nuklearforums im Mai 2020 im frisch renovierten Casino Bern stattfinden sollen. Wegen der aufkommenden Pandemie war das Präsidium aber gezwungen, die Generalversammlung in den November zu verschieben. Aufgrund neuer Vorgaben der Bundesbehörden und unter dem Eindruck einer zweiten Welle musste die Generalversammlung schlussendlich schriftlich in der Vorweihnachtszeit durchgeführt werden. Am Nachmittag des 15. Dezember fand entsprechend in den Räumlichkeiten des Nuklearforums eine Corona-konforme Rest-GV unter Anwesenheit des Präsidenten, des Geschäftsführers und der Protokollführerin statt. Die Auszählung der zahlreich eingegangenen Stimmen wurde von zwei unabhängigen Stimmenzählern (Matthias Horvath und Paolo Mini) überwacht. Die Mitglieder wurden im Nachgang per Brief über den Ausgang der Generalversammlung mit beiliegendem Protokoll informiert.

Die Digitalisierung hält Einzug

Die alljährlich wiederkehrenden Traktanden Jahresbericht, Jahresrechnung und Revisionsbericht wurden von den Mitgliedern des Nuklearforums mit überwältigender Zustimmung gutgeheissen. Ebenso wurde

dem Vorstand die Décharge erteilt (Entlastung der Vereinsorgane) und die Revisionsgesellschaft wurde für ein weiteres Jahr bestätigt. Zur Diskussion standen im Zuge der Digitalisierung ebenfalls zwei Statutenänderungen. So sollte es inskünftig möglich werden, die Anmeldung für eine Mitgliedschaft elektronisch an die Geschäftsstelle zu richten oder die Einladung zur Generalversammlung auf elektronischem Wege zu verschicken. Beide Anträge zur Änderung der Statuten nahmen die Mitglieder überaus deutlich an. Damit machen die Mitglieder den Weg frei für ein zunehmend digitales und damit modernes Nuklearforum. Die Mitglieder hatten zudem die Möglichkeit, sich mit schriftlichen Anregungen einzubringen. So wurde etwa angeregt, dass sich das Nuklearforum dahingehend einbringen sollte, dass neue Kernkraftwerke in der Schweiz durchaus auch positive Aspekte hätten, etwa in Bezug auf die Bilanz mit Kohlenstoffdioxid oder die Versorgungssicherheit mit Strom.

Auch die Generalversammlung 2021 wird das Nuklearforum aufgrund der Pandemie schriftlich abhalten müssen. Wir kommen rechtzeitig mit den nötigen Informationen auf unsere Mitglieder zu. (L.A.)

Weiterbildungskurs 2020 des Nuklearforums – eine digitale Premiere

Am 25. November 2020 fand der traditionelle Weiterbildungskurs des Nuklearforums Schweiz zum Thema «Zwei Jahre Erfahrung mit der geänderten Strahlenschutzgesetzgebung» statt. Das Thema war in Zusammenarbeit mit der Gruppe der Kernkraftwerksleiter (GSKL) vorgängig definiert worden und wurde im Anschluss von der Ausbildungskommission des Nuklearforums im Detail ausgearbeitet.

Aufgrund von Corona musste der Weiterbildungskurs in den digitalen Raum verlegt werden. Entsprechend fanden sich also am Morgen des 25. November zahlreiche Mitarbeiter der Werke, Wissenschaftler, Vertreter von Bundesbehörden und weitere Interessierte vor den Bildschirmen zusammen, um «best practices» in Sachen Strahlenschutz zu diskutieren.

Den Aufschlag machte Dr. Nicolas Stritt, der als Vertreter des Bundesamtes für Gesundheit die gesetzlichen Grundlagen des Strahlenschutzes in der Schweiz erörterte. Danach legte das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) seinerseits dar, wie es den Strahlenschutz in seinen Richtlinien handhabt. Dr. Giuseppe Testa bezeichnete dabei den Rückbau von



Der Weiterbildungskurs musste 2020 erstmals virtuell durchgeführt werden. Das Konferenzzimmer der Geschäftsstelle des Nuklearforums Schweiz wurde deshalb in ein Technikstudio umgerüstet.

Foto: Nuklearforum Schweiz

Kraftwerksanlagen als Feuerprobe für die neue Strahlenschutzgesetzgebung. Damit wurde sogleich gekonnt zum nächsten Vortragsblock übergeleitet. Der Ressortleiter Strahlenschutz des Kernkraftwerkes Mühleberg, Dr. Stephan Navert, zeigte die ersten Erfahrungen in Sachen Strahlenschutz beim operativen Rückbau eines Kernkraftwerkes auf. Dr. Valentyn Bykov der Nagra präsentierte seinerseits die eigens von der Nagra entwickelte Methode zur Aktivierungsanalyse, womit ein weiteres Highlight des Weiterbildungskurses folgte. Dr. Stefan Thierfeldt, der aus Deutschland zugeschaltet war, bot spannende Einblicke in Nachweise und Verfahren bei der Befreiungsmessung und Abfallentsorgung in Deutschland, wo sich zahlreiche Anlagen zurzeit im Rückbau befinden.

Am Nachmittag zeigte Dr. Jürgen Woenckhaus gekonnt und klar auf, wie der neue Strahlenschutz in Leibstadt im Kraftwerksalltag gehandhabt wird. Der operative Strahlenschutz im Spannungsfeld zwischen Forschung und Aufsicht war sodann Thema von Frau Dr. Sabine Meier, die Strahlenschutz und Sicherheit am Paul Scherrer Institut (PSI) verantwortet. Den Abschluss der Vorträge machte Peter Hug, Fachverantwortlicher Strahlenschutz im Kernkraftwerk Gösgen, der aufzeigte, was das Kraftwerkspersonal heute tun kann, um die radioaktiven Betriebsabfälle weiter zu reduzieren.

Zum Schluss fasste Dr. Johannis Nöggerath, Präsident der Kommission für Ausbildungsfragen des Nuklearforums, die verschiedenen Vorträge und Erkenntnisse des Tages noch einmal zusammen. Johannis, der Mitte 2020 seine verdiente Pensionierung angetreten hat, sei an dieser Stelle noch einmal für seinen grossen und langjährigen Einsatz sowohl als Kommissionspräsident als auch für die Kernenergie in der Schweiz allgemein gedankt. Wir hoffen, dass wir ihn auch weiterhin an Veranstaltungen des Forums begrüessen dürfen.

Es bleibt abschliessend zu hoffen, dass die pandemiebedingt virtuelle Durchführung des Weiterbildungskurses ein Einzelfall in der Geschichte des Nuklearforums bleiben wird. Wenn auch alles virtuell gut funktioniert hat, die lebendigen Diskussionen beim Mittagessen oder beim Apéro und der Austausch unter den Teilnehmern haben gefehlt. Den Referenten wie auch den Teilnehmern sei an dieser Stelle sowohl für die tollen Vorträge als auch für das Verständnis noch einmal gedankt. Das Team des Nuklearforums freut sich darauf, den nächsten Weiterbildungskurs zum Thema «Human and Organisational Factors» am 2. Dezember 2021 im Trafo in Baden auszurichten. (L.A.)

Neue Swissnuclear-Broschüre «Arbeiten im Kernkraftwerk – Berufe mit Zukunft»

Woher kommen in Zukunft die Nachwuchskräfte für den Betrieb der Schweizer Kernkraftwerke? Und kommen sie überhaupt? Swissnuclear hat sich die Nachwuchsförderung auf die Fahne geschrieben und als ersten Schritt eine neue Broschüre zur Berufswelt in den Kernkraftwerken publiziert.

In unseren Kernkraftwerken arbeiten so viele tolle Menschen! Deshalb gibt es keinen besseren Weg, als diese Menschen zu Wort kommen zu lassen, wenn man neue Mitarbeitende gewinnen will. Denn wer seinen Job mit Freude macht und von der Kernenergie fasziniert ist, ist ein idealer Botschafter für die Branche. Auch bekommt diese im selben Zug ein freundliches Gesicht. So baut die neue Broschüre «Arbeiten im Kernkraftwerk – Berufe mit Zukunft» auf Portraits von Mitarbeitenden und sogenannten Testimonials auf. Darin bringen sie auf den Punkt, was das Spezielle ihrer Tätigkeit ist und warum sie gerne im Kernkraftwerk arbeiten. Zwei Interviews mit einem «alten Profi» und einer «jungen Einsteigerin» runden die Broschüre unterhaltsam ab. Persönlich, direkt,

offen, klug und emotional – das inspiriert, interessiert und bewegt. So ist Swissnuclear überzeugt, dass sich schon bald neue Kolleginnen und Kollegen mithilfe der Broschüre rekrutieren lassen.

Dass zahlreiche Mitarbeitende aus den Werken mitgemacht haben, ist ein wunderbares Zeugnis. Alle Mitarbeitenden, die mit Stolz für ihren Job im Kernkraftwerk eintreten, sind einfach Gold wert. So hat die Kernenergie in der Schweiz allen Widrigkeiten zum Trotz Zukunft! (Ruth Williams, Swissnuclear)

Die Broschüre ist online erhältlich unter:
<https://www.kernenergie.ch/de/arbeitsplatz.html>.



MITGLIED GEWINNEN UND PROFITIEREN

Wer kennt unsere Angebote und Dienstleistungen nicht besser als Sie? Werden Sie unsere Botschafterin/ unser Botschafter und empfehlen Sie uns bei Ihren Verwandten, Freunden, Bekannten oder Arbeitskolleginnen und -kollegen!

Es lohnt sich doppelt: für jedes neue Mitglied profitieren Sie einmalig von einer **Gutschrift** in der Höhe von **30 Franken*** auf Ihrer Mitgliederrechnung – für das **Neumitglied** ist die Mitgliedschaft im ersten Jahr zudem **kostenlos**.

Jetzt aktiv werden: www.nuklearforum.ch/mitgliederaktion

*Der Betrag wird Ihnen bei der nächsten Jahresrechnung gutgeschrieben.

Zweiter Forums-Treff 2021

Der zweite Forums-Treff findet am Donnerstag, **22. April** virtuell statt und wird via YouTube gestreamt. Das Inputreferat hält Dr. Jean-Philippe Kohl, Vizedirektor und Leiter Wirtschaftspolitik bei der Swissmem, zum Thema «Versorgungssicherheit aus Sicht der Schweizer Industrie». Danach folgt eine Diskussionsrunde mit Politikern und Wirtschaftsvertretern.
www.nuklearforum.ch/2-forums-treff-2021

Jahresversammlung 2021

Die Jahresversammlung des Nuklearforums Schweiz findet am Dienstag, **25. Mai** virtuell statt. Im Zentrum steht das Inputreferat von Lino Guzzella, Professor für Thermotronik und ehemaliger Präsident der ETH Zürich. Sein Thema lautet «Die Versorgungssicherheit der Schweiz mit Strom – eine Auslegeordnung». Anschliessend folgt eine Podiumsdiskussion.

Weiterbildungskurs des Nuklearforum Schweiz

«Der Mensch als Sicherheitsfaktor»
 Donnerstag, **2. Dezember** im Trafo in Baden

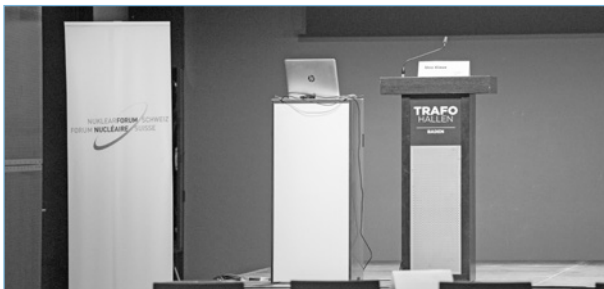


Foto: Nuklearforum Schweiz

Erste Folge des Podcasts «NucTalk»

In seinem allerersten Podcast holte das Nuklearforum Schweiz Dr. Johannis Nöggerath vor das Mikrofon. Abonnieren Sie unseren Podcast «NucTalk»!
www.nuklearforum.ch/podcast

Aktualisierte Faktenblätter

Das Nuklearforum Schweiz hat seine Faktenblätter «Uran – Ressource mit Zukunft» und «Strom aus Kernfusion: Option für die Zukunft» aktualisiert. Sie sind online verfügbar.

www.nuklearforum.ch/faktenblaetter

Nuklearforum auf Facebook

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

www.facebook.com/NuklearforumSchweiz



Foto: Nuklearforum Schweiz

13. Grundlagenseminar der SGK

Die Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute (SGK) plant vom **5. bis 7. Oktober 2021** in Magglingen zum dreizehnten Mal ein Grundlagenseminar zur Kernenergie durchzuführen. 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