

Dezember 2023

BULLETIN 4



Umfrage: Mehrwert der Kernenergie für die Schweiz wird anerkannt

Seite 5

Interview mit einer klimabewussten Kernenergie-Influencerin

Seite 2

Die «Neue Seidenstrassen-Initiative» Chinas

Seite 14

Die Energiewende in der Schweiz braucht die Kernenergie

Seite 29

Inhalt

Editorial

Kernenergie ist wichtig für den Klimaschutz und eine stabile Versorgung 1

Im Gespräch mit ...

Die Wahrnehmung der Kernenergie im Wandel 2

Hintergrundinformationen

Schweizer Bevölkerung vergibt gute Noten für die Kernenergie 5

Erfolgreicher Wissens- und Technologietransfer von der Schweizer Forschung zur Wirtschaft 8

Axpo stärkt Nukleartechnik-Branche mit Praktikumsinitiative 12

Nuclear Silk Road – wie China Kerntechnik entlang der neuen Seidenstrasse exportiert 14

IEA: «Übergang zu sauberer Energie ist unaufhaltsam» 19

Klartext

Illusionen 22

Nukleare News

Schweiz 25

International 26

Kolumne

Schluss mit den Glaubensfragen! 29

Hoppla

Zurück zur alten Leier 31

Pinwand

32

Titelbild:

Eine Umfrage von DemoSCOPE im Auftrag des Nuklearforums zeigt, dass ein Grossteil der Schweizer Bevölkerung Vertrauen in die Kernenergie hat.
(Foto: Shutterstock)

Kernenergie ist wichtig für den Klimaschutz und eine stabile Versorgung



Dr. Benedikt Galliker

Technisch-wissenschaftlicher Redaktor
Nuklearforum Schweiz

Benedikt Galliker

Liebe Leserinnen und Leser

Mit Blick auf Frankreich und Schweden sehen wir, dass die Kernenergie in Europa im Aufwind ist. Bei uns in der Schweiz berichten klassische Medien darüber und es gibt viele Diskussionen auf den Social-Media-Plattformen – auch über den Langzeitbetrieb. Eine der erfolgreichsten Kernenergie-Influencerinnen ist das brasilianische Model Isabelle Boemeke mit ihrer Persona Isodope. In unserem Beitrag gibt sie Einblicke in ihr Wirken und betont, wie wichtig Kernenergie für den Klimaschutz ist.

Bei dieser sauberen Art der Stromerzeugung spielen auch wirtschaftliche Interessen eine Rolle. Im weltweiten Vergleich baut China die meisten Kernkraftwerke. Vor zehn Jahren lancierte der chinesische Staatspräsident Xi Jinping die Belt and Road Initiative. Inzwischen geht es bei der neuen Seidenstrasse auch um Kerntechnologie, die China dem Ausland anbieten möchte. Wie es um diese Pläne steht, beleuchten wir in unserem Artikel.

Finanzielle Aspekte und Klimaschutz kommen im World Energy Outlook der Internationalen Energieagentur (IEA) zusammen. Um die Klimaziele zu erreichen, braucht es laut der aktuellen Ausgabe dieser Studie mehr als eine Verdoppelung der aktuellen Reaktorkapazität. Die Chancen für das nukleare Comeback sind demnach vorhanden und der Ausbau habe bereits begonnen, was der Energieversorgungssicherheit diene und neue Arbeitsplätze schaffe. Nun gelte es die Kapitalkosten bei neuen Kernkraftwerken so tief wie möglich zu halten, so die IEA.

In der Schweiz kann die Firma Ampegon Arbeitsplätze im Bereich neuer Kerntechniken bieten: Sie beliefert weltweit die grössten Fusionsprojekte und könnte auch die Geothermie mit einem Technologietransfer revolutionieren. Ampegon selbst profitiert vom Wissenstransfer mit Schweizer Forschungsinstitutionen als Innovationsmotor. Damit die Schweizer Wirtschaft weiterhin von einer starken Kernforschung profitieren kann, sind jedoch genügend finanzielle Mittel erforderlich. Die Forschungsarbeiten kommen auch dem Langzeitbetrieb der Kernkraftwerke zugute, die nicht nur zuverlässig Strom liefern, sondern auch die Integration von mehr erneuerbarer Energie ins Netz unterstützen. Auch eine Studie der ETH Zürich im Auftrag von Economiesuisse zeigt auf, dass wir einen breiten Mix an klimaneutraler Energie in der Schweiz brauchen: Die Kernenergie macht die Schweizer Stromversorgung dabei günstiger und zuverlässiger.

Bei den Schweizerinnen und Schweizern ist das Vertrauen in einen gemeinsamen Weg von Kernenergie und erneuerbaren Energien vorhanden, wie unsere neueste Umfrage zeigt. Mehr möchte ich hier aber nicht verraten. Ich wünsche Ihnen viel Lesespass, eine besinnliche Adventszeit und frohe Festtage.

Herzliche Grüsse

Die Wahrnehmung der Kernenergie im Wandel



Isabelle Boemeke

Kernenergie-Influencerin
und Model

Die öffentliche Wahrnehmung der Kernenergie hat sich angesichts der Sorge hinsichtlich des Klimawandels und der Energieversorgungssicherheit sowie der Energiegerechtigkeit und der nachhaltigen Entwicklung verändert. Gleichzeitig finden die Befürworterinnen und Befürworter der Kernenergie innovative und wirkungsvolle Wege, um die Vorteile dieser sauberen Energiequelle hervorzuheben. Eine von ihnen ist Isabelle Boemeke, Kernenergie-Influencerin und Model.

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) führte am 26. und 27. September 2023 das Scientific Forum on Nuclear Innovations for Net Zero durch, bei dem Isabelle Boemeke die Eröffnungsdrednerin war. Das Forum befasste sich mit nuklearen Innovationen und der Frage, wie die Kernenergie eine sicherere Energiewende unterstützen kann.

In den sozialen Medien als Isodope bekannt, ist Boemeke überzeugt, dass die Kernenergie unerlässlich ist, um eine Zukunft aufzubauen, in der die Menschheit nicht nur überlebt, sondern sich auch entfalten kann. Im folgenden Interview erklärt Boemeke, wie sie ihre Online-Persona nutzt, um jüngere Generationen über Kernenergie zu informieren.

Wie kam es dazu, dass Sie sich für Kernenergie interessierten?

Im Jahr 2015 veröffentlichte ein Wissenschaftler, dem ich in den sozialen Medien folgte, einen Tweet über Salzschmelze-Thoriumreaktoren. Ich recherchierte ein wenig, fand aber keine Informationen, die jemand wie ich, die keinen technischen Hintergrund hat, verstehen konnte. Das machte mich neugierig auf die Energie aus Kernkraft und ich fragte Leute, was sie davon hielten. Im We-

sentlichen lassen sich die Antworten wie folgt zusammenfassen: In der Tat ist es eine gute Technologie. Wir brauchen sie unbedingt, um das Problem des Klimawandels zu lösen, aber die Menschen wollen nichts davon wissen.

Mit den Bränden 2019 in Australien, im Amazonasgebiet und in Kalifornien wurde mir klar, dass wir im Kampf gegen den Klimawandel nicht schnell genug vorankamen, und ich begann, nach Lösungen zu suchen, wobei ich wieder auf die Kernenergie stiess. Ich war erstaunt, dass alles, was die Leute über Kernenergie zu wissen glaubten, falsch war, und der Grund dafür war, dass sie ihre Informationen hauptsächlich aus kulturellen Referenzen, Filmen und Cartoons wie den Simpsons bezogen. Ich fragte mich, wie man die Menschen darüber aufklären könnte, dass Energie aus Kernkraft die zweitgrösste saubere Energiequelle der Welt ist und dass Länder, die ihre Stromversorgung dekarbonisiert haben, dies hauptsächlich durch Wasserkraft oder Energie aus Kernkraft getan haben.

War das die Geburtsstunde von Isodope?

Wir leben in einer Welt, die von sozialen Medien geprägt ist und in der es viele Social-Media-Influencer gibt. Mir

wurde klar, dass die beste Möglichkeit, die Botschaft über Atomkraft zu verbreiten, darin bestand, Inhalte zu erstellen, die die Menschen in den sozialen Medien ansprechen. Ich wusste, dass meine Inhalte ganz anders sein mussten, denn ich wollte nicht einfach nur ein weiteres Video erstellen. Ich habe mir eine Figur ausgedacht, die sich futuristisch kleidet, eine verständliche Sprache und farbenfrohe Visualisierungen verwendet. Ich nannte sie «Isodope», ein Wortspiel mit dem in der Chemie verwendeten Begriff «Isotop».

Wer ist Ihre Hauptzielgruppe?

Ich wende mich vor allem an die Millennials (Menschen, die in den 1980er- und 90er-Jahren geboren wurden) und jüngere Menschen. Die Lebensgrundlage der jungen Menschen steht auf dem Spiel. Wir und unsere Kinder sind es, die die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels zu spüren bekommen.

Wie erreichen Sie ein breiteres Publikum, das über die Befürworter der Kernenergie hinausgeht?

Die sozialen Medien sind in dieser Hinsicht ein sehr nützliches Instrument. Man kann nicht nur Inhalte erstellen, was ich tue, sondern auch mit den Menschen über diese Inhalte in Kontakt treten. Man kann denjenigen antworten, die Fragen haben und neugierig sind.

Jede Begegnung ist eine Chance, das Thema Atomkraft anzusprechen. Wenn ich zum Beispiel zum Arzt gehe und jemand mich nach meinem Beruf fragt, sage ich, dass ich im Bereich der Kernenergie arbeite. Und daraus ergibt sich immer ein interessantes Gespräch. Es ist auch sehr wichtig, die Gemeinden in der Umgebung von Kernkraftwerken einzubeziehen. Diese Menschen sind die besten Fürsprecher, weil ihre Gemeinden so sehr von dieser Anlage profitieren.

Ein weiteres Thema, das ausführlich erläutert werden sollte, sind radioaktive Abfälle, denn das ist eines der grössten Probleme, die die Menschen ansprechen. Jeder, der schon einmal Atommüll gesehen hat, kann Ihnen sagen, dass es sich dabei um das Langweiligste handelt, was es auf der Welt gibt: Betonfässer, die einfach nur herumstehen. Es wäre wirklich hilfreich, den Menschen immer wieder zu zeigen, wie Atommüll aussieht, und die

Botschaft zu verbreiten, dass er sicher gehandhabt wird und – ehrlich gesagt – etwas viel Alltäglicheres ist, als man denkt.

Was war Ihr grösster Erfolg in Ihrer Karriere als Influencerin im Bereich der Kernenergie?

Die Rettung des Atomkraftwerks Diablo Canyon in Kalifornien vor der Schliessung im Jahr 2022 steht zuoberst auf der Liste, und das aus vielen Gründen. Als ich anfang, als Influencerin im Bereich der Kernenergie zu arbeiten, recherchierte ich, welche Kraftwerke in den USA vorzeitig abgeschaltet werden sollten. Damals gab es fünf davon, und Diablo Canyon stach hervor, nicht nur, weil es eine wunderschöne Anlage war und noch weitere 20 Jahre in Betrieb bleiben konnte, sondern auch, weil es ein Symbol der Anti-Atomkraft-Bewegung in den USA darstellte. Als Diablo Canyon Ende der 1960er- und in den 1970er-Jahren gebaut wurde, fanden zahlreiche Demonstrationen statt, darunter eine Kundgebung, an der rund 30'000 Menschen teilnahmen.

Die Rettung des Kraftwerks war eine Botschaft an die Öffentlichkeit und die Politiker, dass sich das Blatt gewendet hat und die Menschen jetzt für die Kernkraft sind. Ich hielt das für eine gute Sache und habe mit vielen verschiedenen Organisationen in den USA zusammengearbeitet. Wir organisierten die grösste Pro-Atomkraft-Kundgebung, die das Land je gesehen hatte. Ausserdem gründete ich eine gemeinnützige Organisation namens Save Clean Energy und schickte einen Brief an den Gouverneur von Kalifornien, der von 80 führenden Energie- und Klimaexperten sowie Unternehmern

Isabelle Boemeke schuf die Social-Media-Persona Isodope, um die Öffentlichkeit über die Vorteile der Kernenergie und ihre Rolle bei der Lösung des Klimawandels und der Energieungerechtigkeit aufzuklären. Sie ist Gründerin und Geschäftsführerin von Save Clean Energy. Davor arbeitete sie hauptberuflich als Model und brachte ihre eigene Kosmetiklinie heraus. Boemeke wuchs im brasilianischen Bundesstaat Rio Grande do Sul auf und lebt in Los Angeles.



Die Kernenergie-Influencerin Isabelle Boemeke beim Wissenschaftsforum «Nuclear Innovations for Net Zero» auf der 67. Generalkonferenz der IAEO am 26. September 2023. (Foto: Dean Calma / IAEO)

unterzeichnet wurde und in dem wir ihn aufforderten, Diablo Canyon am Netz zu behalten. Das Ergebnis ist, dass das Kernkraftwerk noch mindestens fünf Jahre nach der ursprünglich geplanten Schliessung im Jahr 2025 in Betrieb bleiben wird.

Was sind Ihre neuesten Projekte und Pläne für Isotope?

Ich schreibe gerade ein Buch über Atomkraft mit dem Titel «Rad Future». Es ist in einem Isotope-ähnlichen, leicht verständlichen Stil geschrieben. Was meine ehrenamtlichen Tätigkeiten angeht, konzentriere ich mich auf den Umstieg von Kohle auf Kernenergie, da ich glaube, dass dies wahrscheinlich unsere beste Chance ist, den Einsatz der Kernenergie zu beschleunigen, zumindest in den USA.

Schliesslich glaube ich, dass die Modeindustrie uns ermöglicht, ein ganz anderes Publikum zu erreichen. Ich habe Leitartikel und Interviews in der Modebranche zum Thema Kernenergie geführt und werde dies auch weiter-

hin tun. In diesem Sektor können sich in Zukunft viele interessante Kooperationen ergeben. (Übersetzung aus dem Englischen: M.A.)

Das Interview wurde im Bulletin der Internationalen Atomenergie-Organisation vom September 2023, Vol. 64-3, unter dem Titel «Fashioning Perceptions of Nuclear Energy» veröffentlicht.

Die Macht der sozialen Medien

Zum Abschluss der Eröffnungssitzung des Wissenschaftsforums, das unter dem Motto «Nuclear Innovations for Net Zero» stand, sprach Isabelle Boemeke über die Macht der sozialen Medien, wenn es um die Information des jungen Publikums geht. «Soziale Medien mögen oberflächlich erscheinen, aber in Wirklichkeit lernen junge Menschen durch sie die Welt kennen», sagte Boemeke. «Sie vertrauen den Meinungen von Influencern über Produkte, Gesundheitstipps und Ideen. Und auch wenn wir gesehen haben, dass die sozialen Medien missbraucht werden können, glaube ich, dass wir diese Instrumente nutzen und sie sinnvoll einsetzen können.»

Boemeke wies darauf hin, wie wichtig es für Führungskräfte ist, den jungen Generationen zuzuhören und mit ihnen in einen Dialog zu treten. «Die jungen Leute sind der Nukleartechnologie gegenüber sehr aufgeschlossen und erwarten, dass sie von Menschen wie Ihnen hören, dass es in Ordnung ist, diese zu unterstützen. Wenn wir die Bevölkerung über alle Vorteile aufklären, haben unsere Entscheidungsträger die Möglichkeit, realistische Dekarbonisierungspfade einzuschlagen – Pfade, bei denen die Kernenergie ganz klar im Mittelpunkt steht», sagte Boemeke. Sie ermutigte die Entscheidungsträger unter dem Publikum mutig zu sein, und schloss mit der Frage: «Sind Sie ein Anführer oder Mitläufer?»

Schweizer Bevölkerung vergibt gute Noten für die Kernenergie

Ein insgesamt positives Bild über die Kernenergie in der Schweiz zeichnen die Ergebnisse einer grossen Umfrage, die das Meinungsforschungsinstitut DemoSCOPE im Auftrag des Nuklearforums Schweiz durchgeführt hat. Die Studie «Kernenergie Schweiz 2023» zeigt, dass die Schweizer Bevölkerung weiterhin Vertrauen in die Kernenergie hat. Die Mehrheit der Befragten betont die Notwendigkeit von Kernkraftwerken für die Stromversorgung und spricht sich für unbefristete Laufzeiten der Anlagen sowie für weitere Nuklearforschung aus.

An der repräsentativen Umfrage haben in der ersten Septemberhälfte mehr als 2200 Personen aus der gesamten Schweiz teilgenommen. Danach bleibt die Einstellung der Schweizer Bevölkerung zur Kernenergie insgesamt zustimmend, es gibt jedoch teilweise erhebliche Unterschiede zwischen Männern und Frauen (siehe Kasten, Seite 7).

«Die Umfrageergebnisse zeigen deutlich, dass die Bevölkerung den Mehrwert der Kernenergie für die Schweiz anerkennt. Vor diesem Hintergrund wird die öffentliche Debatte über Kernenergie voraussichtlich weitergehen», kommentierte Hans-Ulrich Bigler, Präsident des Nuklearforums Schweiz, die Studienergebnisse.

Mehr als die Hälfte (54%) sind der Ansicht, dass die Schweiz neben erneuerbaren Energien weiterhin auch Kernenergie zur Stromerzeugung einsetzen sollte, 38% lehnen dies ab. 37% der Befragten beurteilen Kernkraftwerke insgesamt sehr bzw. eher positiv. Dem gegenüber stehen 42%, welche Kernkraftwerke eher negativ oder sehr negativ beurteilen. Signifikant mehr Männer und jüngere Altersgruppen sind in ihrer Auffassung positiver.

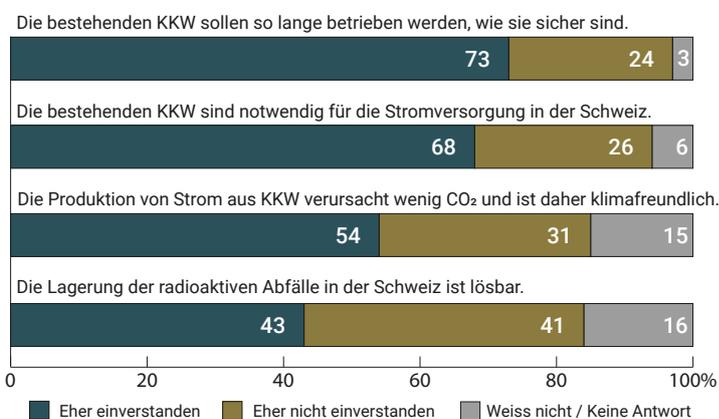
Die bestehenden Kernkraftwerke in der Schweiz sieht die Mehrheit der Bevölkerung grundsätzlich positiv oder hält sie für notwendig. Über 80% der Befragten glauben, dass die Schweizer Bevölkerung und Wirtschaft in den letzten Jahren von der Kernenergie profitiert haben und nennen vor allem die Versorgungssicherheit und niedrigere Strompreise als Gründe dafür. Fast drei Viertel (73%) sind damit einverstanden, dass die bestehenden Kraftwerke so lange betrieben werden sollen, wie sie als sicher eingestuft werden. Ebenso viele Personen (74%) sind der Meinung, dass die bestehenden Kernkraftwerke in der Schweiz als sehr sicher oder eher sicher gelten.

Und 68% der Befragten unterstützen die Aussage, dass die bestehenden Kernkraftwerke für die Stromversorgung der Schweiz notwendig sind. Beim Thema der Lagerung radioaktiver Abfälle sind die Meinungen jedoch ausgeglichen – 43% sind eher der Ansicht, dass eine Lösung möglich ist, während 41% anderer Meinung sind.

Neubauverbot umstritten

Auf die Frage, ob in der Schweiz grundsätzlich keine neuen Kernkraftwerke mehr gebaut werden dürfen oder ob das doch wieder möglich sein sollte, ergibt sich kein klares Meinungsbild. Laut Umfrage befürworten 35% der Befragten das Gesetz, das den Bau neuer Kernkraftwerke in der Schweiz grundsätzlich verbietet. Auf der anderen Seite sind 23% der Meinung, dass das Verbot aufgehoben werden sollte. →

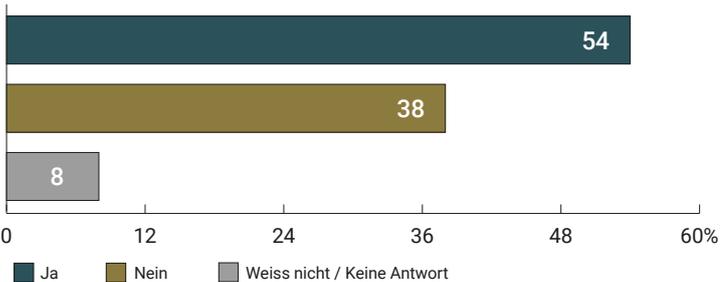
Sind Sie mit der Aussage eher einverstanden oder eher nicht einverstanden?



Quelle: DemoScope – Studie Kernenergie Schweiz 2023

© Nuklearforum Schweiz

Sollte Ihrer Meinung nach die Schweiz neben erneuerbaren Energien weiterhin auch Kernenergie zur Stromerzeugung einsetzen?



Quelle: DemoScope – Studie Kernenergie Schweiz 2023

© Nuklearforum Schweiz

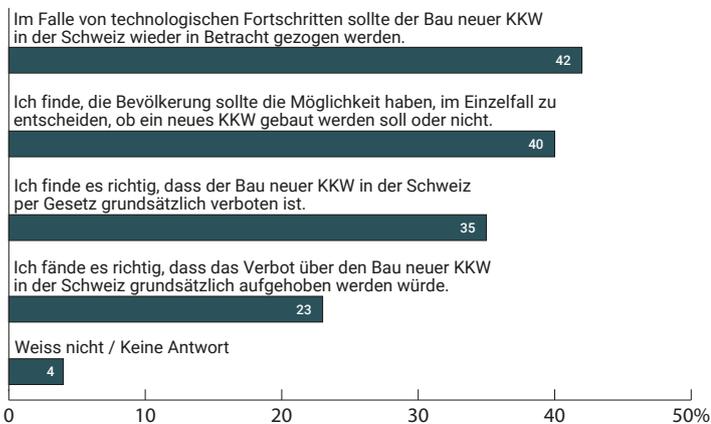
Auch nicht eindeutig äusserten sich die Befragten zur Klima- und Umweltfreundlichkeit der Kernenergie: 54% sind eher der Meinung, dass die Stromproduktion aus Kernkraftwerken wenig CO₂ verursacht und daher klimafreundlich ist, 31% sind anderer Meinung. Andererseits sind 52% der Befragten der Ansicht, dass Strom aus Kernenergie eher umweltschädlich ist. 38% finden, dass er eher umweltfreundlich ist.

Durchaus skeptisch zeigt sich die Bevölkerung bei der Frage, ob die Kernenergie durch erneuerbare Energien und Sparmassnahmen ersetzt werden kann. 56% glauben nicht daran, 37% sind anderer Meinung. Auch das Vertrauen in die Energiewende (ohne Kernenergie) ist gespalten: 44% glauben, dass die Energiewende gelingen kann, d.h. dass die Schweiz auch ohne eigene Kernkraftwerke langfristig genug klimafreundlichen Strom hat. 42% sind der Meinung, dass die Energiewende nicht gelingt.

Bei der Frage, aus welchem Land die Schweiz ihren Strom beziehen soll, wünscht sich eine Mehrheit von 56%, dass dieser ausschliesslich in der Schweiz produziert werden soll. 25% wären auch mit einer Stromproduktion im Ausland einverstanden.

Eine klare Meinung gibt es zur Frage der Forschung: 79% denken, dass nukleare Forschung und Ausbildung in der Schweiz weiterhin möglich sein sollten, nur 10% sind anderer Meinung. (S.D.)

Welchen der Aussagen stimmen Sie zu? (Mehrfachantworten möglich)



Quelle: DemoScope – Studie Kernenergie Schweiz 2023

© Nuklearforum Schweiz

Andere Optionen erhalten jedoch grössere Zustimmung: 42% sind der Meinung, dass der Bau neuer Kernkraftwerke in Betracht gezogen werden sollte, wenn technologische Fortschritte gemacht werden. Diese Frage bejahen 53% der Männer, aber nur 31% der Frauen. Darüber hinaus sind 40% der Ansicht, dass die Bevölkerung im Einzelfall entscheiden sollte, ob ein neues Kernkraftwerk gebaut werden soll oder nicht.



[Die komplette Ergebnisübersicht der Studie «Kernenergie Schweiz 2023»](#)



[Podcast «NucTalk» mit Michael Buess, Geschäftsführer von DemoSCOPE, mit Bewertungen und Analysen der Umfrageergebnisse](#)

Kernenergie spaltet die Geschlechter

«Wer in der Schweiz wieder Kernkraftwerke bauen will, muss besonders eine kritische Gruppe davon überzeugen: die Frauen», schrieb die Neue Zürcher Zeitung am 10. Oktober 2023 zur Veröffentlichung der Studie «Kernenergie Schweiz 2023» und verwies dabei auf die zum Teil erheblichen Differenzen in den Befragungsergebnissen von Männern und Frauen. Grundsätzlich sind Männer gegenüber der Kernenergie freundlicher eingestellt, das macht die Umfrage deutlich. So beurteilt knapp die Hälfte der Männer (49%) die Kernenergie insgesamt positiv, bei den Frauen sagen dies nur 25%, die Hälfte bewertet sie sogar negativ. Auch glaubt nur eine von drei Frauen, dass die Lagerung der radioaktiven Abfälle in der Schweiz lösbar sei; bei den Männern sind es 54%. Eine Aufhebung des geltenden Neubauverbots für Kernkraftwerke würden 30% der Männer zustimmen, aber nur 17% der Frauen.

Neben den Unterschieden in der persönlichen Haltung zur Kernenergie gibt es zwischen Männern und Frauen aber auch offenbar einen ungleichen Wissensstand beim Thema Kernenergie. So sind lediglich 43% der Frauen mit der Aussage einverstanden, dass die Produktion von Strom aus Kernkraftwerken wenig Treibhausgase verursacht. Bei den Männern stimmen zwei Drittel dieser Aussage zu. 46% der Frauen glauben, dass der Bund für die Finanzierung der Entsorgung radioaktiver Abfälle zuständig ist. (Männer: 30%), während 40% dieser Verantwortung richtigerweise bei den Betreibern verorten (Männer: 60%). Bei dieser Frage liegen aber vor allem die jüngeren Befragten falsch: In der Altersgruppe 15–24 Jahre glauben 53%, der Bund sei für die Finanzierung zuständig, in der Altersgruppe 25–34 Jahre meinen dies noch 46%.

Erfolgreicher Wissens- und Technologietransfer von der Schweizer Forschung zur Wirtschaft

Die Schweiz engagiert sich in der Entwicklung sauberer Energielösungen wie der Kernfusion. Schweizer Forschungsinstitutionen sind ein Innovationsmotor, von dem KMU, wie die aargauische Ampegon Power Electronics AG (Ampegon), profitieren. Ampegon hat ihre Produkte mit Forschungspartnern optimiert und beliefert nun grosse Kernfusionsprojekte, zudem arbeitet sie an einem Durchbruch in der Geothermie.

Forschungseinrichtungen wie die ETH Zürich, die Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL) und das Paul Scherrer Institut (PSI) pflegen auch im Kernenergiebereich einen intensiven Wissens- und Technologietransfer mit der Privatwirtschaft. Dieser unterstützt Firmen wie Ampegon aus Baden bei der Entwicklung ihrer Produkte. Sie beliefert die grössten Fusionsprojekte wie den Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktor (ITER) in Südfrankreich.

Um international wettbewerbsfähig zu bleiben und sich auch für die Zukunft Optionen offenzuhalten, benötigt die Kernenergieforschung genügend finanzielle Mittel des Bundes. Dafür setzt sich das Nuklearforum Schweiz bei der Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation (BFI-Botschaft) des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) ein (siehe Kasten Seite 11). Zudem geht es bei der Forschung auch um die Unterstützung des sicheren Langzeitbetriebs der Kernkraftwerke und somit eine sichere Stromversorgung im Interesse von Gesellschaft, Industrie und Forschung.

Über die Innovationen von Ampegon für die Kernfusion und Geothermie hat das Nuklearforum mit Simon Keens (Head of Sales and Marketing bei Ampegon) und Josef Troxler (Business Development Manager beim Ampegon-Mutterhaus Energy Technology srl und der italienischen Ampegon-Schwesterfirma OCEM Power Electronics) gesprochen.

Was stellt Ampegon genau her?

«Wir sind Marktführer für Hochfrequenzverstärker sowie Hochspannungs- und Hochstromsysteme für Kernfusionsversuchsanlagen, Teilchenbeschleuniger und – historisch bedingt – für Rundfunkübertragungssysteme», sagt Troxler. Vielfach gehe es bei den Produkten von Ampegon um Hochspannungsnetzteile, kurz «Speisungen», die einen Anlagenteil mit Energie versorgen und mit Spannungen von mehreren zehntausend Volt arbeiten. Als Vergleich: Unser normales Stromnetz bietet gerade mal 230 Volt an der Steckdose.

Als Beispiel hat Ampegon Speisungen für das Synchrotron der Swiss Light Source (SLS) am PSI angefertigt. Damit werden Anlagenteile versorgt, die den Elektronenstrahl beschleunigen. «Das Synchrotron ist ein riesiges Mikroskop und nutzt einen solchen Elektronenstrahl,



Josef Troxler, Business Development Manager beim Ampegon-Mutterhaus Energy Technology, kennt die Firmengeschichte von Ampegon bestens. Er ist dort seit über 35 Jahren tätig und war eine Zeit lang auch Geschäftsführer. (Foto: Ampegon Power Electronics)



Eine der Haupt-Hochspannungs-Gleichstromversorgungen (main high voltage DC power supplies) die Ampegon für das Fusionsprojekt des Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktors (Iter) in Südfrankreich hergestellt hat. (Foto: Ampegon Power Electronics)

um helles Licht zu erzeugen, mit dem eine Vielzahl von Materialien untersucht werden», so Troxler. Auch bei der Erforschung der Kernfusion kommen Speisungen von Ampegon zum Einsatz. Sie versorgen die Hochleistungs-

Mikrowellengeneratoren (Gyrotrons) mit denen das Brennstoffplasma im Innern des Reaktors (sozusagen im Mikrowellenofen) erhitzt wird. «Unsere Speisungen versorgen Mikrowellen-Heizgeräte mit einer Leistung von mehr als fünf Megawatt, was rund siebentausend Küchenmikrowellen entspricht», erklärt Keens. Wendelstein 7-X und Iter würden solche Heizsysteme nutzen. «Da das Gyrotron eine Elektronenröhre mit geringer Effizienz ist, muss unsere Speisung umso effizienter sein», so Keens, der erwähnt, dass Elektronenröhren auch in uralten Radios stecken. Neben Gyrotrons gebe es noch weitere Techniken, um Brennstoffplasma zu erhitzen. «Auch für diese Techniken bieten wir Speisungen als kundenspezifische Lösungen an», ergänzt Troxler.

Zusammenarbeit mit den Schweizer Forschungszentren

«Wir hatten bisher mit vielen der wichtigsten Schweizer Hochschulen Projekte durchgeführt und konnten deren Wissen nutzen, um unsere Produkte weiterzuentwickeln und zu optimieren», erklärt Troxler. «Beim preisgekrön-

Firmengeschichte der Ampegon Power Electronics AG

1937 wurde Ampegon als Teil des Schweizer Elektronikonzerns Brown, Boveri & Cie (BBC) gegründet und baute Rundfunksender wie Radio Beromünster. Nach einer Ausgliederung 1988 folgten etliche Namens- und Besitzerwechsel. In den 1980er-Jahren lieferte Ampegon den ersten Hochfrequenzverstärker für die Fusionsforschung an das deutsche Max-Planck-Institut. Ein Höhepunkt war 2016 die Auszeichnung mit dem Swiss Technology Award für den innovativen Kurzpuls-Modulator, welcher in Kooperation mit dem HPE (Institute for High Power Electronics) der ETH Zürich entwickelt wurde. Dies ist ein Verstärker für hochfrequente elektromagnetische Strahlung, der bei Forschungsanlagen wie dem Schweizer Freielektronen-Röntgenlaser (SwissFEL) am PSI eingesetzt wird und für hohe Brillanz und Qualität des Laserlichts sorgt. 2019 wechselte Ampegon

den Besitzer zur italienischen Aretè Cocchi Technology Group, zu der das Ampegon-Mutterhaus Energy Technology srl gehört und ist fortan als Ampegon Power Electronics AG operativ.

Zur Kundschaft von Ampegon zählen Kernforschungsanstalten wie Swiss Plasma Center bei der EPFL, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (Fusionsexperimentieranlage Wendelstein 7-X), Karlsruher Institut für Technologie, Kernforschungszentrum Cadarache (Iter) sowie private Fusionsfirmen (TAE Technologies). Auch bei zukünftigen Fusionsprojekten wie Spherical Tokamak for Energy Production (STEP) in Grossbritannien und Divertor Tokamak Test Project (DTT) in Italien hat Ampegon die Zusammenarbeit für zukünftige Kooperationen begonnen.

ten Kurzpuls-Modulator flossen Grundideen und Basisentwicklungen der ETH Zürich ein.» Der Modulator werde beim Röntgenlaser des PSI eingesetzt, mit dem eine langjährige Zusammenarbeit bestehe. Zusammen mit dem PSI hat Ampegon in einem Innosuisse-Projekt einen Prototyp für einen 500 Megahertz Hochfrequenz-Verstärker entwickelt und industrialisiert, der nicht mehr auf Röhrentechnologie, sondern Halbleiterbauteilen (LDMOS-Transistoren) basiert. Dieser wird vom Synchrotron der Diamond Light Source in Grossbritannien und Brookhaven National Laboratory in den USA eingesetzt. «Ein Austausch besteht auch mit der EPFL, denen wir die ersten Hochspannungsspeisungen für Gyrotrons geliefert haben», so Troxler.

«Die technologisch ausgereiften Gyrotron-Versorgungen wie jene von Iter benötigen keine Grundlagenforschung mehr», sagt Keens. Ampegon nutze derzeit die Dienste von Universitäten bei speziellen kundenspezifischen Anpassungen als Auftragsforschung. «Bei der nächsten Generation an Fusionsprojekten wie DTT und STEP gibt es noch Forschungsbedarf und vertiefte Kooperationen wären hilfreich, um die Effizienz weiter zu steigern und

so das Ziel des Break-even in der Fusionsforschung früher zu erreichen», ergänzte er.

Zugang zu internationalen Fusionsforschungseinrichtungen erhielt Ampegon auch durch den Industry Liaison Officer (ILO) Michael Hübner des SBFI. «Er arbeitet beim Swiss Plasma Center (SPC) der EPFL und half uns, Kontakte zur Organisation Fusion for Energy (F4E) zu knüpfen. Wir konnten erfolgreich die ersten grossen Aufträge bei Iter sichern», so Troxler. F4E verwaltet beim Euratom-Programm der EU den europäischen Beitrag zu Iter.

Zukunft voller Herausforderungen

«Ampegon-Systeme bieten höchste Qualität und Zuverlässigkeit, die aber ihren Preis haben», hielt Keens fest. Um Kosten zu reduzieren, arbeite man an einer standardisierten Serienfertigung. «Wenn wir unsere Produkte zukünftig als integrierte Systeme aus einem Guss – mit Gyrotrons und Speisungen – anbieten könnten, wäre dies vorteilhaft», so Troxler. Eine Herausforderung sind auch die benötigten Stückzahlen an Speisungen für Gyrotrons: waren es bei Iter noch 12, benötigt STEP schon 400 Stück.



Eine von Ampegon hergestellte, mobile Hochspannungs-Gyrotron-Stromversorgung für Geothermiebohrungen auf dem Weg in die USA zum Kunden Quaise Energy. (Foto: Ampegon Power Electronics)

Die grösste Herausforderung für Ampegon ist aber der Ausschluss der Schweiz aus dem Forschungsrahmenprogramm Horizon Europe und dem Forschungs- und Ausbildungsprogramm Euratom der EU nach dem gescheiterten Rahmenabkommen 2021. Die Schweiz ist nur **nicht**-assoziiertes Drittstaat. Die direkte Teilnahme an F4E und somit am Iter-Projekt wurde für Schweizer Forscher ausgesetzt und Schweizer Industriefirmen von den Ausschreibungen ausgeschlossen. «Neue Verträge muss nun unser italienisches Mutterhaus abschliessen. Aber selbst dann ist die Schweizer Beteiligung an Iter auf maximal 40% begrenzt und der bürokratische Aufwand ist enorm», so Troxler.

Mit Mikrowellenstrahlen den Erdboden aufschmelzen

Erfreulich ist, dass Ampegon sowohl seinen Kunden- und Anwendungskreis für die Speisungen erweitern konnte. Die neuesten Firmenpläne sollen sogar der Geothermie zu einem Durchbruch verhelfen, verraten Troxler und Keens. «Ampegon arbeitet mit der amerikanischen Firma Quaise Energy zusammen, die viele geothermische Kraftwerke zur Wärme- und Stromproduktion bauen will», so Troxler. Revolutionär sei die Bohrmethode, die Quaise einsetzen wolle, um bis zu 20 Kilometer in die Tiefe zu gelangen, wo Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius herrschten. «Die Bohrlöcher werden durch das Aufschmelzen des Gesteins mit Mikrowellen aus Gyrotrons erstellt, wozu unsere Speisungen aus dem Fusionsbereich benötigt werden.» Quaise Energy hat von Ampegon bereits zwei in Frachtcontainern eingebaute Speisungen erhalten, um mobil an verschiedenen Orten der USA bohren zu können.

«In den USA konnte ich mir selbst ein Bild davon machen, dass die Schmelzversuche mit Granitproben erfolgreich sind», sagte Keens. Genial an der Idee sei, dass die Wände des Bohrlochs durch die Gesteinsschmelze gleich versiegelt würden. So erhalte man nutzbare Leitungen in die Tiefe. «Quaise Energy will für seine Geothermiekraftwerke zudem Infrastruktur von stillgelegten

Öl- oder Kohlekraftwerken weiternutzen wodurch die ganze Energiegewinnung nicht nur umweltfreundlich, sondern auch nachhaltig ist. Besonders erfreulich für uns von Ampegon ist der erfolgreiche Technologietransfer vom Fusionsbereich zur Geothermie», hielt Troxler abschliessend fest. Quaise Energy habe bereits Niederlassungen in den USA und Japan und suche nun Partner in Europa. (B.G.)

BFI-Botschaft 2025–2028

Der Bundesrat legt den eidgenössischen Räten alle vier Jahre – abgestimmt auf seine Legislaturplanung – eine Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation (BFI) vor. Die Vorbereitungsarbeiten für die BFI-Botschaft 2025–2028 waren Anfang 2021 lanciert worden. Erstmals wurde dazu im Sommer 2023 eine fakultative Vernehmlassung durchgeführt, bei der sich auch das Nuklearforum äusserte. Es fordert in seiner Stellungnahme mehr finanzielle Mittel für den ETH-Bereich sowie ein Forschungsprogramm für den Langzeitbetrieb von Kernkraftwerken und für kleine, modulare Reaktoren. Zudem soll die Forschung im Bereich der Kernfusion ausdrücklicher berücksichtigt und die weltweiten Fortschritte bei der Kerntechnik im Rahmen eines Monitorings beobachtet werden.

Voraussichtlich im Februar 2024 wird der Bundesrat die BFI-Botschaft 2025–2028 zuhänden des Parlaments verabschieden. Geplant ist, dass das Parlament spätestens in der Winter-session 2024 über die mit der BFI-Botschaft 2025–2028 verbundenen Finanz- und Rechtsbeschlüsse abstimmt.

Axpo stärkt Nukleartechnik-Branche mit Praktikumsinitiative

Der Energiekonzern Axpo hat für die Nuclear-Engineering-Studierenden an der ETH Zürich und EPF Lausanne erstmals zwölf Praktikumsplätze sowohl am Hauptsitz in Baden als auch in verschiedenen Bereichen in den Kernkraftwerken Beznau und Leibstadt angeboten. Mit diesem Pilotprojekt möchte Axpo nicht nur den Studierenden einen Einblick in ihr zukünftiges Berufsleben geben, sondern auch neue Talente für ihre Nuklearabteilung finden.

Der Master-Studiengang Nuclear Engineering – ein gemeinsames Programm der beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen (siehe Kasten Seite 13) – freut sich über ein wachsendes Interesse. Dementsprechend steigt auch die Zahl an Studierenden, die im Rahmen des Studiums nach einem Praktikumsplatz suchen.

Während den Sommermonaten 2023 führte Axpo erstmals ein Pilotprojekt mit zwölf Praktikumsplätzen durch. Denn in der Division Nuklear der Axpo wird damit gerechnet, dass in den nächsten fünf bis zehn Jahren viele Mitarbeitende in Pension gehen. Damit dann keine Lücken entstehen, sucht Axpo bereits jetzt proaktiv nach

neuen Talenten, die sie in Zukunft als Mitarbeitende einstellen können.

Das Pilotprojekt verfolgte klare Ziele. Erstens sollte es dazu dienen, junge Talente zu identifizieren, indem Studierende von der ETHZ und EPFL in grosser Anzahl angezogen wurden. Zweitens wurde den Studierenden Unterstützung angeboten, um ihre Masterstudiengänge erfolgreich abzuschliessen und im Sommer Nukleartechnik-Praktika zu absolvieren. Drittens sollte die Attraktivität der Axpo als Arbeitgeber für Studierende gesteigert werden.



Zwei der zwölf Studierenden hat das Nuklearforum während ihres Praktikums bei Axpo besucht. (Foto: Nuklearforum Schweiz)

Praktikum bietet spannende Einblicke in die Kerntechnik

Das Nuklearforum Schweiz hatte die Möglichkeit, die beiden Studierenden Sofia Portolan und Victor Fournier zu begleiten, die ihr Sommerpraktikum bei Axpo absolviert haben. Auch von Dr. Dionysios Chionis, einem Initiator des Pilotprojekts, sowie Dr. Lukas Robers, einem Praktikumsbetreuer, konnten wir nähere Einzelheiten zu den Praktika erfahren. Die Gespräche und weitere Hintergrundinformationen haben wir in unserem neuen Multimedia-Dossier zusammengestellt.



Die Studierenden haben eine beeindruckende Vielfalt von Projekten durchgeführt, darunter Sicherheitsanalysen, Datenmanagement und sogar Robotikprojekte. Diese Projekte boten den Studierenden die Möglichkeit, an den Standorten der Axpo in Baden sowie in den Kernkraftwerken Beznau und Leibstadt praxisnahe Erfahrungen zu sammeln.

Für Studierende: Nutzen Sie die Gelegenheit, um Ihre Karriere in der Kernenergiebranche zu starten!

Studieren Sie Ingenieur- oder Naturwissenschaften und sind Sie auf der Suche nach einem Praktikum? Auf unserer Praktikumsplattform bieten Axpo und weitere Firmen aus der Kernenergiebranche regelmässig spannende Praktika an. (A.D.)



Die Praktikumsplattform des Nuklearforums und der Kernenergiebranche.

Zukunftsweisende Ausbildung für Kerntechnik-Expertinnen und -Experten

Der Masterstudiengang in Nuclear Engineering an der ETH Zürich und EPF Lausanne in Kooperation mit dem Paul Scherrer Institut (PSI) ist eine faszinierende Möglichkeit, tiefer in die Welt der nuklearen Wissenschaften und Technologien einzutauchen. Dieser Studiengang bietet eine umfassende Ausbildung in verschiedenen Aspekten der Kerntechnik, von der Reaktorphysik über Kerndynamik bis hin zu nuklearen Materialien. Der Lehrplan konzentriert sich auf theoretische Grundlagen sowie praktische Anwendungen, um sicherzustellen, dass die Absolventinnen und Absolventen sowohl eine solide wissenschaftliche Basis als auch praktische Fähigkeiten erwerben. Der Studiengang trägt dazu bei, Fachleute heranzubilden, die eine wichtige Rolle in der Gestaltung der Zukunft der Kernenergie spielen können.



Die beiden Studierenden des Masterstudiengangs Nuclear Engineering, Victor Fournier (Mitte) und Sofia Portolan (rechts), ziehen zusammen mit dem Praktikumsbetreuer Dr. Lukas Robers ein Fazit zu ihrem Praktikum bei Axpo. (Foto: Nuklearforum Schweiz)

Nuclear Silk Road – wie China Kerntechnik entlang der neuen Seidenstrasse exportiert

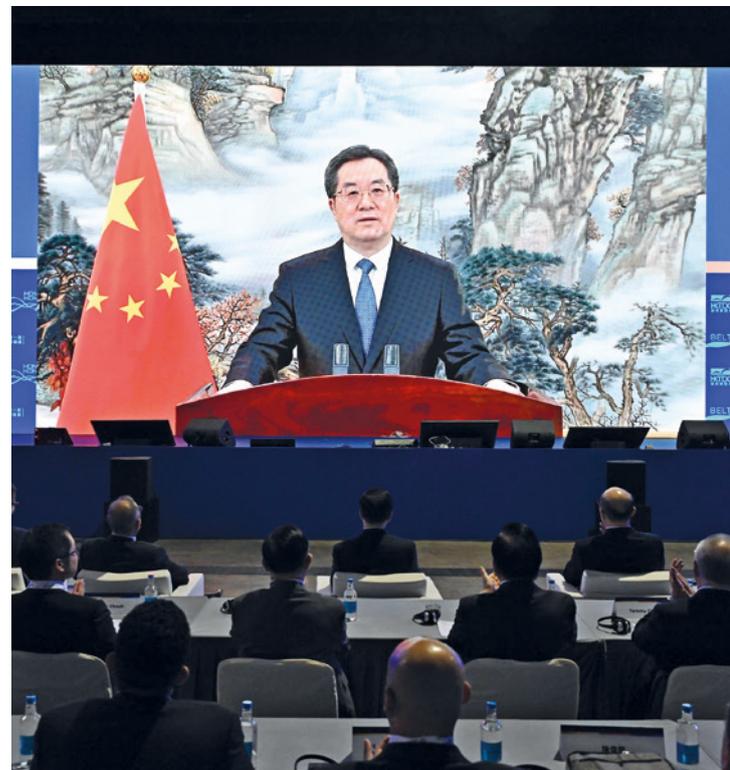
Im Oktober 2023 hat Chinas Staats- und Parteichef Xi Jinping den zehnten Jahrestag der Belt and Road Initiative gefeiert. Diese von China initiierte Strategie zielte ursprünglich darauf ab, Asien über Land- und Seeverbindungen mit Afrika und Europa zu verbinden, um die regionale Integration zu verbessern, den Handel zu steigern und das Wirtschaftswachstum zu fördern. Heute ist sie weit mehr als das. Zeit, einen Blick darauf zu werfen; insbesondere zur wachsenden Rolle der Kernenergie.

Bereits am 7. September 2013 hatte Xi Jinping in einer Rede in der kasachischen Hauptstadt Astana eine neuartige Entwicklungsagenda, die sogenannte «Belt and Road Initiative» – kurz «BRI» vorgestellt. China wolle inskünftig viel stärker umfangreiche Mittel in Infrastrukturprojekte entlang der Seidenstrasse investieren, um diese Länder bei ihrer wirtschaftlichen Entwicklung zu unterstützen. Begrifflich knüpfte Xi dabei an die alte Seidenstrasse an, die Europa seinerzeit über weitverzweigte Karawanerouten mit China verband und in den Büchern des Entdeckers Marco Polo eingehend einem breiten Publikum beschrieben wurde. Die neue Seidenstrasse soll Aufträge für chinesische Firmen sichern und neue Absatzmärkte für chinesische Produkte erschliessen. Als Schlüsselstaaten der neuen Seidenstrasse gelten etwa Kasachstan oder Pakistan.¹

Diese Initiative ist breit aufgestellt: Neben klassischen Infrastrukturprojekten wie Bahnstrecken oder Häfen finden sich seit 2015 auch Projekte der «Digital Silk Road» darunter, wo etwa Kooperationsprojekte im Bereich künstliche Intelligenz oder sogar E-Commerce finanziert werden.² Aktuell fliessen fast zwei Drittel aller für die neue Seidenstrasse aufgewendeten Mittel in Energieprojekte.³ Neben Pipelines und Anlagen im Bereich Gasförderung und -versorgung und der erneuerbaren Energien legt China zunehmend auch den Fokus auf die Kernenergie.

Mit der grünen Seidenstrasse kommt automatisch die Kernenergie

2017 forderte der Generalsekretär der Vereinten Nationen António Guterres in einer Rede am alljährlich vom chinesischen Präsidenten ausgerichteten «Belt and Road Forum», dass die neue Seidenstrasse dringend grüner und in diesem Sinne nachhaltiger werden müsse. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, versch-



Am Belt and Road Summit 2023 hielt der Vizepremier des chinesischen Staatsrats, Ding Xuexiang, per Video die Eröffnungsrede. Am Gipfel liessen die über 6000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Entwicklung der Belt and Road Initiative seit 2013 Revue passieren und blickten auf die Investitions-, Geschäfts- und Handelsmöglichkeiten der nächsten Ära. (Foto: Regierung von Hongkong)

¹ Patrick Bessler (2015). Chinas «neue Seidenstrasse»: Zentralasien im Visier. Konrad Adenauer Stiftung

² Siehe dazu: Joshua Kurlantzick (2020). Assessing China's Digital Silk Road

³ Siehe dazu: The Council of Foreign Relations (2021). China's Belt and Road: Implications for the United States. Independent Task Force Report No. 79, S. 67 ff



Generalsekretär António Guterres spricht auf dem Forum der Belt and Road Initiative zur internationalen Zusammenarbeit.
(Foto: UN Photo / Zhao Yun)

ben sich die Aktivitäten Chinas entlang der Seidenstrasse daraufhin zunehmend Richtung klimafreundlicher Stromerzeugung und damit Kernenergie. Um mögliche Kooperationen im Bereich Kernenergie bekannter zu machen, wurde in Peking im April 2019 ein «International Summit» anlässlich des «China's Nuclear Energy Sustainability Forum» organisiert. Der Präsident der China National Nuclear Corporation (CNNC) Yu Jianfeng betonte dabei in seiner Eröffnungsrede die Wichtigkeit von nuklearen Energiekooperationen im Rahmen der neuen Seidenstrasse.⁴ Die beiden in Pakistan im Jahr 2016 und 2017 in Betrieb gegangenen chinesischen Kernkraftwerkseinheiten Chashma-3 und -4 wurden dabei als Vorzeigeprojekte gelobt.

Vieles bleibt im Dunkeln

Es gilt an dieser Stelle zu erwähnen, dass die chinesischen Behörden nie explizit kommuniziert haben, inwiefern sie Kernenergie konkret als Bestandteil der neuen Seidenstrasse betrachten. Wenn man jedoch die zahlreichen gehaltenen Reden von chinesischen Politikern und veröffentlichten Strategiedokumente analysiert, wird offensichtlich, dass Kernenergie als tragender Pfeiler der Belt and Road Initiative gesehen wird. So hat die Medienstelle des chinesischen Staatsrates im Oktober 2023 ein im Westen wenig beachtetes White Paper zur künftigen Entwicklung der neuen Seidenstrasse veröffentlicht. Kernenergie findet darin prominente Erwähnung im Rahmen der angestrebten Industriekooperationen.⁵ Interes-

⁴ Siehe dazu: Nuclear energy is a key part of China's Belt and Road policy. World Nuclear News, 3. April 2019

⁵ The State Council Information Office of the People's Republic of China (2023). The Belt and Road Initiative: A Key Pillar of the Global Community of Shared Future

sant ist dabei insofern der umfassende Ansatz, mit dem die Fortentwicklung der Kernenergie in den Partnerstaaten verfolgt wird. So hat China ein spezielles Stipendienprogramm ins Leben gerufen (Atomic Energy Scholarship of China), um künftige Nuklearingenieure der Länder, in denen chinesische Kernanlagen geplant werden, auszubilden. Jährlich profitieren über 200 Masterstudenten und Doktoranden von Zuwendungen aus diesem Programm.⁶

Um die Rolle der Kernenergie im Rahmen der neuen Seidenstrasse zu verdeutlichen, wird im Folgenden auf einige konkrete geplante oder sich in Bau oder in Betrieb befindende Anlagen eingegangen, an denen China massgeblich beteiligt ist:

Das Kernkraftwerk Chashma in Pakistan

Am 21. November 2017 unterzeichneten die pakistanische Atomenergiekommission und die CNNC ein Kooperationsabkommen zur Errichtung einer chinesischen HPR1000-Anlage (besser bekannt unter dem Namen Hualong One) am Standort Chashma. Im Juli 2023 starteten die Bauvorbereitungen an der Kernkraftwerkseinheit Chashma-5. Bereits die übrigen früher errichteten Reaktorblöcke in Chashma basieren auf chinesischer Technologie. Mit diesem Projekt sei der Export des neuen Hualong-One-Reaktors, der sonst erst in einigen chinesischen Provinzen in Betrieb ist, geglückt, so CNNC. Das Unternehmen CNNC profitiere insbesondere vom Umstand, dass sie zahlreiche solcher Anlagen in China selber errichtet und dadurch die Anlage, obwohl neu, wesentlich schneller und besser für das Ausland skalieren könne. Damit habe es einen bedeutenden Vorteil gegenüber Konkurrenten aus Europa oder USA, die bei den entsprechenden Ausschreibungen in diesen Ländern schlussendlich auch unterlegen seien.⁷

Das Projekt Igneada in der Türkei

2018 betonte der türkische Aussenminister Mevlut Cavusoglu auf einer Energiekonferenz der «Belt and Road»-Partnerländer, die türkischen Bestrebungen im Energiebereich mit der neuen Seidenstrasse abstimmen zu wollen. Dabei wurde die türkisch-chinesische Zusammenarbeit im Nuklearbereich betont.⁸ Bereits im Oktober 2015 hatte der damalige türkische Energie- und Naturressourcenminister bekannt gegeben, dass man ein drittes Kernkraftwerk in Igneada in Kirklareli bauen möchte. Aktueller Favorit als Reaktorlieferant ist die chinesische State Nuclear Power Technology Corporation, die vier Blöcke vom einheimischen Typ CAP 1400 zum Preis von EUR 20 Mrd. offeriert.⁹ Die definitive Technologiewahl ist noch nicht erfolgt.

Usbekistan: Die chinesischen Ambitionen scheitern an russischen Interessen

Zu guter Letzt soll noch auf ein Beispiel eingegangen werden, bei dem China seine Ambitionen im Rahmen der neuen nuklearen Seidenstrasse nicht verwirklichen konnte. Im Juli 2019 kündigte der usbekische Energieminister Alischer Sultanow den Bau zweier zusätzlicher Reaktoren an, die an den Ufern des Tuzkanses erstellt werden sollen, wo es Platz für insgesamt vier Einheiten gibt.¹⁰ Der chinesische Aussenminister reiste deswegen im Juni 2022 in die usbekische Hauptstadt Taschkent zur Unterzeichnung einer Absichtserklärung zur Nuklearkooperation im zivilen Bereich. China hoffte, in Zentralasien und damit in der Kernregion der neuen Seidenstrasse, neue Reaktoren bauen zu können und die nukleare Seidenstrasse damit wesentlich zu erweitern. Nur einen Monat später schloss Usbekistan aber eine weitreichende Absichtserklärung mit dem russischen Unternehmen Rosenergoatom. Rosenergoatom ist bereits für den Bau der anderen zwei geplanten Reaktor-

⁶ The State Council Information Office of the People's Republic of China (2023). The Belt and Road Initiative: A Key Pillar of the Global Community of Shared Future, S. 16

⁷ Siehe dazu: Boqiang Lin et al. China's Belt & Road Initiative nuclear export: Implications for energy cooperation. In: Energy Policy, Volume 142, July 2020, S. 6 und 7

⁸ Siehe dazu: Gou Yawen (2019). China's nuclear power technology assists Turkey in developing clean energy

⁹ The EurAsian Times, 16. September 2023

¹⁰ Siehe dazu: Novastan, 18. Juli 2019

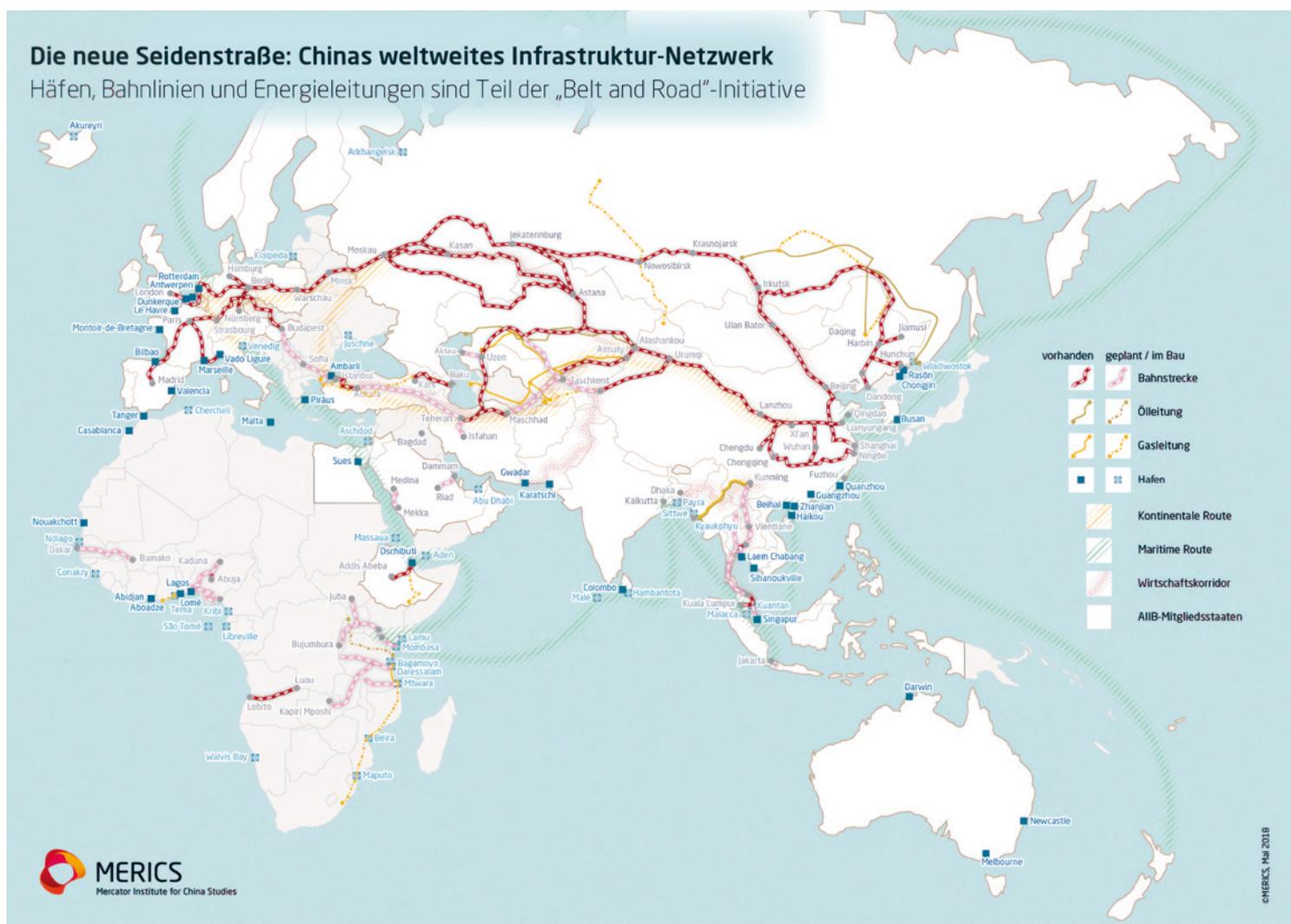
blöcke am Tuzkansee vorgesehen. Welche Faktoren zugunsten russischer Reaktoren ausschlaggebend waren, wurde von usbekischer Seite nie explizit kommuniziert.

mehr Mühe bekundet, seine Interessen im Rahmen der neuen Seidenstrasse durchzusetzen. (L.A.) →

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass China in den Staaten der ehemaligen Sowjetunion

Der Autor bedankt sich bei Henrique Schneider vom Gewerbeverband für die wertvollen Inputs zu diesem Beitrag.

Belt and Road Portal: <https://eng.yidaiyilu.gov.cn>



Kommentar: Die geopolitischen Implikationen der «Nuclear Silk Road» und Chancen für die Schweiz

Diejenigen Länder, die sich für chinesische Reaktoren entscheiden, binden sich auf lange Zeit relativ eng an das Land. Der Export chinesischer Reaktoren trägt ausserdem dazu bei, dass China verglichen mit anderen Ländern inzwischen mit Abstand am meisten Kernreaktoren baut.¹¹ Entsprechend ist damit zu rechnen, dass chinesische Reaktoren auch immer mehr zu einem Standard in den Regelwerken der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) werden. Die nuklearen Exporte entlang der neuen Seidenstrasse werden diese Entwicklung zweifelsfrei beschleunigen.

Für die Schweiz bietet die nukleare Seidenstrasse trotz Neubauverbot Chancen. Auch vor dem Hintergrund des Klimawandels entspricht die nukleare Seidenstrasse den Schweizer Prioritäten in der

Klimapolitik, da die zu wählenden Alternativen in den jeweiligen Ländern mit grosser Sicherheit klimaschädlicher wären. Gerade das chinesische Stipendienprogramm im Bereich Kernenergie bietet für die Schweiz Möglichkeiten zur Zusammenarbeit. Aufbauend darauf, dass die Schweiz exzellente Ausbildungs- und Forschungsstätten im Ingenieurbereich aufweist, wäre eine vertiefte Kooperation unter Umständen sehr gewinnbringend für beide Seiten. Die Schweiz könnte hier relativ einfach einen Beitrag zur Sicherheit der nuklearen Seidenstrasse leisten, wenn junge Ingenieure aus den Seidenstrassen-Staaten an den hiesigen Universitäten in Kerntechnik ausgebildet würden.

Lukas Aebi,
Geschäftsführer des Nuklearforums Schweiz

¹¹ Siehe dazu: Boqiang Lin et al. China's Belt & Road Initiative nuclear export: Implications for energy cooperation. In: Energy Policy, Volume 142, July 2020, S. 4

IEA: «Übergang zu sauberer Energie ist unaufhaltsam»

Eine sich verändernde politische Landschaft schafft Möglichkeiten für ein nukleares Comeback. Daher könnte bis 2050 möglicherweise eine weltweite Reaktorkapazität von weit über 900 GW erreicht werden, was mehr als das Doppelte der 417 GW im Jahr 2022 ist. Zu diesem Schluss kommt die Internationale Energieagentur (IEA) im «World Energy Outlook 2023», die ausserdem von sinkenden Kosten für den Bau neuer Kernkraftwerke ausgeht.

Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) werden die heute stattfindenden grossen Veränderungen bis zum Ende dieses Jahrzehnts zu einem erheblich anderen globalen Energiesystem führen. «Wenn die Länder ihre nationalen Energie- und Klimazusagen rechtzeitig und vollständig einhalten, würde der Fortschritt im Bereich der sauberen Energien noch schneller voranschreiten», heisst es im neuesten «World Energy Outlook» der IEA.

Der Bericht stellt jedoch fest, dass die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen immer noch viel zu hoch ist, um das Ziel des Pariser Abkommens – den Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen auf 1,5 °C zu begrenzen – zu erreichen. «Es bleibt möglich, aber sehr schwierig, die Emissionskurve auf einen mit 1,5 °C konsistenten Pfad zu bringen», so die IEA. «Die Kosten der Untätigkeit könnten enorm sein: Trotz des beeindruckenden Wachstums der sauberen Energien auf der Grundlage der heutigen politischen Rahmenbedingungen wären die globalen Emissionen immer noch hoch genug, um in diesem Jahrhundert einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen von auf etwa 2,4 °C zu verursachen, was deutlich über dem im Pariser Abkommen festgelegten Schwellenwert liegt.»

Die IEA erklärte in ihrem jüngsten «World Energy Outlook», dass sie «eine globale Strategie vorschlägt, um die Welt bis 2030 auf den richtigen Weg zu bringen, die aus fünf zentralen Säulen besteht, die auch die Grundlage für eine erfolgreiche Klimakonferenz COP28 bilden könnten». Diese Säulen sind:

- Verdreifachung der weltweiten Kapazität an erneuerbaren Energien
- Verdopplung der Steigerungsrate bei der Energieeffizienz

- Senkung der Methanemissionen aus dem Betrieb fossiler Brennstoffe um 75%
- Aufbau von innovativen, gross angelegten Finanzierungsmechanismen zur Verdreifachung der Investitionen in saubere Energien in Schwellen- und Entwicklungsländern
- Massnahmen zur Sicherstellung eines geordneten Rückgangs der Nutzung fossiler Brennstoffe, einschliesslich eines Stopps der Neuzulassungen von Kohlekraftwerken ohne Technologie zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung

Laut IEA könnte das Vermächtnis der globalen Energiekrise darin bestehen, «den Anfang vom Ende der Ära der fossilen Brennstoffe einzuläuten». Die Dynamik der Umstellung auf saubere Energien reiche jetzt aus, damit die weltweite Nachfrage nach Kohle, Öl und Erdgas im Stated Policies Szenario (siehe Kasten Seite 20) bereits vor 2030 ihren Höhepunkt erreiche. Der Anteil von Kohle, Erdöl und Erdgas an der weltweiten Energieversorgung, der jahrzehntelang bei etwa 80% lag, sinkt in diesem Szenario bis 2030 auf 73%.

Das Stated Policies Szenario geht von einem Höhepunkt der energiebedingten CO₂-Emissionen Mitte der 2020er-Jahre aus, doch bleiben die Emissionen hoch genug, um die globalen Durchschnittstemperaturen bis zum Jahr 2100 um etwa 2,4 °C zu erhöhen. Die IEA stellte fest, dass sich dieses Ergebnis im Laufe der aufeinanderfolgenden Ausgaben des «World Energy Outlook» verbessert habe, «aber immer noch auf sehr weit verbreitete und schwerwiegende Auswirkungen des Klimawandels hindeutet».

Steigerung der weltweiten Reaktorkapazität

Die Kernenergie ist heute weltweit die zweitgrösste Quelle für emissionsarmen Strom, hinter der Wasser-

kraft, aber weitaus bedeutender als die Wind- oder Sonnenenergie, schreibt die IEA. In den fortgeschrittenen Volkswirtschaften ist die Kernkraft die grösste Quelle für emissionsarmen Strom. Sie habe in den letzten Jahren mit Herausforderungen zu kämpfen gehabt, insbesondere nach dem Reaktorunfall in Fukushima-Daiichi. Aber nun zeichne sich durch eine veränderte politische Landschaft ein Wandel ab. Länder wie Japan, Südkorea und die USA unterstützten die Laufzeitverlängerung bestehender Kernreaktoren, während China, Grossbritannien, Kanada, und mehrere EU-Mitgliedstaaten den Bau neuer Reaktoren vorantrieben.

Die Aussichten für die Kernenergie hätten sich in führenden Märkten verbessert. Die IEA prognostiziert, dass bestenfalls die weltweite Reaktorkapazität bis 2050 auf über 900 GW ansteigen könnte. Dies wäre mehr als das Doppelte der aktuellen Kapazität von 417 GW im Jahr 2022.

Die drei Szenarien des World Energy Outlook 2023

Im «World Energy Outlook» werden drei Szenarien betrachtet, die sich in erster Linie hinsichtlich ihrer Annahmen in Bezug auf die politischen Massnahmen der Regierungen unterscheiden. Das Stated Policies Scenario (Steps) zeichnet einen Entwicklungspfad auf der Grundlage des aktuellen politischen Handlungsrahmens. Das Announced Pledges Scenario (APS) basiert auf der Annahme, dass alle ambitionierten Zielsetzungen der Regierungen – auch ihre langfristigen Klimaneutralitäts- und Energieversorgungssicherheitsziele – komplett und zeitgerecht umgesetzt werden. Das Net Zero Emissions by 2050 (NZE) Szenario skizziert einen Weg, um den mittleren globalen Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen und gleichzeitig den Zugang zu modernen Energiequellen bis zum Jahr 2030 weltweit allgemein verfügbar zu machen.

Der prognostizierte Zuwachs bei der Kernenergie ist aber von den unterschiedlichen Entwicklungen in den drei IEA-Szenarien abhängig: Im Announced Pledges Scenario könnte die globale Kapazität bis 2050 auf 770 GW steigen. Im Szenario Net Zero Emissions by 2050 könnte sie sogar über 900 GW erreichen. Im Stated Policies Scenario wird ein Anstieg auf 620 GW prognostiziert. Leistungsstarke Reaktoren werden auch in Zukunft die dominierende Form der Kernenergie bleiben. Die Entwicklung und das wachsende Interesse an kleinen, modularen Reaktoren (SMRs) eröffnen jedoch langfristig zusätzliches Potenzial.

Der Ausbau der Kernenergiekapazitäten hat laut IEA bereits begonnen. Im Jahr 2022 wurden weltweit 8 GW ans Netz angeschlossen und zwar in China, Finnland, Pakistan, Südkorea und den Vereinigten Arabischen Emiraten. Dies entspricht einem Anstieg von 40% gegenüber dem Vorjahr.

Kapitalkosten

Ein wichtiger Faktor beim Ausbau der Kernenergie sind die Kosten. Der Bericht der IEA zeigt erhebliche Unterschiede bei den Kapitalkosten neuer Kernkraftwerke. In den USA sollen die Kosten von 5000 USD/kW im Jahr 2022 auf 4500 USD/kW im Jahr 2050 sinken. In China wird ein Rückgang der Kosten von 2800 USD/kW auf 2500 USD/kW erwartet. In der EU lagen die Kosten bei 6600 USD/kW im Jahr 2022 und sollen bis 2050 auf 4500 USD/kW sinken.

Die Chancen für ein nukleares Comeback sind gemäss IEA vorhanden. Die politische Landschaft verändere sich und immer mehr Länder würden das Potenzial der Kernenergie für eine nachhaltige Energiezukunft erkennen. Mit weiteren Laufzeitverlängerungen und dem Bau neuer Reaktoren könnte die globale Reaktorkapazität bis 2050 weit über 900 GW erreichen.

Internationale Zusammenarbeit ist entscheidend

«Der Übergang zu sauberer Energie findet weltweit statt und ist nicht aufzuhalten. Die Frage ist nicht «ob», sondern «wie bald» – und je früher, desto besser ist es für uns alle», betonte IEA-Exekutivdirektor Fatih Birol. Er forderte Regierungen, Unternehmen und Investoren auf, sich für die Energiewende einzusetzen, anstatt sie zu be-

hindern. Die Vorteile seien immens: neue industrielle Möglichkeiten und Arbeitsplätze, grössere Energieversorgungssicherheit, sauberere Luft, universeller Energiezugang und ein sichereres Klima für alle. Angesichts der anhaltenden Spannungen und der Volatilität auf den traditionellen Energiemärkten erschienen die Behauptungen, dass Öl und Gas eine sichere Option für die Energie- und Klimazukunft der Welt darstellten, haltloser denn je zuvor, ergänzte er.

«Jedes Land muss seinen eigenen Weg finden, aber die internationale Zusammenarbeit ist entscheidend, um den Übergang zu sauberen Energien zu beschleunigen. Insbesondere wird die Geschwindigkeit, mit der die Emissionen zurückgehen, zu einem grossen Teil von unserer Fähigkeit abhängen, nachhaltige Lösungen zu finanzieren, um den steigenden Energiebedarf der schnell wachsenden Volkswirtschaften der Welt zu decken», so Birol. All dies zeige, wie wichtig es sei, die Zusammenarbeit zu intensivieren und nicht davon ab-

zurücken. (S.D. und M.A. nach NucNet und WNN, 24. Oktober 2023 sowie IEA, Medienmitteilung und «World Energy Outlook 2023», 24. Oktober 2023)

Der «World Energy Outlook» der IEA

Der erste «World Energy Outlook» wurde 1977 veröffentlicht, seit 1998 erscheint er jährlich. Auf der Grundlage objektiver Daten und sachlicher Analysen liefern ihre verschiedenen Szenarien essenzielle Erkenntnisse zu Angebot und Nachfrage auf den globalen Energiemärkten sowie zu den Auswirkungen auf die Energieversorgungssicherheit, die Klimaziele und die wirtschaftliche Entwicklung.



IEA-Exekutivdirektor Fatih Birol (zweiter von rechts) stellt den neuesten «World Energy Outlook» vor zusammen mit (von links) den Hauptautoren Tim Gould und Laura Cozzi sowie Jethro Mullens, dem Leiter der Kommunikationsabteilung der IEA. (Foto: Screenshot aus YouTube-Präsentation)

Illusionen



Rainer Meier

Senior Advisor in den
Bereichen Reputation und
Krisenkommunikation

Was die Fasnacht für uns brave Menschen ist, sind die Wahlen für die Politik. Der Wahlkampf treibt farbige Blüten. Kandidaten verkleiden sich als Volkshelden und Parteien liefern sich Schaukämpfe zu allerlei schrägen Themen. Schliesslich als Krönung das grosse Finale, der Polit-Fasnachtssonntag sozusagen, wie zuletzt am 22. Oktober 2023, dem Wahntag für National- und Ständerat.

Wir geniessen Jux und Tollerei, es wird gepoltert und gefeiert, sich aufgeplustert und geblufft, in Masken und Kostümen. Aber wir alle wissen, die Fasnacht hat nichts mit dem Alltag zu tun, der nach dem Aschermittwoch wieder einkehrt. Ganz ähnlich in der Politik. Was wurde da während des Wahlkampfes nicht alles behauptet und versprochen, Schauermärchen, Horrorgeschichten und Heile-Welt-Sagas, eine wahre Freude.

Ein paar Wochen nach dem Wahlsonntag kratzen wir uns am Kopf und fragen uns: War da was?

Antwort: Nein, es ist alles *wie gäng*. Ein paar Rechte mehr, ein paar Grüne weniger, aber die Schweizer Politik geht unbeirrt ihren Weg, austariert, etwas schwerfällig, aber dafür auch gefeit vor allerlei Bocksprüngen.

«Wenn die SVP gewinnt, dann ändert sich unsere Energiepolitik!», habe ich vor den Wahlen oft gehört. «Wenn der Röstli das Uvek bekommt, bauen wir wieder AKW» vor den letzten Bundesratswahlen. Die Erwartung, dass die Schweizer Politik sich mit der parteipolitischen Couleur der verantwortlichen Bundesräte oder des Parlaments ändere, ist weit verbreitet und hält sich hartnäckig ... aber sie ist kreuzfalsch, und das lässt sich gerade in der Energiepolitik historisch belegen.

Es war mit Willy Spühler ein SP-Bundesrat, der die Energiebranche in den 60er-Jahren zum Bau von AKW drängte und damit die nukleare Energie-Epoche einleitete. Und es war mit Moritz Leuenberger ein SP-Bundesrat, der mit zwei neuen AKW 2009 die nächste nukleare Epoche starten wollte, ehe die Pläne nach Fukushima von der CVP-Bundesrätin Doris Leuthard aka «Atom-Doris» (sie war zuvor Verwaltungsrätin bei der an AKW beteiligten Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg, EGL) beerdigt wurden.

Die Vorstellung, dass die paar zusätzlichen SVP-Sitze nach den Wahlen 2023 die Schweizer Energiepolitik auf den Kopf stellen würden, schminken wir uns also ab, wie die fastnächtliche Farbe im Gesicht. Es war nur eine Illusion, der Alltag sieht ganz anders aus.

Weil eben weder einzelne Bundesräte noch einzelne Parteien die Macht haben, ihren eigenen Weg zu gehen. Sie sind eingebunden. Eine grosse Stärke der Schweizer Politik: Das stete Ringen um Konkordanz, um tragfähige Kompromisse, um Lösungen, die alle nicht wirklich gut, aber doch noch ertragbar finden, hat uns vor manchem Blödsinn bewahrt.

Diese Stärke kann aber auch eine Schwäche sein. Dann nämlich, wenn wir – gedrängt durch externe Einflüsse

und ein einmaliges Momentum – glauben, wir müssten jetzt aber wirklich einen grossen Wurf machen und wir holen aus und wir werfen ... und merken nicht, dass der Wurf als Bumerang zurückkommt.

Auch in solchen Fällen entwickeln wir eine bemerkenswerte politische Hartnäckigkeit, geradezu eine Aversion gegen eine Umkehr, auch wenn die fundamentalen Fakten uns klar zeigen, dass wir auf dem falschen Weg sind. Neben der inhärenten Schwerfälligkeit und Beschaulichkeit unseres politischen Systems kommt hier noch eine höchst menschliche Komponente hinzu. Für Politikerinnen und Politiker ist der Satz: «Es könnte sein, dass ich mich geirrt habe», der schwerste überhaupt.

Was fallen uns da für Beispiele ein? Nehmen wir mal ... ah ja, die Energiestrategie 2050. Ein wunderbarer grosser Wurf! Geboren aus einem starken Momentum, daher auch der ursprüngliche Fokus auf «Atomausstieg», bediente sie 2011 ein politisch und gesellschaftlich breit akzeptiertes Narrativ: Die Versorgung der Schweiz ausschliesslich mit erneuerbaren Energien sicherzustellen. Wer heute die ursprünglichen Pläne aus dem Uvek nachliest, spürt diesen Unternehmergeist, diese Aufbruchstimmung, ja fast Euphorie. «Wir schaffen das!»

Die Realität holte den grossen Wurf schrittweise ein. Erst kam der Klimaschutz, der zum Energie-Ziel Nummer 1 wurde. Weil nukleare Kraftwerke klimafreundlich sind, machte der Atomausstieg aus Klima-Sicht keinen Sinn mehr, im Gegenteil. Ein bis heute nicht aufgelöster Antagonismus der Ziele.

Dann liessen uns die Erneuerbaren im Stich. Die Geothermie hat seit 2006 keinen Meter gut gemacht, Hydro ist ausgebaut, Biomasse bleibt beschränkt, grossflächige Solar- und Windanlagen ... quasi ein Komplettausfall. Und dann warf die Strompreis-Krise plötzlich auch einen Scheinwerfer auf die enormen Zusatzkosten, die wir uns mit der Energiestrategie 2050 aufgehast haben.

Die EU liess eine weitere Illusion platzen, jene, auf die Bundesrätin Leuthard gesetzt hatte. Einer ihrer Spezialisten hat mir mal gesagt: «Eigentlich muss die Schweiz gar nichts tun. Im Norden und Westen haben wir die

grössten Volkswirtschaften Europas. Da fallen für uns immer Brosamen ab.» Mit Brosamen meinte er Stromimporte, die wir jederzeit tätigen könnten. Heute wissen wir: Importe sind politisch und technisch keine verlässliche Option für die Schweiz.

So richtig um die Ohren ist uns der Spar-Bumerang geflogen. Statt dass wir den Verbrauch bis 2050 wie geplant stark senken können, steigern ihn neue elektrische Lösungen bei Mobilität und Wärme massiv. Hinzu kommt der Bevölkerungsanstieg in der Schweiz. Die Erkenntnis wächst auch bei den eifrigsten Jüngern der Energiewende: Strom ist die Schlüsselenergie, Effizienz ist zentral ... aber Gesellschaft und Wirtschaft werden viel mehr Strom brauchen, mehr noch als heute angenommen. AKW wegsparen ... auch so eine geplatzte Illusion.

Schliesslich zeigte uns der Kriegsherr Putin auf, dass die Versorgungssicherheit schneller zum Problem werden kann als gedacht. Wir sollen jetzt fossile Kraftwerke bauen, um dem vorzubeugen. Aber da platzt schon die nächste Illusion: Keiner will die Gaskraftwerke. Die Energie-Unternehmen drehen sich weg.

Statt – nachdem fast alle Annahmen der Energiestrategie 2050 gescheitert sind – einen Plan B zu entwickeln, macht die Politik das Gegenteil: *More of the same*. Mit dem Mantelerlass werden jetzt grossflächige Solaranlagen und in den Bergen Wind und Alpin-Solar als Winterproduktion subventioniert.

Doch hoppla. So gross die Würfe von Gondo und Grengiols waren, so schnell wurden sie zurechtgestutzt. Schon bevor ein Bagger auffährt, fallen die Dimensionen in sich zusammen. *Too little, too late* ... bis 2050 sind es noch gut 25 Jahre, und das ist in der Stromversorgung übermorgen.

Fast schon lustig, wenn es nicht so ernst wäre, ist die geplatze Illusion der «grünen Energiewende». Es geht eine Kluft auf zwischen grünen Naturschützern und grünen Energieplanern, die grösste Opposition gegen alles Grossflächige erwächst der Energiestrategie 2050 aus den eigenen Reihen. Mehr Bumerang geht nicht. →

Sogar der «Solarboom» auf den Hausdächern droht zum Böömchen zu werden. Fachkräfte wie Solarmonteure fehlen. Axpo will jetzt statt 150 neu 600 Lehrlinge ausbilden. Nur: Schon die heutigen 150 Stellen lassen sich kaum besetzen.

Illusionen über Illusionen. Ich leiste mir übrigens auch eine, und ich hoffe, sie wird dann einmal zur Perspektive: Unsere Jugend wird genug haben von der Dauer-Fasnacht und sehr viel unverkrampfter und pragmatischer an die verschiedenen Technologien herangehen und so Lösungen finden.

Deshalb habe ich im Oktober 2023 fast nur junge Politikerinnen und Politiker gewählt. Ich werde es 2027 wieder tun.

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

Rainer Meier (64) war von 2006 bis 2021 Kommunikationsleiter der Axpo. Heute ist er als Senior Advisor für verschiedene Unternehmen in den Bereichen Reputation und Krisenkommunikation tätig.

Schweiz

Die Schweiz wird gemäss einem Überprüfungsbericht der **Internationalen Energieagentur** (IEA) mit den aktuellen politischen Massnahmen das Emissionsreduktionsziel für 2030 nicht erreichen.



Gemäss IEA ist ein Langzeitbetrieb der Kernkraftwerke eine kosteneffiziente Lösung, um – gemeinsam mit den variablen Erneuerbaren – das Schweizer Netto-Null-Ziel bis 2050 zu erreichen.

(Foto: Patrick Federi via Unsplash)

Die nukleare Sicherung in der Schweiz ist breit abgestützt. Zu diesem Schluss kommt ein Team der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) nach Abschluss einer zweiwöchigen Mission des **International Physical Protection Advisory Service** (IPPAS).

Der Schweizer **Think Tank Avenir Suisse** regt in seiner neuen Studie «Debatte – Energiepolitik unter Strom» einen langfristigen Betrieb der beiden Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt an. Gleichzeitig schlägt er die Überprüfung der Schweizer Kernenergiepolitik vor.

Axpo bietet mit dem online veröffentlichten «Power Switcher» ein innovatives Instrument, um den Strommix der Zukunft unter Berücksichtigung von Abhängigkeiten und Kosten zu modellieren.

Für die Volksinitiative «**Jederzeit Strom für alle (Black-out stoppen)**» sind bereits 120'000 Unterschriften zusammengekommen. Die Sammelfrist läuft noch bis am 1. März 2024.

Der **TCV** (Tokamak à configuration variable) auf dem Campus der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) feiert am 21. September 2023 seinen 30. Geburtstag. Er wird im Rahmen von EUROfusion und für nationale Wissenschaftsprogramme betrieben.

Der Ensi-Direktor **Marc Kenzelmann** wird zum neuen Präsidenten der Commission on Safety Standards (CSS) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) ernannt. Seine Amtszeit läuft von 2024 bis 2027.



Beim Treffen mit dem Generaldirektor der IAEO, Rafael Mariano Grossi (rechts), wurde der Schweizer Marc Kenzelmann zum neuen Präsidenten der Commission on Safety Standards (CSS) der IAEO ernannt.

(Foto: Dean Calma / IAEO)

Das Kernforschungsinstitut **Cern** in Genf eröffnet unter Anwesenheit von Bundespräsident Alain Berset ein neues Besucherzentrum – das «Science Gateway».



Das neue Besucherzentrum des Cern wurde vom international renommierten Architekten Renzo Piano entworfen und durch Spenden finanziert. Es erinnert in seiner Form an den 27 Kilometer langen ringförmigen Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider. (Foto: Cern)

International

Die Europäische Kommission kündigt die Gründung einer Industriallianz für kleine, modulare Reaktoren (SMRs) an. Die **EU-SMR-Industriallianz** wird sich darauf konzentrieren, den Einsatz dieser Technologien zu beschleunigen und eine starke EU-Lieferkette, einschliesslich qualifizierter Arbeitskräfte, sicherzustellen.



In der EU gebe es ein erneutes Interesse an der Kernenergie und an ihrem Potenzial, sagte die EU-Kommissarin Kadri Simson (zweite von links) bei der Ankündigung der SMR-Industriallianz.
(Foto: X-Konto von Kadri Simson / EU-Kommission)

Die **schwedische Regierung** lanciert eine Untersuchung über die künftige Rolle der Kernenergie. Im Rahmen dieser Untersuchung sollen Optionen zur Straffung und Beschleunigung der Genehmigungsverfahren geprüft werden.

Die **tschechische Regierung** genehmigt eine Roadmap, die einen Überblick über mögliche Standorte und Investitionsmodelle für den Bau von SMRs im Land gibt. Die Roadmap enthält auch Informationen zu den verschiedenen SMR-Auslegungen.

Bulgarien ist bereit, mit dem Bau von zwei neuen Blöcken des Typs AP1000 am Standort Kosloduj zu beginnen, wobei die Fertigstellung des ersten Blocks für 2033 geplant ist. Dies teilt der bulgarische Premierminister Nikolai Denkow am 25. Oktober 2023 vor Journalisten mit.

Für die geplante Kernkraftwerkseinheit am Standort Dukovany in der **Tschechischen Republik** erhält die ČEZ-Gruppe drei endgültige Angebote, die nun evaluiert werden.

Bayern will die Fusionsforschung intensivieren mit dem Ziel, eine neue Energiequelle zu erschliessen, die allzeit verfügbar, weitgehend unabhängig vom Zugang zu Rohstoffen und CO₂-neutral ist.



Pressekonferenz zur Vorstellung des «Masterplans zur Förderung der Kernfusion und neuartiger Kerntechnologien».
(Foto: MPI für Plasmaphysik, Axel Griesch)

An der Konferenz **«Roadmaps to New Nuclear»** in Paris diskutieren Vertreter von 20 OECD-Ländern und der Nuklearindustrie zwei Tage lang über den Bau neuer Kernkraftwerke und welche Voraussetzungen es brauche, damit die Kernenergie ihre Schlüsselrolle bestmöglich wahrnehmen könne.

Die Projektgesellschaft **Nuclear Power Ghana** (NPG) bezeichnet Nsuban und Obotan als zwei mögliche Standorte für das erste Kernkraftwerk des Landes. Beide Standorte liegen am Golf von Guinea im Süden des Landes.

Die Projektfirma **Norsk Kjernekraft** reicht beim norwegischen Ministerium für Erdöl und Energie (OED) einen Vorschlag für ein Untersuchungsprogramm für ein Kraftwerk bestehend aus mehreren kleinen, modularen Reaktoren ein.

Das führende italienische Energieunternehmen **Edison** will zwischen 2030 und 2040 zwei Kernkraftwerke auf der Grundlage der kleinen, modularen Reaktortechnologie von Électricité de France (EDF) errichten, falls die Voraussetzungen für die Rückkehr der Kernenergie nach Italien geschaffen werden.

Der erste von zwei RITM-200-Reaktoren des **Atomeisbrechers Tschukotka** kommt in der Ostseewerft Baltiski Sawod in Sankt Petersburg an.



Der erste von zwei RITM-200-Reaktoren des Atomeisbrechers Tschukotka wird an die Ostseewerft Baltiski Sawod in Sankt Petersburg geliefert. (Foto: Baltiski Sawod)

Die japanische Nuclear Regulation Authority (NRA) erteilt dem Energieversorger Kyushu Electric Power Co. die Genehmigung zur Laufzeitverlängerung der Blöcke 1 und 2 des Kernkraftwerks **Sendai** um 20 Jahre.

Die französische Électricité de France (EDF) erteilt dem Bauunternehmen Eiffage einen Auftrag zum Bau der **zwei EPR2-Einheiten** am Standort **Penly**. Erste Vorarbeiten am Standort sollen bereits im Sommer 2024 beginnen.

Der erste Beton für die Kernkraftwerkseinheit **Lianjiang-1** in der chinesischen Provinz Guangdong wird erfolgreich gegossen.

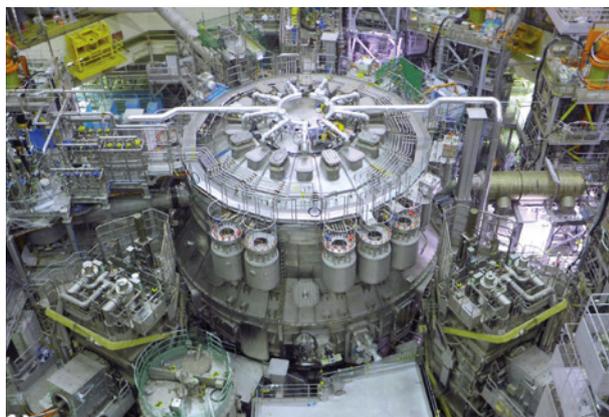
Auch die Kernkraftwerkseinheit **Xudabao-1** in der Provinz Liaoning im Nordosten Chinas ist laut der China National Nuclear Corporation (CNNC) offiziell in Bau.



Am 15. November 2023 findet am Standort Xudabao in der Nähe der Stadt Xingcheng eine Zeremonie statt, um den offiziellen Baubeginn von Block 1 zu feiern. (Foto: CNNC)

Am 1. November 2023 nimmt der **Block 2** des weissrussischen Kernkraftwerks **Belarus** den kommerziellen Betrieb auf.

Am 23. Oktober 2023 erzeugt der **JT-60SA** zum ersten Mal ein Plasma, was ihn zum bisher grössten einsatzfähigen supraleitenden Tokamak der Welt macht. →



Ansicht des Tokamaks JT-60SA, der aus der Zusammenarbeit zwischen Europa und Japan im Rahmen des Abkommens «Broader Approach» hervorgegangen ist. Die Anlage befindet sich am Sitz der National Institutes for Quantum Science and Technology (QST) im japanischen Naka. (Foto: Fusion for Energy / QST)

Laut der Kernkraftwerksbetreiberin Slovenské elektrárne nimmt **Mochovce-3** in der Slowakei den kommerziellen Betrieb auf. Mochovce-3 ist vom russischen Typ WWER-440/V213, der modernisiert wurde.

Die lokale Behörde der Woiwodschaft Pommern in **Nordpolen** erteilt der Nuklearprojektgesellschaft PEJ den Standortentscheid für den Bau des ersten Kernkraftwerks des Landes.

Der erstmals erschienene Bericht **«World Fusion Outlook»** der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) soll zu einer globalen Referenz für Energieforschung und -entwicklung sowie für die zukünftige Nutzung der Kernfusion als Quelle für unbegrenzte, kohlenstoffarme Energie werden.



Rafael Mariano Grossi, IAEA-Generaldirektor, wirft einen Blick in den neuen «World Fusion Outlook», der Informationen und Updates zur Fusionstechnologie liefert. (Foto: Dean Calma / IAEA)

In Granada, Spanien, beginnt der Bau einer **Neutronenbestrahlungsanlage** zur Untersuchung und Qualifizierung von Materialien. Der Bau wird voraussichtlich zehn Jahre dauern.

Der finnische Energieversorger **Helen** und das Spin-off **Steady Energy** – der Entwickler des kleinen, modularen Reaktors LDR-50 – unterzeichnen eine Absichtserklärung, welche die Investition in ein kleines Kernkraftwerk zur Wärmeerzeugung ermöglichen soll.

Der amerikanische Stahlhersteller Nucor tut sich mit dem Nuklearunternehmen Helion zusammen, um ein **500-MW-Fusionskraftwerk** zu entwickeln.



Das neue Fusionsprojekt soll sauberen Grundlaststrom direkt an ein Stahlwerk von Nucor liefern. (Foto: Nucor)

Die amerikanische **Westinghouse Electric** eröffnet in Pittsburgh (Pennsylvania) den eVinci Microreactor Accelerator Hub. Der Gebäudekomplex soll der zukünftige Dreh- und Angelpunkt für die Fertigung und weitere Aktivitäten rund um den Mikroreaktor sein.



Computergenerierte Innenansicht des neuen Geschäfts- und Fertigungszentrums für den eVinci-Mikroreaktor in Pittsburgh. (Foto: Westinghouse)

Die **amerikanische Regierung** spricht USD 7 Mrd. an Bundesmitteln, um sieben regionale Zentren für sauberen Wasserstoff im ganzen Land einzurichten und die kommerzielle Einführung von kostengünstigem, sauberem Wasserstoff zu beschleunigen. Zwei Zentren werden Wasserstoff aus Kernkraftwerken erzeugen. (M.A.)

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

Schluss mit den Glaubensfragen!



Alexander Keberle

Mitglied der Geschäftsleitung
von Economiesuisse und
Bereichsleiter Infrastruktur,
Energie und Umwelt

Eine Studie der ETH Zürich im Auftrag von Economiesuisse zeigt: Die Kernenergie macht die Schweizer Stromversorgung günstiger und sicherer. Nicht anstatt den Erneuerbaren, sondern gemeinsam mit ihnen. So geht pragmatischer, undogmatischer Klimaschutz.

In der Landwirtschaft wächst die Monokultur nicht nachhaltig, ein Aktienportfolio setzt besser nicht auf Klumpenrisiken und auch im Casino würden wir alle wahrscheinlich unser Budget nicht gleich am Anfang auf Rot oder Schwarz setzen. Diversifikation heisst das Zauberwort, um sich in allen Lebenslagen die Resilienz zu erhöhen und sich bestmöglich gegen Unvorhergesehenes abzusichern.

Man könnte meinen, dass dieses einfache Prinzip auch für die Energieversorgung gelten muss. Doch in der politischen Debatte wird die Versorgung der Zukunft leider selten als Entscheidung unter Unsicherheit gesehen, sondern als reine Glaubensfrage: Photovoltaik kann aus technischer Sicht die Versorgungssicherheit gewährleisten, also müssen wir voll auf diese Karte setzen. Und wenn es in der Praxis anders kommt, hat man einfach zu wenig daran geglaubt.

Den meisten dürfte derweil klar sein: Nur ein breiter Mix von klimaneutraler Energie bringt uns vorwärts – «viel von allem» eben. Der Mantelerlass zum Energie- und Stromversorgungsgesetz folgt diesem Grundsatz zwar teilweise. Er weitet den Fächer bei der Förderung auf alle neuen Erneuerbaren aus, nicht mehr nur Photovoltaik. Dennoch ist er nicht konsequent technologieneutral. Die

Kernenergie bleibt in den Diskussionen weiterhin aussen vor – obwohl sie immer noch rund einen Drittel unseres Stroms produziert.

Um eine faktenbasierte Auseinandersetzung mit allen Technologien zu fördern, hat Economiesuisse eine Studie beim Energy Science Center der ETH Zürich in Auftrag gegeben. Der Auftrag: Eine Modellrechnung zu den Auswirkungen des Mantelerlasses und für den Weiterbetrieb der Kernenergie. Neben einem Referenzszenario (Mantelerlass und aktuell gesicherte KKW-Laufzeiten) betrachten zwei Szenarien die Auswirkungen verlängerter Laufzeiten: «KKW60» nimmt eine Laufzeit von 60 Jahren für alle verbleibenden Anlagen an. «KKW6580» geht von einer Betriebszeit von 65 Jahren für Beznau und jeweils 80 Jahren für Gösgen und Leibstadt aus. Ebenso untersucht die Studie die Perspektive eines neuen KKW ab 2040 im Szenario «KKW60+». Sensitivitäten zeigen in jedem Szenario die Auswirkungen verschiedener ausländischer Erzeugungsmixe und beschränkter Importkapazitäten auf.

Die Studie kommt zu fünf Hauptbefunden:

1. Der Mantelerlass ist für die Versorgungssicherheit «notwendig aber nicht hinreichend». Im Referenzszenario werden die Ausbauziele für Erneuerbare bis

- 2035 klar verfehlt (25 statt 35 TWh) und bis 2050 knapp (43 statt 45 TWh). Der Importbedarf im Winterhalbjahr wächst zeitweise auf bis zu 10 TWh an.
2. Je länger die Laufzeiten der bestehenden KKW, desto günstiger und sicherer wird es. Im Szenario «KKW6580» liegen die Systemkosten abzüglich der Investitionen in die Laufzeitverlängerung rund CHF 10 Mrd. tiefer als im Referenzszenario «Mantelerlass». Der Importbedarf im Winter kann fast auf null reduziert werden. Die Systemkosten beziehen sich nur auf die Erzeugung und blenden Netzkosten jeweils aus.
 3. Auch ein neues KKW ab 2040 eröffnet interessante Perspektiven. Zwar ist die Systemkosteneinsparung abzüglich Investitionskosten negativ. Da das Modell aber nur bis 2050 reicht, werden weder die Kosten noch der Nutzen über die gesamte Lebensdauer abdiskontiert und adäquat abgebildet. Das Modell rechnet im Prinzip die vollen Investitionskosten an, geht aber nur von einer zehnjährigen Nutzung aus. Die Analyse gerät hier also an ihre Grenzen.
 4. Für Versorgungssicherheit kommen wir nicht um Grossanlagen mit einem Mindestmass an Winterproduktion herum. Ein schnelleres Auslaufen der Kernenergie erhöht den Druck zum Bau von alpinen Solaranlagen oder Gaskraftwerken. Die KKW stehen somit auch nicht in Konkurrenz zu Erneuerbaren – in keinem Szenario bremst die Kernenergie den Ausbau der Photovoltaik aus – sondern positionieren sich neu. Produzieren vornehmlich dann, wenn erneuerbare Energie nicht ausreichend vorhanden ist. Dadurch entsteht eine Symbiose zwischen KKW und Erneuerbaren.
 5. Die Schweiz braucht ein Stromabkommen. Die Sensitivitäten bilden die «70%-Regel» ab, die ab 2025 für das europäische Übertragungsnetz gilt. Sämtliche Szenarien zeigen unter eingeschränktem Stromhandel stark steigende Systemkosten auf. Unabhängig von KKW-Laufzeiten und inländischem Strommix liegen die Mehrkosten im Bereich von CHF 50 Mrd. oder 150% der regulären Systemkosten.

Alexander Keberle ist seit April 2022 Mitglied der Geschäftsleitung bei Economiesuisse und leitet die Bereiche Infrastruktur, Energie und Umwelt und WWA «Wirtschaft. Wir alle.». In dieser Funktion ist er unter anderem Vize-Präsident des Vereins Go for Impact, Vice Chair in einem Business and Industry Advisory Committee (BIAC) der OECD und in zahlreichen Beiräten. Daneben ist er als Verwaltungsratspräsident eines KMU im Gesundheitsbereich aktiv. Vor Economiesuisse war Keberle als Associate Partner bei McKinsey & Company tätig. Alexander Keberle verfügt über einen Master in Law und Economics der Universität St. Gallen und einen Master in Public Policy der Universität Oxford, Blavatnik School of Government.

Die meisten dieser Befunde sind nicht neu. Sie sind sogar ziemlich intuitiv und unspektakulär. Dennoch ist es wichtig, sie schwarz auf weiss und wissenschaftlich erhärtet zu sehen. Es ist eine Bestätigung, dass es für die klimaneutrale Versorgungssicherheit keine dogmatische «Silver Bullet» gibt und wir alle Register ziehen müssen. So kann die Studie hoffentlich dazu beitragen, dass auf der nächsten Etappe der energiepolitischen Diskussion der Pragmatismus zurückkehrt und die lästigen Glaubensfragen einen tieferen Stellenwert einnehmen.

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

Zurück zur alten Leier

Die Schweizerische Energiestiftung (SES) gab uns in jüngerer Vergangenheit weniger Anlass zum Kopfschütteln als auch schon – bis am 2. November 2023. Dann war nämlich auf dem X-Profil (Twitter) der SES folgendes zu lesen: «#Atomenergie ist eine von zahlreichen Gefährdungen und strikter Geheimhaltung betroffene, intransparente und undemokratische Hochrisikotechnologie: Zeit für bessere Lösungen – Zeit für den #Atomausstieg!». Dazu war ein Artikel vom «Blick» zur Ernstfall-Übung der Kantonspolizei Aargau und der Armee beim Kernkraftwerk Beznau verlinkt, demzufolge Besucher und Medien keinen Zutritt zum Übungsgelände hatten. So viel Übertreibung und Plattitüden waren wir uns von der SES wie erwähnt schon fast nicht mehr gewohnt. Von daher entstand der Post vielleicht aus Trotz – im Sinn von: «Das muss mal wieder gesagt werden!».

Auch die seither auf X abgesonderten Äusserungen der SES zeigen altbackene Muster. Da werden unter anderem aus dem Zusammenhang gerissene Ensi-Zitate als Argument für den Atomausstieg herangezogen oder das «krachende Aus» eines einzelnen SMR-Projektes als Scheitern der «AKW-Renaissance» gefeiert. Mit Verweis auf einen Bericht des durchaus technologieneutralen bri-

tischen Portals «Carbon Brief» freute sich die SES über folgenden Umstand: «In China, dem Staat mit dem grössten #AKW-Bauprogramm der Welt, wird – bezogen auf die Produktionsmenge – 2023 voraussichtlich 12-mal mehr #Solar-Strom und 6-mal mehr #Wind-Strom zugebaut als #Atom-Strom» (siehe Screenshot). An dieser Stelle könnten wir hämisch das im Bild verdeutlichte Verhältnis von installierter Leistung zum tatsächlich produzierten Strom hervorheben. Wir könnten darauf hinweisen, dass im zitierten Bericht die Kernenergie explizit auch als «clean energy» aufgeführt ist. Oder wir könnten die SES daran erinnern, dass laut dem Bericht in China aktuell Kohlekraftwerke mit einer Gesamtkapazität von gut 130 GW gebaut werden und fast gleich viele weitere bereits bewilligt wurden. Aber das ist alles nicht zielführend. Vielmehr möchten wir einmal mehr Hand bieten für das Miteinander statt Gegeneinander. Wir wiederholen uns: Wie viel sinnvoller als verbohrte Grabenkämpfe wäre es doch, wenn Erneuerbare und Kernenergie zusammenspannen und gemeinsam fossile Kraftwerke ersetzen würden? Ständig nur auf Teufel komm raus AKW bekämpfen ist nicht Energie stiftend – das muss mal wieder gesagt werden! (M.R. nach X, 15. November 2023)

| Expected capacity additions in 2023 and added annual generation | | | |
|---|-----|---------------------|-----|
| Source | GW | Average utilisation | TWh |
| Solar | 210 | 13.6% | 251 |
| Wind | 65 | 23.0% | 130 |
| Nuclear | 3 | 83.4% | 21 |
| Hydro | 7 | 36.7% | 21 |
| Total | 284 | 17.0% | 423 |

Im Gegensatz zur Energiestiftung freuen wir uns über alle CO₂-armen Arten der Stromproduktion. (Foto: X-Post von der SES vom 14. November 2023)

Generalversammlung des Nuklearforums Schweiz

Mittwoch, 22. Mai 2024 im Trafo in Baden

Weiterbildungskurs des Nuklearforums Schweiz

Donnerstag, 28. November 2024 im Trafo in Baden



Foto: Nuklearforum Schweiz

Nuklearforum auf Facebook

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

www.facebook.com/NuklearforumSchweiz



Foto: Nuklearforum Schweiz

Neue Folge des Podcasts «NucTalk»

In der neusten Folge des NucTalk-Podcasts reden wir mit Patrick Steinegger vom PSI und Christian Theiler von der EPFL über Nuklearforschung in der Schweiz, ihren Nutzen und ihre Bedeutung für die Kernenergie.

www.nuklearforum.ch/de/podcasts

39th Short Course on Multiphase Flows

Vom 12. bis 16. Februar 2024 finden an der ETH Zürich wiederum Kurse zum Thema «Modelling and Computation of Multiphase Flows» statt. Die Kurse bieten umfassende, aufeinander abgestimmte Vorlesungen. Sie richten sich an praktizierende Ingenieure, wie auch an Wissenschaftler, die einen konzentrierten und kritischen Einblick in das aktuelle Grundlagenwissen der Mehrphasenströmung, der Modellbildung und der angewandten numerischen Techniken erhalten möchten.

<https://ns-ecmf.ethz.ch/education/short-course-mpf.html>

SGK-Apéro-Daten 2024

Der SGK-Apéro der «Wissen»-schaf(f)t! findet jeweils am **Donnerstag** der folgenden Daten statt: **25. Januar, 7. März, 4. Juli, 5. September und 14. November.**

www.kernfachleute.ch



Foto: SGK / Max Brugger

Impressum

Redaktion:

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

Herausgeber:

Hans-Ulrich Bigler, Präsident
Lukas Aebi, Geschäftsführer

Nuklearforum Schweiz
Frohburgstrasse 20
4600 Olten

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

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

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

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

