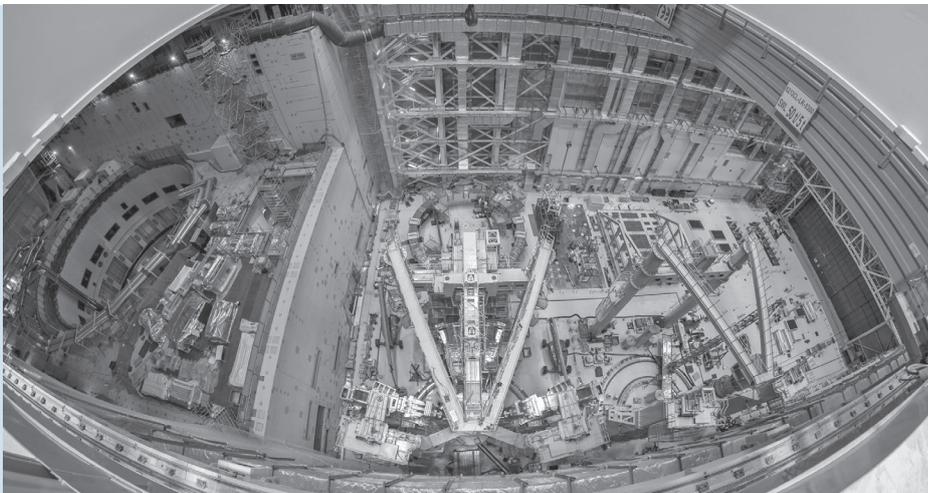


Bulletin 4

Dezember 2021

Wo steht die Fusionsforschung?

Seite 4



Energie-Trilemma:
die Schweiz auf Platz 2
Seite 8

Unser neuer
Webauftritt – modern,
übersichtlich, informativ
Seiten 3 und 28

Vormerken:
Veranstaltungen 2022
Seite 32

Inhaltsverzeichnis

Editorial	3	Kolumne	22
Eine neue Website als Gesellenstück	3	Die Klimakrise und die Zukunft der Industriegesellschaft – Brauchen wir eine neue Debatte über die Kernenergie?	22
Forum	4	Hoppla	27
Fusionsstrom ab 2050	4	Ein Rucksack voller Atomstrom	27
Hintergrundinformationen	8	In eigener Sache	28
Energie-Trilemma: Schweizer Energiesystem weltweit auf Platz 2	8	Neuer Anstrich für die Website des Nuklearforums	28
Achterbahnfahrt der Preise für Erdgas und Kohle	13	Pinwand	32
Medienschau	15		
«Die unbeliebte Option Gaskraft»	15		
Fenster zum E-Bulletin	17		
Schweiz	17		
International	18		

Impressum

Redaktion:

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

Herausgeber:

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

www.nuklearforum.ch oder www.ebulletin.ch

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

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

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

Titelbild: Iter – Blick in die Fertigungshalle (Iter Organisation)

Aileen von den Driesch

Projektleiterin Kommunikation Nuklearforum Schweiz



Eine neue Website als Gesellenstück

Das Nuklearforum hat seine Website rundum erneuert. Schon wieder, fragen Sie sich jetzt vielleicht, wenn Sie zu unserer langjährigen Leserschaft gehören. Nun, einerseits ist natürlich die Online-Welt sehr schnelllebig, geprägt von ständig neuen Trends und rasanten Entwicklungen. Da wollen und müssen auch wir am Ball bleiben, um weiterhin ein breites Publikum ansprechen zu können. Andererseits hat die Generalüberholung unseres Internetauftritts einen praktischen Grund auf der technischen Ebene. Für die Informatik-affinen unter Ihnen, die es genauer wissen möchten: Die Version des Content Management Systems, das wir verwenden, wird vom Anbieter eingestellt, sprich nicht mehr mit Updates unterstützt. Die neue Version bietet Möglichkeiten bei der Darstellung und der Bedienung, die wir Ihnen als Nutzerinnen und Nutzer nicht vorenthalten möchten.

Die Nutzerbedürfnisse haben wir bei diesem Projekt von Beginn an in den Vordergrund gestellt und im Vorfeld sogenannte User Interviews mit Leuten durchgeführt, die unsere bestehende Website bereits kannten und mehr oder weniger regelmässig nutzten. So haben wir zum einen mehr über die Besucher der Seite und darüber, wie und wofür sie unsere Angebote nutzen, erfahren. Gleichzeitig haben sie uns Stärken und Schwächen der bestehenden Internetpräsenz sowie ihre Bedürfnisse und Ansprüche an den neuen Webauftritt aufgezeigt. Die Ergebnisse dieser Befragungen sind direkt in die Überarbeitung eingeflossen. Mehr über die konkreten Neuerungen auf www.nuklearforum.ch lesen Sie übrigens ab Seite 28 in diesem Heft.

An dieser Stelle sind nun ein paar Worte zu mir, dem für viele von Ihnen neuen Gesicht neben diesem Text, angebracht. Ich bin im Februar 2021 zum Nuklearforum gestossen, nachdem ich in Aachen Digitale Medienkommunikation studiert und im Gesundheitswesen in der Innerschweiz erste Berufserfahrungen gesamt

habe. Bald nach meinem Stellenantritt durfte ich das Projekt Website-Relaunch übernehmen. In diesem Sinn betrachte ich unseren neuen Internetauftritt ein wenig als mein Gesellenstück. Ich hoffe, die Website macht Ihnen genauso viel Spass, wie mir und meinen Kolleginnen und Kollegen der Geschäftsstelle.

A. von den Driesch



Prof. Christian Theiler

Assistenzprofessor für Plasmaphysik der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)



Interview geführt von Matthias Rey

Fusionsstrom ab 2050

Die weltweite Forschung und Entwicklung der Kernfusion macht grosse Fortschritte. Auch in der Schweiz wird an dieser Energiequelle der Zukunft gearbeitet. Das Nuklearforum hat sich darüber mit Prof. Christian Theiler von der EPFL unterhalten. Das Interview ist ein Auszug aus der Podcast-Folge mit ihm.

Wo steht aktuell die Fusionsforschung und welches sind die grössten Herausforderungen oder ungelösten Probleme, die es noch zu bewältigen gilt?

Die Fusionsforschung hat man über die letzten 60 Jahre intensiv betrieben und dabei kontinuierlich sehr grosse Fortschritte gemacht. Wir erreichen immer höhere Leistungen von unseren Plasmen, wir können unsere Plasmen routinemässig auf die nötigen 100 Millionen Grad bringen. Wir haben auch schon sehr hohe Fusionsleistungen erzeugt, allerdings noch nicht mehr, als man für die Heizung und das Erzeugen des Plasmas aufwenden muss.

Unser Verständnis von Fusionsplasmen wird auch immer besser. Wir können heute mit Hochleistungsrechnern schon oft sehr genau beschreiben, was im Innern des Plasmas geschieht und das auch nutzen, um Voraussagen für zukünftige Anlagen zu machen. Wir wissen deshalb heute auch recht genau, was es braucht, um einen Fusionsreaktor zu bauen, der bedeutend mehr Energie freisetzt, als für Heizung und Erzeugen des Plasmas nötig ist. Der Weg dazu ist, entweder grössere Anlagen zu bauen oder mit einem bedeutend stärkeren Magnetfeld. Das sind die Ansätze, die zurzeit untersucht werden, und es gibt dabei noch einige Herausforderungen. Zuerst muss natürlich experimentell bewiesen werden, dass diese erhöhte Fusionsleistung auch wirklich erzielt wird. Dass man also bedeutend mehr Energie freisetzt, als investiert wird. Das ist meines Erachtens auch das Kriterium, um den Glauben an die Fusion zu vergrössern.

Eine weitere wichtige Herausforderung ist, dass das Plasma unter gewissen Bedingungen instabil werden kann und dann in einer Millisekunde oder weniger auf

die Wand fällt und dort Schaden anrichten kann. Wir müssen wissen, wie wir diese sogenannten Disruptionen möglichst gut vermeiden können und wie wir, wenn sie dennoch auftreten, darauf reagieren können, um Schaden an der Reaktorwand zu verhindern. Und auch wenn alles nach Plan läuft, haben wir natürlich ein extrem heisses Fusionsplasma, das bei zu starkem Kontakt mit der Wand diese beschädigen kann. Hier ist die Herausforderung sicherzustellen, dass das Plasma im Innern stabil und an der Wand genügend kühl ist, so dass diese nicht beschädigt wird.

Dann gibt es auch noch technologische Herausforderungen. Wir müssen noch besser verstehen, wie die Materialien der Reaktorwand sich über längere Zeit verhalten, wenn sie von Neutronen beschossen und dadurch spröde werden. Ausserdem müssen wir noch beweisen, dass man effizient eine genügend grosse Menge an Tritium im Reaktor selbst produzieren kann.

Christian Theiler erwarb 2007 seinen Master in Physik an der ETH Zürich und 2011 seinen Dokortitel an der EPFL. Danach arbeitete er als Postdoktorand am Massachusetts Institute of Technology (MIT). Im Jahr 2014 kehrte er als EUROfusion-Stipendiat an die EPFL zurück, um dem TCV-Tokamak-Team beizutreten. Zwei Jahre später wurde er zum Tenure Track Assistant Professor für Plasmaphysik an der EPFL ernannt.

Tritium hat eine kurze Halbwertszeit. Es zerfällt und steht deshalb nicht in grossen Mengen zur Verfügung und deshalb muss es mit Neutronen aus Lithium erzeugt werden.

An welchen von diesen Fragen arbeitet die EPFL? Was passiert da in Sachen Fusionsforschung?

Das Swiss Plasma Center der EPFL ist das schweizerische Zentrum für die Erforschung und Anwendung von Plasmen, insbesondere von Fusionsplasmen. Dort steht einer der fünf Tokamaks, die vom europäischen Fusionsprogramm als essenziell betrachtet werden für die Entwicklung der Kernfusion. Wir haben auch kleinere Experimente und wir betreiben sehr viel theoretische Forschung dazu, wie man das Verhalten der Plasmen am besten voraussagen kann. Das geschieht sowohl an Supercomputern wie auch mit Bleistift und Papier. Am PSI in Villigen steht zudem das Exzellenzzentrum für die Entwicklung und das Testen von Supra-

leitern, die für die Erzeugung der Magnetfelder in der Fusion wie auch in anderen Gebieten extrem relevant sind.

Unsere Mission besteht eigentlich darin, möglichst sicherzustellen, dass Iter ein Erfolg wird und auch, dass wir die wissenschaftliche und technologische Basis weiterentwickeln, um dann im Anschluss an Iter einen ersten kompletten Fusionsreaktor zu bauen, den wir Demo nennen. Ausserdem tragen wir auch viel bei zur Ausbildung von neuen Wissenschaftlern, die dann in Zukunft Iter betreiben werden. Ich selber beschäftige mich vor allem mit der Randregion des Plasmas und der Interaktion mit der Wand. Wir bauen neue Messgeräte, um zu kontrollieren und zu verstehen, was genau dort abläuft. Wir machen Experimente und wir vergleichen diese mit Computermodellen, um festzustellen, wie genau wir diese Prozesse schon beschreiben können und wie wir dann voraussagen können, was in grösseren Experimenten geschieht. →



Die Montage von Iter hat am 28. Juli 2020 in Cadarache in Südfrankreich begonnen. Dieses bisher ehrgeizigste Projekt im Bereich der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit wird am Swiss Plasma Center der EPFL aufmerksam verfolgt.

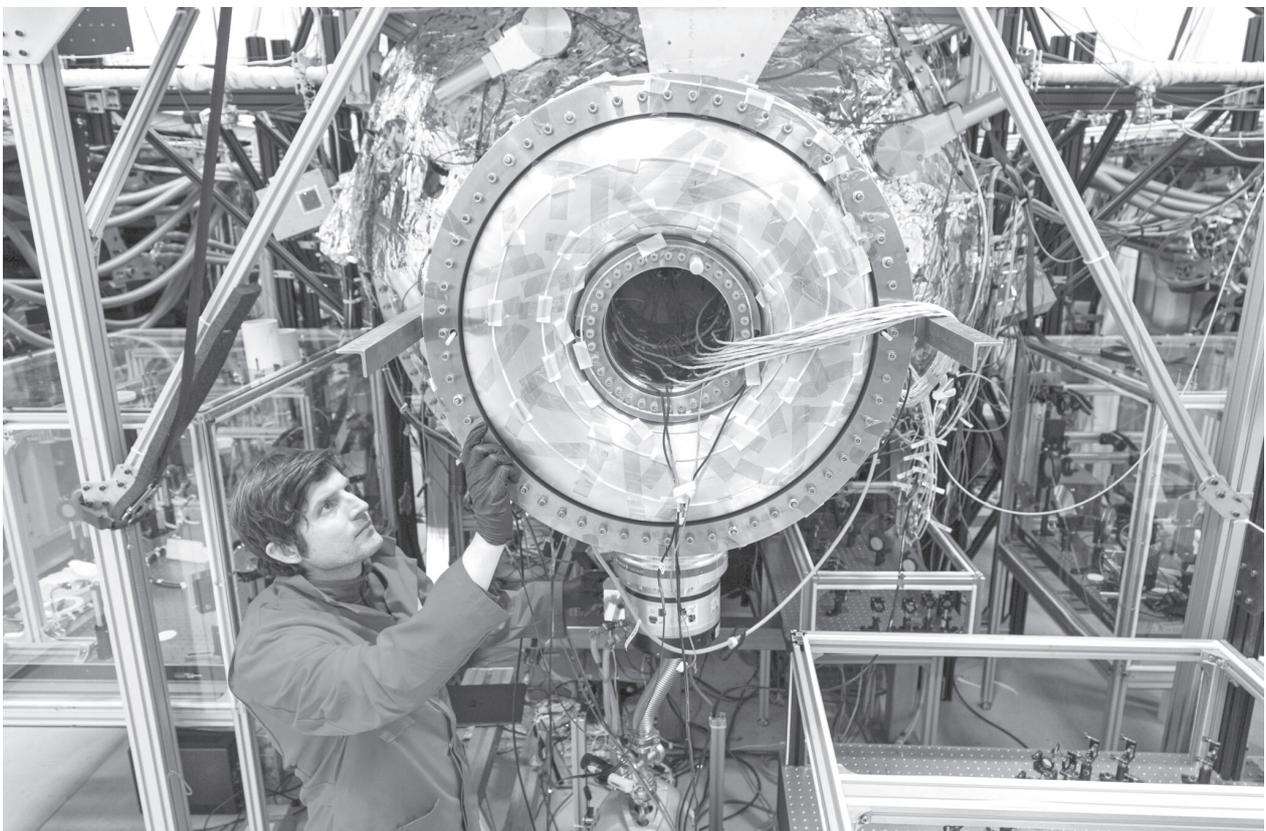
Foto: Iter Organisation

Die Randregion des Plasmas ist extrem wichtig, denn einerseits müssen wir sicherstellen, dass die Reaktorwand nicht beschädigt wird. Wir müssen also das Plasma in dieser Region effizient abkühlen. Gleichzeitig müssen wir aber sicherstellen, dass das Plasma eben genügend heiss bleibt, und das ist ein Kriterium, das nicht immer leicht zu erfüllen ist. Wir können am Tokamak der EPFL extrem gut die Magnetfeld-Geometrie verändern, auch im Rand des Plasmas. Das ist eine Stärke, die unsere Anlage einzigartig macht. Das nutzen wir, um zu erforschen, wie wir dieses Problem der Interaktion an der Reaktorwand verbessern können, indem wir neue Magnetfeld-Geometrien erproben.

In welcher Form ist die Schweiz im Allgemeinen und das Plasma Center der EPFL im Besonderen an der Forschung für Iter beteiligt?

Iter wird der grösste Tokamak sein, der je gebaut wurde und ist der nächste grosse Schritt in der internationalen Fusionsforschung. Sein Ziel ist zu zeigen, dass

man eben bedeutend mehr Energie durch die Fusion freisetzen kann, als für die Erzeugung und Heizung des Plasmas nötig ist. Ein grosser Teil unserer Forschung zielt darauf ab. Einerseits tragen wir direkt zum Bau von Iter bei. Zum Beispiel erforschen und entwickeln wir Komponenten, um das Plasma mit Mikrowellen zu heizen und auch zu kontrollieren. Wir haben auch eine Gruppe in Basel, die sich damit beschäftigt, wie man Spiegel für die Beobachtung des Plasmas, die über die Zeit durch das Plasma trübe werden, reinigen kann, ohne in den Reaktor vorzudringen. Neben diesen direkten Beiträgen für die Konstruktion dient auch unsere Forschung im Bereich der Disruptionen, den Instabilitäten des Plasmas, den Zielen von Iter. Wir untersuchen Methoden für die Kontrolle des Plasmas, die Optimierung der Leistung des Plasmas und die Interaktion mit der Reaktorwand. Gleichzeitig haben wir auch eine grosse Aufgabe in der Lehre. Wir bilden sehr viele Doktoranden und Postdocs aus, die dann in Zukunft auch an Iter forschen werden.



Zahlreiche private Unternehmen entwickeln ebenfalls Fusionskraftwerke. Zum Beispiel das kanadische Start-up General Fusion: Es plant, seine Fusion Demonstration Plant auf dem Culham-Campus der britischen Nuklearaufsichtsbehörde zu bauen und zu betreiben.

Foto: General Fusion

Hier muss erwähnt werden, dass unsere Mitarbeit beim Bau von Iter momentan nicht möglich ist. Es fehlt nicht an der Bereitschaft seitens der Schweiz, aber eine Bedingung für diese Zusammenarbeit ist eine Assoziierung der Schweiz an das neue Rahmenprogramm der EU für Forschung und Innovation, bekannt als Horizon Europe. Dass das Schweizer Forschungsprogramm zurzeit generell davon ausgeschlossen ist, betrifft auch unsere Zusammenarbeit mit Iter. Damit wir wieder unseren Beitrag leisten können, braucht es ein Rahmenabkommen mit der EU.

Wo sonst auf der Welt wird an der Fusion geforscht?

Einerseits wird Iter weltweit von vielen Nationen unterstützt, von der EU, von den USA, von China, Indien, Japan, Russland und Südkorea. In Deutschland gibt es das Max-Planck-Institut mit Standorten bei München und in Norddeutschland. Dann gibt es ein grosses Zentrum für Fusionsforschung in England und wichtige Zentren in den USA, zum Beispiel in San Diego, Princeton, Wisconsin und am MIT in Boston. Forschung in China, Japan, Indien und Südkorea gewinnt mehr und mehr an Bedeutung.

Blick in die Zukunft: Aus Grossbritannien kam die Nachricht, dass dort schon ab den 2040er-Jahren Strom aus Fusionskraftwerken ins Netz eingespeist werden soll. Für wie realistisch halten Sie das?

Obwohl Iter noch nicht gebaut ist, hat man beim Bau der Komponenten schon extrem viel gelernt. Man hat viele wissenschaftliche Fragen untersucht und weiss schon sehr viel mehr als beim Beginn des Baus von Iter. Und so kommen auch mehr und mehr ambitionierte Ideen, um dasselbe mit etwas anderen Ansätzen vielleicht etwas schneller zu machen. Es geschieht recht viel: Die Briten haben ein sehr ambitioniertes Programm, China ebenfalls und auch vom MIT in Boston gibt es ein interessantes Startup. Ich persönlich denke, es ist gut zu sehen, dass es mehrere parallele Ansätze gibt und nicht alles nur auf eine Karte gesetzt wird. Ich sehe die Entwicklung sehr positiv. 2040 scheint mir aber momentan schon recht ambitioniert.

Soll die Kernfusion einmal die Kernspaltung ablösen und alle Fissionskraftwerke ersetzen? Könnte sie das und würde es Sinn machen?

Ich denke, das Ziel der Fusion ist ganz klar zu helfen, dass wir unabhängig werden von fossilen Brennstoffen, die ja bekanntlich endlich und deshalb sowieso keine Langzeition sind, und wegen ihres CO₂-Ausstosses katastrophale Konsequenzen für uns alle bedeuten. Ich denke es ist jedem klar, dass wir in Zukunft viel mehr Strom brauchen werden als heute. Es geht also nicht nur darum, heute gewisse Lücken zu füllen, sondern wirklich in sehr grossem Massstab CO₂-freie Energiequellen zu entwickeln. Die Fusion wird sicher einen grossen Beitrag dazu leisten können. Aber nebenbei kann man auch weiterhin auf die Kernspaltung setzen. Da sehe ich keine Konkurrenz. Ich glaube, es ist nicht so, dass wir momentan zu viele gute Optionen zur Hand haben. Deshalb sollte generell Forschung betrieben werden, um verbesserte Methoden zu entwickeln. Und natürlich sollten die jetzt bestehenden Methoden optimal ausgebaut und genutzt werden.

Böse Zungen sagen von der Fusion, es hiesse seit 50 Jahren, dass sie in 50 Jahren bereit sei. Was ist Ihre persönliche Prognose? Wann haben wir Fusionsstrom?

So wie die Fusionsforschung und auch der Zeitplan der europäischen Fusionsforschung momentan aussehen, gehe ich davon aus, dass wir in den 2050er-Jahren ein erstes komplettes Fusionskraftwerk haben werden. Das kann je nachdem schneller gehen, wenn entweder Durchbrüche vorkommen oder bedeutend mehr in die Fusion investiert wird. Das zeigt klar, dass es heute extrem wichtig ist, in den nächsten Jahren und Jahrzehnten in existierende CO₂-freie Technologien zu investieren. Ich fürchte aber, dass es langfristig auch mit Erneuerbaren nicht reichen wird, nicht nur wegen dem Problem der Speicherung, und dass wir deshalb auch 2050 die Fusion noch mehr denn je benötigen werden. (M.R. nach Podcast-Interview)

Hintergrundinformationen

Energie-Trilemma: Schweizer Energiesystem weltweit auf Platz 2

Die Schweiz liegt 2021 – nach Platz 1 in den beiden letzten Jahren – auf Platz 2 der Länder mit der insgesamt ausgewogensten Energieversorgung. Dies meldet der Weltenergierat (World Energy Council, WEC) in seinem jüngsten Energie-Trilemma-Bericht. Auf Platz eins der Rangliste liegt Schweden (2020: Platz 2). Der Grund für die seit mehreren Jahren jeweils sehr guten Platzierungen der Schweiz sieht der Bericht allerdings in der Energiepolitik der Vergangenheit, während die Zukunft schwierig werden dürfte.

Den «World Energy Trilemma Index 2021» hat der WEC wiederum in Zusammenarbeit mit der Beratungsfirma Oliver Wyman veröffentlicht. Der Trilemma-Index beschreibt den Konflikt zwischen den folgenden drei energiepolitischen Zielen:

- **Versorgungssicherheit:** Dieser Indikator bewertet die gegenwärtige und zukünftige Fähigkeit eines Landes, seinen Energiebedarf ohne gravierende Engpässe zu decken. Er umfasst das Management der inländischen und ausländischen Primärenergieversorgung wie auch die Verlässlichkeit und Robustheit der Infrastruktur.
- **Zugang/Bezahlbarkeit:** Gemessen wird der Zugang der Bevölkerung zu Elektrizität, sauberen Technologien zum Kochen und einem wohlstandssichernden Energieverbrauchsniveau. Der Indikator umfasst auch die Bezahlbarkeit von Strom sowie von Treib- und Brennstoffen.
- **Umweltverträglichkeit:** Dieser Indikator bewertet den Umbau der Energieversorgung zur Schonung von Umwelt und Klima. In diese Bewertung fliessen u.a. Daten zur Energieeffizienz, Dekarbonisierung und Luftqualität ein.

Indikator für ausgewogene Energieversorgung

Die Bewertung dieser drei Teilziele wurde für 127 Ländern aus den entsprechenden Datensätzen errechnet. Zur Berechnung der Gesamtwertung wurden die drei Kriterien zu je 30% gewichtet. Dazu kommt mit 10% Gewichtung der «nationale Kontext» hinzu, mit Indikatoren wie die Stabilität der politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen, das Investitionsklima und die Innovationskultur. Gemäss den Autoren liefert der Trilemma-Index damit ein vergleichendes Ranking in Bezug auf die Fähigkeit der bewerteten Länder, das Energie-Trilemma zu bewältigen und einen ausgewogenen Energiemix zu erreichen.

Erste Auswirkungen der Covid-19-Pandemie

Bislang scheine die Pandemie bereits bestehende Trends, welche die Energienutzung umgestalten könnten, zu beschleunigen oder aber zu verlangsamen, schreiben die Autoren. Die Lockdowns in vielen Ländern hätten die Wirtschaftstätigkeiten verringert und den Pendlerverkehr erheblich eingeschränkt, was zu einem geringeren Ölverbrauch führte. Laut Bericht ermöglicht die Einführung der Impfungen in den reicheren Ländern nun eine allmähliche Rückkehr zu den früheren Energieverbrauchsmustern. Der Aufschwung in anderen Ländern und Sektoren werde jedoch wahrscheinlich langsamer verlaufen. «Bereits jetzt berichten einige Analysten, dass die Ölnachfrage wieder ansteige, wohl aufgrund einer stärkeren Verlagerung auf den Individualverkehr», steht im Bericht. Die Herausforderungen für den Luftfahrtsektor blieben jedoch bestehen, da die Erholung in weiter Ferne und ungewiss erscheine. Es sei zu bezweifeln, dass die Covid-19-Pandemie die energiepolitische Entscheidungsfindung verändern werde, aber sie habe einige tiefgreifende Ungleichheiten aufgedeckt bzw. wieder aufgezeigt. Die langfristigen Auswirkungen der Pandemie auf die Energiesysteme und die Energiewende seien aber noch unklar.

Schweden übernimmt wieder die Spitze

In den Jahren 2013, 2014 und 2015 lag die Schweiz in der Gesamtwertung jeweils auf Platz eins. 2016 rutschte sie dann auf Platz zwei ab (hinter Dänemark), 2017 auf Platz drei (hinter Dänemark und Schweden), um 2018 wieder auf den zweiten Rang vorzustossen (hinter Dänemark, aber vor Schweden). Im Jahr 2019 und 2020 stand die Schweiz wieder an der Spitze, gefolgt von Schweden und Dänemark, während 2021 die Schweiz von Schweden wieder überholt wurde und Platz 2 belegt. Die Autoren halten dazu fest, dass bereits geringe Änderungen in den Ursprungsdaten zu Verschiebungen in den Rankings führen können.

Schweiz profitiert von der Vergangenheit

Der zweite Gesamtrang der Schweiz ergibt sich aus Rang sechs beim Kriterium «Zugang/Bezahlbarkeit» (plus drei Ränge seit 2020), Rang eins beim Kriterium «Umweltverträglichkeit» (wie bereits 2020) und Rang 24 beim Kriterium «Versorgungssicherheit», wie bereits im Vorjahr (2019: 12. Platz). Insgesamt gibt der WEC der Schweiz eine AAA-Bewertung – «für integrierte und ausgewogene Prioritäten der schweizerischen Energiepolitik», so der Bericht.

Allerdings weist der Bericht darauf hin, dass dieses Spitzenresultat das Ergebnis der früheren Energiepolitik sei: «Jüngste politische Entscheide dürften sich jedoch in den nächsten 15 Jahren sowohl auf den Erzeugungsmix des Landes (und damit auf seine Energie-Nachhaltigkeitsbilanz) als auch auf seine Versorgungssicherheit auswirken, da die Abhängigkeit von Stromimporten voraussichtlich zunehmen wird. Darüber hinaus könnten Importe in Zukunft schwieriger werden, da die Verhandlungen über das institutionelle Abkommen zwischen der EU und der Schweiz im Mai 2021 beendet wurden, was zu einer potenziellen Verschlechterung der Bewertung der Versorgungssicherheit der Schweiz in Zukunft führen könnte.»

Die Top-3-Länder im Energie-Trilemma-Bericht 2021



© 2021 Nuklearforum Schweiz

Weltweit: Dominanz der OECD

Weltweit dominieren in der Gesamtwertung weiterhin OECD-Länder mit hohem Wohlstandsniveau die Spitzenränge, was den Vorteil einer langjährigen aktiven Energiepolitik verdeutlicht. Die drei bestklassierten Länder, Schweden, die Schweiz und Dänemark, haben eine Gesamtpunktzahl von 83 und höher. Die Top-Ten-Ränge sind stark von europäischen Ländern geprägt, wobei Kanada, Neuseeland und die USA diese Dominanz brechen. Das letztes Jahr eingeführte Prinzip der gebundenen Ränge wurde beibehalten. Die Länder teilen sich einen Rang, wenn der Unterschied in der Punktzahl weniger als 0,1 beträgt. Die Nähe der Punktzahlen veranlasste auch die Verwendung der breiteren Rangdefinition, sodass die Top-Ten-Ränge aufgrund gebundener Ränge mehr als zehn Länder umfassen:

1. Schweden* (84,2 von hundert möglichen Punkten)
2. Schweiz* (83,8)
3. Dänemark* (83,0)
4. Finnland* (81,7)
4. Grossbritannien* (81,7)
5. Frankreich* (81,1)
5. Österreich* (81,0)
6. Kanada (80,6)
7. Deutschland* (80,4)
8. Norwegen (79,6)
9. Neuseeland* (79,1)
9. USA (79,0)
10. Spanien (76,9)
10. Luxemburg (76,9)



* Länder, die in allen drei Kriterien zu den besten 25% gehören

Top-10-Rangliste* in den drei Dimensionen «Versorgungssicherheit», «Zugang/Bezahlbarkeit» und «Umweltverträglichkeit»

Versorgungssicherheit			Zugang/Bezahlbarkeit			Umweltverträglichkeit		
1.	Kanada	77,5	1.	Katar	99,9	1.	Schweiz	88,2
2.	Finnland	75,3	1.	Kuweit	99,8	2.	Schweden	86,3
3.	Rumänien	75,1	1.	VAE	99,8	3.	Uruguay	85,4
4.	Lettland	74,9	2.	Oman	99,6	4.	Nworwegen	84,4
5.	Schweden	74,5	2.	Bahrain	99,6	5.	Panama	83,7
6.	Brasilien	73,5	3.	Island	99,2	6.	Brasilien	83,4
7.	USA	73,3	4.	Luxemburg	99,0	7.	Dänemark	82,9
8.	Bulgarien	73,1	5.	Irland	98,4	8.	Frankreich	82,7
9.	Tschech. Republik	72,8	6.	Schweiz	98,0	9.	Albanien	82,5
10.	Deutschland	71,9	7.	Saudi Arabien	97,4	10.	Grossbritannien	81,3
			7.	Israel	97,3			
			8.	USA	97,1			
			9.	Grossbritannien	96,8			
			10.	Dänemark	96,4			
			10.	Österreich	96,4			

* Die Punktzahl wurde auf eine Dezimalstelle gerundet. Die Länder teilen sich einen Rang, wenn der Unterschied in der Punktzahl weniger als 0,1 beträgt.

Am Schluss der Tabelle liegen wie bereits die Jahre zuvor durchwegs Länder in Afrika: Malawi (37,3 Punkte), Tschad (36,0), die Demokratische Republik Kongo (33,3 Punkte), Benin (29,5 Punkte) und Niger (27,8 Punkte). Die Ergebnisse der Indikatoren zeigen laut WEC insgesamt jedoch weitere Fortschritte beim Kriterium «Zugang/Bezahlbarkeit», die Versorgungssicherheit bleibt jedoch eine Herausforderung (siehe Kasten auf Seite 11).

Die regionalen Sieger und die bevölkerungsreichsten Länder

In Osteuropa liegt bei der Gesamtwertung wiederum Ungarn an der Spitze (76,2 Punkte, Rang 12), in Lateinamerika ist Uruguay zuoberst (76,1 Punkte, Rang 13), in Asien/Australien Neuseeland (79,1 Punkte, Rang 9) und in Nahost Israel (71,6 Punkte, Rang 27).

Unter den bevölkerungsreichsten Ländern erreichten die USA 79,0 Punkte (Rang 9), Brasilien 72,6 Punkte (Rang 26), Russland 71,2 Punkte (Rang 28), China 64,0 Punkte (Rang 51), Indonesien 61,1 Punkte (Rang 58), Indien 53,1 Punkte (Rang 75), Bangladesch 42,3 Punkte (Rang 87), Pakistan 41,7 Punkte (Rang 90) und Nigeria 40,5 Punkte (Rang 93).

Die Aufsteiger seit 2000

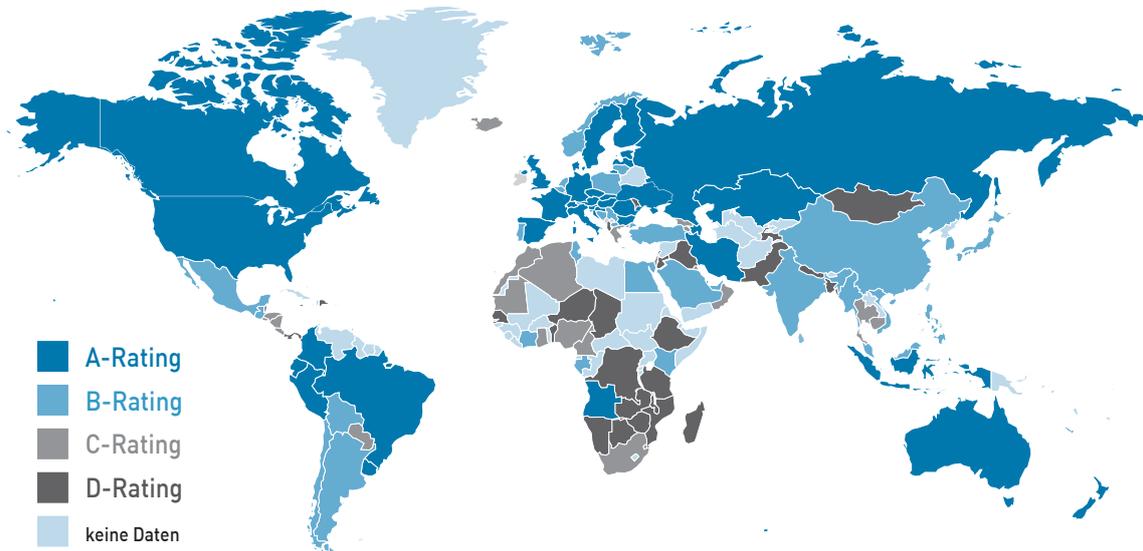
Die zehn Länder, die sich insgesamt am meisten verbessert haben, konnten ihre Trilemma-Werte seit dem Jahr 2000 um mindestens 25% steigern. Die Liste umfasst fünf Länder aus Asien, drei aus Lateinamerika und zwei aus Afrika. Sie alle haben in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, um ihr Stromnetz auszubauen und der Bevölkerung eine bezahlbare Energieversorgung zu ermöglichen.

Die diesjährige Liste der erfolgreichsten Aufsteiger seit 2000:

Kambodscha (+57%, Rang 82)
 Myanmar (+34%, 83)
 Dominikanische Republik (+33%, 59)
 Kenia (+33%, 80)
 Äthiopien (+31%, 88)
 Honduras (+28%, 76)
 Thailand (+26%, 53)
 Nicaragua (+26%, 78)
 Sri Lanka (+25%, 60)
 China (+25%, 51)

Die drei Länder, die sich seit 2000 am meisten verbessert haben, sind Kambodscha, Myanmar und die Domi-

Trilemma-Index 2021: Ratings der Versorgungssicherheit der Energieversorgung



Quelle: World Energy Council, World Energy Trilemma Index 2021

© 2021 Nuklearforum Schweiz

nikanische Republik. Sie weisen zwar einen niedrigen Gesamtrang auf, haben aber laut WEC erhebliche und nachhaltige Anstrengungen zur Verbesserung ihrer Energiesysteme unternommen.

China steht auf dieser Liste an zehnter Stelle der Länder. Der verbesserte Zugang zur Energieversorgung hat laut Autoren zu einem «beispiellosen Wirtschaftswachstum» beigetragen, sodass China heute zu den

Afrika: weitere Fortschritte

Zu Afrika steht im Bericht: «Trotz grosser geografischer, demografischer und wirtschaftlicher Unterschiede wurden auf dem gesamten afrikanischen Kontinent erhebliche Fortschritte beim Kriterium «Zugang/Bezahlbarkeit» erzielt. Obwohl die Gesamtwerte nach wie vor niedrig sind, ist im Jahr für Jahr ein stetiger Anstieg zu verzeichnen. Es bleibt jedoch noch viel zu tun, denn der Zugang zu sauberer, erschwinglicher und zuverlässiger Energie ist dringend erforderlich, um Existenzgrundlage und Lebensqualität zu verbessern. Weitere Fortschritte in Bezug auf das Kriterium «Zugang/Bezahlbarkeit» in Afrika erfordern mutige Massnahmen zur Verbesserung der Infrastruktur, zur Förderung der regionalen energiepolitischen Integration und zur Stärkung der Governance im öffentlichen Sektor.

Die fünf Länder der Region, die am besten abschneiden, (Mauritius, Ägypten, Algerien, Gabun und Tunesien) haben sich auf die Umweltverträglichkeit konzentriert und nationale Klimaaktionspläne entwickelt und umgesetzt. Für die meisten Länder der Region stellt die Nachhaltigkeit jedoch nach wie vor eine Herausforderung dar.

Die Versorgungssicherheit ist in vielen Ländern Afrikas aufgrund mangelnder Investitionen, unzuverlässiger Stromerzeugung, Ressourcenknappheit usw. nach wie vor unzureichend, aber in einigen Bereichen sind leichte Verbesserungen zu verzeichnen. Die Spitzenreiter konzentrieren sich auf die Diversifizierung der Energieversorgung, auf Energieeffizienz und auf Infrastrukturinvestitionen, um diesen Indikator zu verbessern.»

grössten Volkswirtschaften der Welt gehöre. Der WEC warnt jedoch vor Selbstgefälligkeit: Noch sei ungewiss, ob die Strategien bei einem Übergang zu einem Energiesystem mit geringen CO₂-Emissionen langfristig am geeignetsten/wirksamsten seien: «Andere Länder, insbesondere in Lateinamerika und der Karibik, haben stark ökologisch ausgerichtete Elektrizitätssysteme, die möglicherweise besser aufgestellt sind.» (M.A. nach WEC, «Energy Trilemma Index» und «World Energy Trilemma 2021», 5. Oktober 2021)

Der **World Energy Council (WEC)** ist die führende globale Nichtregierungsorganisation für Energiefragen. Gestützt auf ein dichtes Netzwerk von Führungskräften und Personen aus der Praxis fördert der Weltenergie Rat ein kostengünstiges, stabiles und ökologisch verträgliches Energiesystem zum Nutzen aller. Der Schweizerische Energie Rat (WEC Switzerland) ist Gründungsmitglied und nationales Mitgliederkomitee des Weltenergie Rates.

Zentrales Arbeitsinstrument des Weltenergie Rates ist der von ihm definierte «Energie Trilemma Index». Er beschreibt den Konflikt zwischen den drei energiepolitischen Zielen «Versorgungssicherheit», «Zugang/Bezahlbarkeit» und «Umweltverträglichkeit». Der World Energy Trilemma Index liefert eine objektive Bewertung des nationalen Energiesystems über die drei Trilemma-Dimensionen hinweg.



Der «Energie Trilemma Index» des WEC zeigt die Auswirkungen der unterschiedlichen politischen Wege, welche die Länder in den letzten Jahren in jeder der Dimensionen «Versorgungssicherheit», «Zugang/Bezahlbarkeit» und «Umweltverträglichkeit» beschritten haben.

Foto: WEC

Achterbahnfahrt der Preise für Erdgas und Kohle

Der gegenwärtige extreme Höhenflug der Weltmarktpreise für Kohle und insbesondere für Erdgas belegen deren starke Volatilität. Zwei Analysten der Internationalen Energieagentur (IEA) der OECD erklären die Gründe dafür und plädieren für CO₂-arme Energiequellen – darunter auch die preisstabile Kernenergie.

Unter dem Titel «What is behind soaring energy prices and what happens next?» haben die beiden Energieanalysten Carlos Fernández Alvarez und Gergely Molnar der IEA am 12. Oktober 2021 einen Kommentar publiziert. Ausgehend vom Umstand, dass die Gas- und Kohlepreise – und damit auch der Strompreis – auf das höchste Niveau seit Jahrzehnten gestiegen sind, beschreiben sie die auslösenden Faktoren. Sie betonen dabei, dass der Trend zu saubereren Energien damit nichts zu tun habe.

Noch zu Beginn der Coronavirus-Krise in den ersten Monaten 2020 waren die Preise vieler Energieträger wegen der eingebrochenen Nachfrage auf ein seit langem nicht mehr verzeichnetes Tief gesunken. Doch die weltweite wirtschaftliche Erholung verlief ungewöhnlich kräftig: «2021 zeigt bisher das schnellste Nachrezessionswachstum seit 80 Jahren», schreiben die Autoren. Dazu kamen ein kalter und langer Winter auf der Nordhemisphäre sowie ein schwächeres Wachstum beim Angebot als erwartet.

Erdgaspreis auf Rekordniveau

Das grösste Preiswachstum auf ein historisches Rekordniveau verzeichnet das Erdgas: in Europa und Asien innert Jahresfrist auf das Zehnfache, in den USA auf mehr als das Dreifache (siehe Grafik). Dies führte in diesen Märkten zum Vorzug der Kohle bei der Stromproduktion, was den globalen CO₂-Ausstoss erhöht. Dies wiederum trieb den internationalen Kohlepreis in die Höhe – auf das Fünffache gegenüber Oktober 2020.

Diese Entwicklung, zusammen mit den steigenden CO₂-Preisen in der EU, führten zu einem starken Preisanstieg beim Strom. In Deutschland kletterten die Strompreise auf ein neues Rekordhoch (auf mehr als das Sechsfache gegenüber dem Vorjahr). In Spanien, wo Gaskraftwerke eine grössere Rolle bei der Festlegung der Strompreise spielen, war der Anstieg noch höher. Zudem trieb eine relative Windflaute in Europa die Prei-

se weiter in die Höhe. Demgegenüber hat sich der Ölpreis von seinem Tief vor Jahresfrist erholt, trotz starker Zunahme der Förderung, da viele Unternehmen derzeit ihre Vorräte auffüllen.

«Der Preisauftrieb dürfte zu deutlich höheren Energierechnungen der Haushalte führen», erwarten die Autoren. Auch die Wirtschaft werde verstärkten Risiken ausgesetzt, insbesondere Sektoren, die den Preiserhöhungen direkt ausgesetzt seien. Bereits haben einzelne Regierungen Massnahmen zum Abschwächen der Strompreise ergriffen. «In Europa dürften manche Unternehmen vor einem doppelten Problem stehen: Steigende Produktionskosten und sinkende Konsumlust wegen der Energiepreise.» Bereits hätten energieintensive Industrien wie beispielsweise die Nitratdüngerproduktion wegen der Erdgaspreise ihre Produktion eingeschränkt.

Blackouts in China und Indien

In China folgten die staatlich kontrollierten Strompreise den steigenden Kohlepreisen nicht, was zu ungenügenden Kohlevorräten und in Zweidritteln der Provinzen zu rollenden Blackouts führte. Energieintensiven Industrien wie Stahl, Aluminium oder Zement wurden Produktionseinschränkungen befohlen – mit noch unklaren Folgen für die weltweiten Lieferketten. Auch in Indien kann die inländische Kohleproduktion nicht mit dem schnell steigenden Bedarf mithalten, und Importkohle ist dort zu teuer. In der Folge mussten Kohlekraftwerke ihren Betrieb einstellen oder die Produktion reduzieren, mit Stromengpässen für Industrie und Konsumenten. Sowohl China wie auch Indien gehen mit sehr geringen Kohlereserven in den Winter.

Zunehmende Anfälligkeit des Energiesystems

Die derzeitigen Kohle- und Gaspreise sind jedoch nicht die Folge eines einzelnen «Schock-Events» wie der Coronavirus-Krise, halten die Autoren fest. Vielmehr sei während der Tiefpreisphase zwischen 2014/15 und 2020 die Investitionen in Öl und Erdgas zurückgegan-

gen. Das führte dazu, dass das Angebot anfälliger wurde für Störungen. Parallel dazu hätten die Regierungen nicht genug für den Ausbau der sauberen Energien und Technologien getan.

Bei Erdgas kommen in Europa weitere Faktoren dazu: das covidbedingte Verschieben von Unterhaltsarbeiten ins Jahr 2021, insbesondere in Grossbritannien und Norwegen und die anhaltende Verringerung der Gasförderung in den Niederlanden, die 2022 ganz eingestellt werden soll. Zudem bedient die russische Gazprom derzeit prioritär die Langzeitkontrakte und hat die firmeneigenen Lager in Europa nicht auf das Niveau früherer Jahre nachgefüllt. Ende September lagen die Gasreserven in den unterirdischen Speichern 15% unter dem Fünf-Jahres-Durchschnitt.

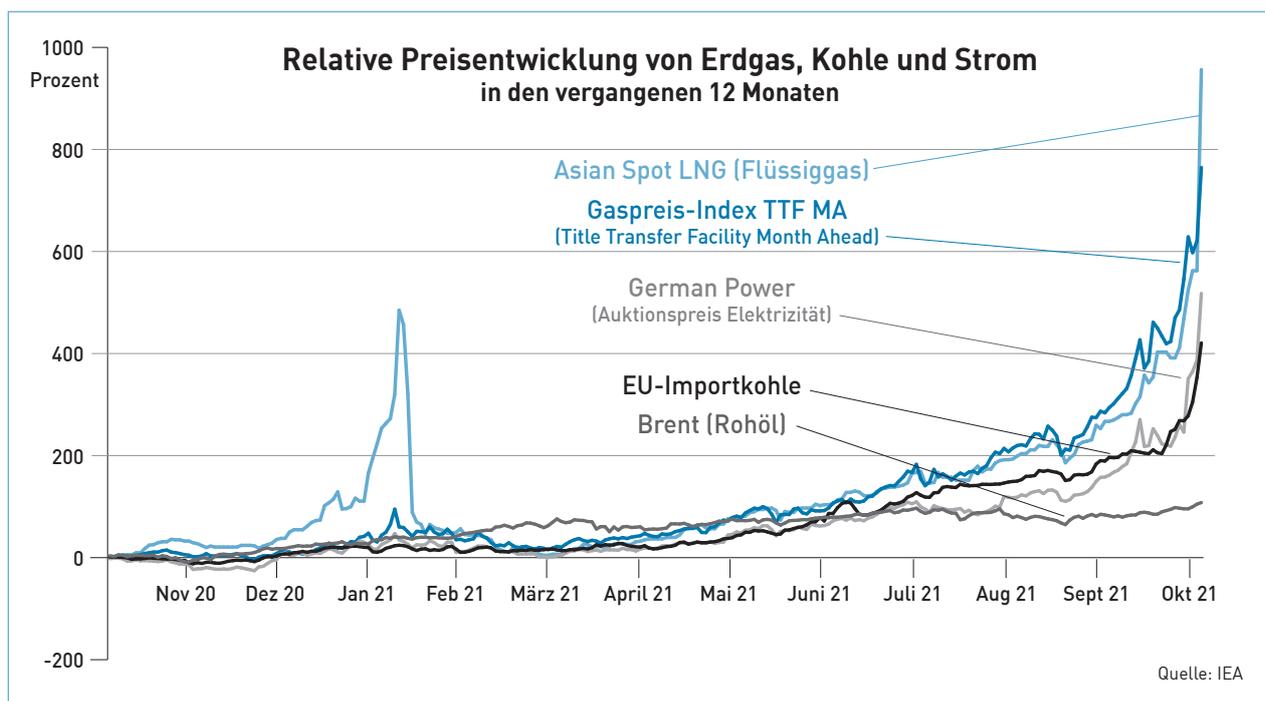
Gasmangel wohl den ganzen Winter

Die Analysten der IEA erwarten, dass Europa während der gesamten Heizperiode auf Gasimporte angewiesen sein wird. Ebenso dürfte Brasilien seine Flüssiggasimporte steigern, da wegen der anhaltenden Dürre die Wasserkraftwerke weniger produzieren. Die Preise für Erdgas und Kohle werden daher in Europa den Winter hindurch hoch bleiben.

Insgesamt wird die kommende Preisentwicklung in erster Linie von der Strenge des Winters, dem Wirtschaftswachstum und allfälligen ungeplanten Betriebsunterbrüchen abhängen. Der Gaspreis und damit die Strompreise bleiben volatil in Abhängigkeit der Wintertemperaturen, der Windstromproduktion und weiteren Faktoren. In diesem Sinne werden die Witterungsbedingungen sowohl die Angebots- wie die Nachfrageseite beeinflussen. «Diese Fluktuationen könnten durch die tiefen Gasreserven noch verstärkt werden, da der entsprechend tiefere Druck in den Kavernen die Möglichkeit reduziert, in Zeiten mit hohem Bedarf Gas zu entnehmen», warnen die Autoren.

Plädoyer auch für die Kernenergie

Die IEA-Analysten haben zwar Verständnis, wenn derzeit die Regierungen Steuern oder andere Abgaben auf fossilen Energien senken wollen. Dies dürfe aber das Umfeld für die sauberen Technologien wie die erneuerbaren Energien, Kernenergie, nachhaltige Biotreibstoffe, Effizienzsteigerung und Ausbau der Stromnetze nicht behindern. Diese Technologien seien nicht nur umweltfreundlich, sondern führten auch zu einem widerstandsfähigerem Energiesystem. (M.S. nach Carlos Fernández Alvarez und Gergely Molnar, «What is behind soaring energy prices and what happens next?», 12. Oktober 2021)



«Die unbeliebte Option Gaskraft»

Die Stromversorgung der Schweiz sorgt weiter für Gesprächsstoff. In diesem Zusammenhang berichten die Zeitungen vermehrt über Gaskraftwerke.

Nachdem wir an dieser Stelle bereits in der ersten Ausgabe dieses Jahres die Versorgungssicherheit zum Thema hatten, erfuhr diese auch im Herbst 2021 viel Beachtung in Deutschschweizer Zeitungen. Neben Warnungen, Uneinigkeit innerhalb des Bundesrats sowie zwischen Bundesrat und Versorgungsunternehmen spielten dabei auch Gaskraftwerke eine Rolle. Die vorliegende Betrachtung ist nicht abschliessend.

«Aus Angst vor Strommangel: Bundesrat prüft Gaskraftwerk»

Diese Überschrift war am 14. Oktober in der «Aargauer Zeitung» (AZ) zu lesen. Der kurze Bericht handelte von einer Studie, über die der Bundesrat beraten habe, und der zufolge «ohne Stromabkommen mit der EU, ab 2025 während 47 Stunden pro Jahr der Strom ausgehen könnte. Und zwar im Frühling, wenn die Stauseen geleert sind und noch kein Schmelzwasser aus den Bergen die Wasserkraftwerke antreibt. Das Szenario rechnet zudem damit, dass ein Atomkraftwerk nicht läuft. Kommen weitere gravierende Probleme dazu, so könnten gar bis zu 500 Stunden Strom fehlen». Das hat laut der AZ den Bundesrat dazu veranlasst, bei der Eidgenössischen Elektrizitätskommission (Elcom) ein «Konzept Spitzenlast-Gaskraftwerk» in Auftrag zu geben. «Die Gaskraftwerke sind umstritten», so die AZ weiter. «Einerseits gelten sie nicht als klimafreundlich. Andererseits hat die Branche selbst mehrfach darauf hingewiesen, dass ein Werk, das nur zur Behebung von Mangellagen dient, nicht rentabel betrieben werden kann. Soll ein solches Werk gebaut werden, müsste die öffentliche Hand wohl finanziell einspringen.»

Einiges konkreter war am 17. Oktober die «NZZ am Sonntag»: «2000 kleine Gaskraftwerke sollen Blackouts verhindern», lautete da der Titel. Darunter stand: «Ein Verband aus der Energiebranche bringt nun eine neue Lösung für das Versorgungsproblem ins Spiel: den gestaffelten Bau von rund zweitausend kleinen Gaskraftwerken, die über weite Teile der Schweiz verteilt werden. Diese lassen sich zentral steuern und können bei Bedarf innert kürzester Zeit angeworfen werden. Im für 2050 geplanten Vollausbau würde das System eine ähnliche Spitzenleistung erreichen wie die heutigen Kernkraftwerke. Schon heute ist nämlich klar: Das Importproblem wird auch über die nächsten Jahr-

zehnte bestehen bleiben. Nicht nur wegen des Atomausstiegs, sondern auch wegen der Elektrifizierung etwa des Verkehrs und der Wärmeproduktion.» Der Vorschlag habe «viel Unterstützung». SP-Nationalrat und Energiepolitiker Roger Nordmann bezeichnet ihn als «vielversprechend». Die Anlagen bestehen aus einem oder mehreren Containern und lassen sich in Gewerbegebieten oder Lagern unterbringen. «Die Gefahr von Einsparungen und langjährigen Verzögerungen ist dadurch massiv kleiner», sagt Nordmann. Weiter erfuhr wir in dem Artikel, dass in der Schweiz bereits 950 solcher Anlagen in Betrieb sind und dass es sich dabei um Wärme-Kraft-Koppelung (WKK) handelt. Auch «Unterstützung aus der ETH» erhalten die Anlagen laut der Zeitung. Dass der zitierte Professor selber im Vorstand des Verbands ist, von dem der Vorschlag stammt, bleibt unerwähnt.

Wind, Fotovoltaik und grünes Gas

Am 23. Oktober erschien in der AZ ein Interview mit dem CEO der Axpo Christoph Brand. Er «fordert eine massive Beschleunigung beim Ausbau der Stromproduktion. Grosse Hoffnungen setzt er in Sonnenenergie. Ohne grosse Freiflächenanlagen werde es aber nicht gehen. Gleichzeitig warnt er davor, die Wasserkraft zu überschätzen.» Auf die Frage, ob die Axpo in Gaskraftwerke investieren wird, antwortete Brand: «Wir gehen davon aus, dass es ab den 40er-Jahren – wenn die Kernkraftwerke vom Netz gehen – für die Wintermonate zwei oder drei grosse, klassische Gaskraftwerke brauchen wird. Um die Klimaziele nicht zu konterkarieren, wären diese Kraftwerke aber CO₂-neutral, das heisst mit Grün- oder Synthesegas oder mit Wasserstoff zu betreiben. Und natürlich haben wir die Fähigkeiten, ein solches Gaskraftwerk zu bauen und zu betreiben. Aber wir haben keine konkreten Pläne. Auch hier zählt die Wirtschaftlichkeit, denn so ein Werk kostet schnell mal eine halbe Milliarde Franken und soll ja nur dann laufen, wenn es wirklich notwendig ist.»

«Es müsste schon sehr viel schief laufen»

In einem ausführlichen Interview in den Tamedia-Zeitungen vom 28. Oktober erklärte Bundesrätin Simonetta Sommaruga, «wie es wirklich um die Stromversorgung im Land steht, wie man sich auf Notsituationen vorbereitet – und welche Fehler begangen wur-

den». Auch die Energieministerin äussert sich zu Gaskraftwerken: «Wenn die nun eingeleiteten Massnahmen nicht genügen, dann – und nur dann – kommt Gaskraft als Option ins Spiel. Allerdings müssten Gaskraftwerke zwingend klimaneutral sein. Das ist nicht so einfach, weil Biogas nicht ausreichend vorhanden ist und die CO₂-Speicherung noch nicht ausgereift und teuer ist. Es bleiben dann vor allem Kompensationen.» Sommaruga relativiert zudem die eingangs erwähnte Studie. Diese beschreibe «den Worst Case: Beznau 1 und 2 fallen gleichzeitig aus, zudem ein Drittel der französischen AKW. Und darüber hinaus würde die EU den Stromimport beschränken. Dann könnte die Schweiz ihren Strombedarf am Ende eines Winters unter Umständen während 47 Stunden nicht vollständig decken. Es müsste also schon sehr viel zeitgleich schieflaufen.» Auf den Widerspruch, dass die Bevölkerung auf fossile Treib- und Brennstoffe verzichten sollte und nun Gaskraftwerke geplant würden, geht Sommaruga in ihrer Antwort nicht wirklich ein, bringt aber von sich aus weitere Probleme dieser Strategie zur Sprache: «Wir reden hier von einer kurzfristigen Notsituation, für welche die Elektrizitätskommission Lösungen prüft. Im Moment steigen allerdings die Gaspreise. Und mit Gas würden wir die Abhängigkeit vom Ausland erhöhen. Dabei wollen wir das Gegenteil. Trotzdem müssen wir offen bleiben. Es fällt mir aber auf, wie viel jetzt über Gas und AKW gesprochen wird. Eigentlich sollten wir darüber reden, wie wir die Fotovoltaik ausbauen. Die Axpo sagt, sie wolle keine AKW, weil die Fotovoltaik

so viel günstiger sei. Der Sonnenpreis steigt nicht – im Unterschied zum Gaspreis. Und er wird auch nicht von Staaten wie Russland erhöht.»

Eine unausweichliche Option?

Am Tag nach dem Interview erschienen in den Tamedia-Blättern «Fakten zu den 15 wichtigsten Fragen» zur Versorgungssicherheit. «Warum sind Gaskraftwerke nun plötzlich ein Thema?», lautete Frage Nummer 13. Die Antwort: «Gaskombikraftwerke könnten helfen, etwaige Mangellagen zu überbrücken. Neu ist diese Option nicht, vielmehr ist sie Bestandteil der Energiestrategie 2050, die das Volk 2017 gutgeheissen hat. Der Bundesrat will an dieser Option festhalten – unter der Voraussetzung, dass die Werke klimaneutral betrieben würden. Die Elcom arbeitet derzeit an einer Auslegung.» Auch im Leitartikel des Folgetages kam die Gaskraft zur Sprache. Die Energieministerin habe lange gezögert, sich dazu zu äussern, «wohl nicht zuletzt, weil mit der Abstimmung über das CO₂-Gesetz eine klimapolitische Weichenstellung bevorstand. Gaskombikraftwerke produzieren CO₂, doch liessen sie sich heute – wenn auch teuer – klimaschonend betreiben. Als Backup, wenn im Winter tatsächlich Strommangel herrschen sollte, wären diese Kraftwerke eine beruhigende Versicherung. Die unbeliebte Option Gaskraft wird je länger je mehr unausweichlich, solange wir mit dem Ausbau der inländischen erneuerbaren Stromversorgung zuwarten.» (M.Re. nach verschiedenen Medienberichten, Oktober 2021)

Schweiz

In der Standortregion Nördlich Lägern wird seit Anfang September 2021 gebohrt. Die Tiefbohrung in **Bachs** ist die neunte und voraussichtlich letzte einer Serie, die 2019 begonnen hat. Damit will die Nagra das Bild des Untergrunds in Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost vervollständigen.



Der Bohrplatz Bachs, wo die letzte Tiefbohrung der Nagra durchgeführt wird. Nächstes Jahr kann die Nagra bekannt geben, welche der drei potenziellen Standortregionen sich aus ihrer Sicht am besten für ein Tiefenlager eignet.

Foto: Nagra

In den von den Betreibern der Kernanlagen geäußerten **Stilllegungs- und Entsorgungsfonds** befinden sich Ende 2020 insgesamt CHF 8,852 Mrd. (2019: CHF 8,492 Mrd.). Die Anlagerenditen im Jahr 2020 betragen rund 4,0% (2020: 12,6%). Dies geht aus den Jahresberichten und Jahresrechnungen hervor, die der Bundesrat am 17. September 2021 genehmigt hat.

Alle fünf Jahre ermittelt die Kernenergiebranche mit einer umfassenden Studie die voraussichtlichen Kosten für die Stilllegung und Entsorgung der Schweizer Kernanlagen. Die neue **Kostenstudie 2021** von Swiss-nuclear enthält eine finanzielle Sicherheitsreserve und bestätigt, dass die Finanzierung von Stilllegung und Entsorgung gesichert ist. Die Gesamtkosten betragen neu CHF 23,083 Mrd.

Ohne Kooperation mit der EU und bei weniger Kernenergie könnte die **Stromversorgung** in der Schweiz schon 2025 nicht mehr durchgehend sichergestellt sein. Das geht aus einem Bericht hervor, den das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (Uvek) veröffentlicht hat.

Für den Fall einer **Strommangellage** bereitet der Bund die Schweizer Unternehmen auf mögliche Probleme vor. Die Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen (Ostral) hat dazu über die notwendigen Vorbereitungsarbeiten für eine langandauernde Strommangellage informiert.

Der CEO der Axpo, Christoph Brand, sieht für die Schweizer Kernkraftwerke eine Laufzeit von 60 Jahren vor, damit die Schweiz nicht in eine **Strommangellage** gerät. Nach der Ausserbetriebnahme der Kernkraftwerke soll in den Wintermonaten der fehlende Strom zusätzlich von Gaskraftwerken basierend auf CO₂-neutralem Gas erzeugt werden, um die drohende Stromknappheit zu verhindern.



Laut Axpo-CEO Christoph Brand braucht es zur Bewältigung der Winterlücke noch zusätzliche Gaskraftwerke – aber erst nach 2040, wenn die Kernkraftwerke nach 60 Jahren Laufzeit abgestellt werden.

Foto: Axpo

Am Paul Scherrer Institut (PSI) wird eine an einem inoperablen Lungentumor erkrankte Patientin mit **Protonen**, also positiv geladenen Teilchen, bestrahlt. Es ist das erste Mal in der Schweiz, dass diese Art der Bestrahlung zur Krebsbehandlung an der Lunge eingesetzt wird. Vom Einsatz der besonders schonenden und präzisen Bestrahlungsart bei Lungenkrebs erhoffen sich die Ärzte weniger Nebenwirkungen am gesunden Lungengewebe und am Herz.

International

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) hat zum ersten Mal seit dem Unfall in Fukushima-Daiichi vor zehn Jahren ihre Prognosen für das potenzielle Wachstum der **Kernenergiekapazität** zur Stromerzeugung in den kommenden Jahrzehnten nach oben korrigiert. Sie geht jetzt von einer Verdopplung bis 2050 aus.

Pieter Timmermans, CEO des belgischen Unternehmerverbandes (Fédération des entreprises de Belgique, FEB), fordert **Klarheit** für die Kernenergie, denn «niemand weiss, wohin es geht».



FEB-CEO Pieter Timmermans: «Wir fordern ein Ende der Unsicherheit und Inkonsistenz im Kernenergie-dossier.»

Foto: Le Soir / Mathieu Golinvaux

In einem offenen Brief an die EU-Kommission sprechen sich insgesamt 15 Minister aus zehn EU-Mitgliedstaaten für die Nutzung von Kernenergie und deren Aufnahme in die **Taxonomie-Verordnung** der EU bis Ende des Jahres aus.

In einem «offenen Brief an alle Deutschen» fordern 25 führende Schriftsteller, Journalisten und Wissenschaftler aus dem In- und Ausland **Deutschland** auf, seine Kernkraftwerke am Netz zu lassen, da sonst die Gefahr besteht, dass die Kohlenstoffemissionen steigen und das Klimaziel für 2030 verfehlt wird.

Kernreaktoren haben in den letzten 50 Jahren weltweit dazu beigetragen, die Emission von 72 Mrd. Tonnen CO₂ im Vergleich zur Stromerzeugung aus Kohle zu vermeiden. Nach Angaben der World Nuclear Association (WNA) ist das mehr als das Doppelte der jährlich weltweit ausgestossenen Gesamtmenge an Kohlendioxid.

Wenn China die Ziele des Pariser Abkommens zur **Kohlenstoffneutralität** einhält, könnte die Kernenergie schnell expandieren und sich zwischen 2020 und 2060 fast verfünffachen und nach 2030 möglicherweise den grössten kommerziellen Reaktorpark der Welt bilden. Zu diesem Schluss kommt die Internationale Energieagentur (IEA).

Neue fortgeschrittene Kerntechnologien sollen dabei helfen, die CO₂-Emissionen in **Australien** zu senken. Der Verband der Bergbauindustrie «Minerals Council of Australia (MCA)» fordert deswegen, den Einsatz von kleinen, modularen Reaktoren (Small Modular Reactors, SMR) zu prüfen.



Wenn es nach dem australischen Verband für Bergbau-industrie geht, sollen auch fortgeschrittene Kerntechnologien zum zukünftigen Energiemix beitragen. Die Illustration zeigt ein NuScale Power Module auf einem LKW.

Foto: NuScale Power

Der Chemiekonzern CIECH und die Synthos Green Energy unterzeichnen eine Absichtserklärung, um bei der möglichen Entwicklung von kleinen, modularen Reaktoren (Small Modular Reactors, SMR) sowie Mikroreaktoren für den industriellen Einsatz in **Polen** zusammenzuarbeiten.

Die Societata Nationala Nuclearelectrica plant, bis 2028 einen kleinen, modularen Reaktor des amerikanischen Unternehmens NuScale Power in **Rumänien** zu bauen.

Der britische Maschinenbaukonzern **Rolls-Royce** wird von privaten Investoren und von der britischen Regierung bei der Entwicklung kleiner, modularer Reaktoren unterstützt.

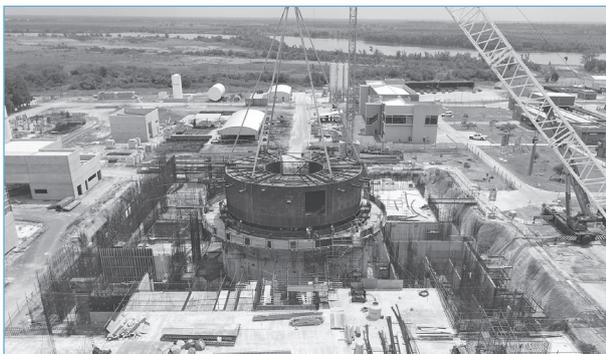
Der Kohlestromerzeuger ZE PAK und die Synthos Green Energy unterzeichnen eine Vereinbarung über die Zusammenarbeit bei der Entwicklung von kleinen, modularen Reaktoren in **Polen**.



Die ZE PAK und die Synthos Green Energy beschliessen, ein gemeinsames Projekt zum Bau von SMR zu lancieren.

Foto: Synthos Green Energy

Das argentinisch-brasilianische Unternehmen Henisa Sudamericana übernimmt die wichtigsten Betonarbeiten am kleinen, modularen Reaktor **Carem-25** in Argentinien.



Die Baustelle des argentinischen SMR Carem-25 im November 2020.

Foto: CNEA

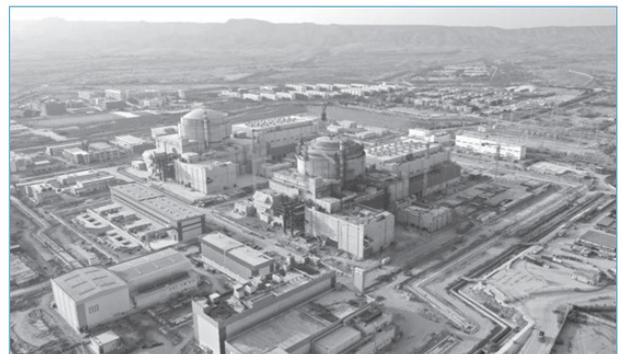
Südafrika plant neue Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 2500 MW, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Laut der stellvertretenden Energieministerin, Nobuhle Pamela Nkabane, soll die Auftragsvergabe 2024 abgeschlossen sein.

Rund EUR 40 Mio. sind erforderlich, um dringende Arbeiten zur Beseitigung der drohenden Gefahr durch radioaktive und giftige Abfälle in **Zentralasien** zu finanzieren. Dies geht aus einer neuen Kostenschätzung hervor, welche die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO) veröffentlicht hat.

Das südafrikanische Kabinett genehmigt den Bau eines **Mehrzweckreaktors**, der den Forschungsreaktor Safari-1 im Kernforschungszentrum Pelindaba westlich von Pretoria ersetzen soll.

Die japanische Nuclear Regulatory Authority (NRA) stimmt der Wiederinbetriebnahme von **Shimane-2** der Chugoku Electric Power zu. Bevor die Siedewasserreaktoreinheit die Stromproduktion wiederaufnehmen kann, muss die Betreiberin die Zustimmung der lokalen Behörden erhalten.

Bei der Hualong-One-Einheit **Karachi-3** in Pakistan werden der Primär- und Sekundärkreislauf erfolgreich hydraulischen Warmtests unterzogen.



Karachi-3 nähert sich der Inbetriebnahme.

Foto: CNNC

Im ersten und einige Wochen später im zweiten der beiden gasgekühlten Hochtemperaturreaktoren der **HTR-PM-Demonstrationsanlage** in Shidaowan in der chinesischen Provinz Shandong läuft zum ersten Mal eine sich selbsterhaltende Kettenreaktion ab. →



Operateure im Kommandoraum fahren den ersten der beiden gasgekühlten Hochtemperaturreaktoren der HTR-PM-Demonstrationsanlage kritisch.

Foto: China Huaneng Group

Der Kernkraftwerksblock **Barakah-2** gibt erstmals Strom ans lokale Netz ab. Damit ist in den Vereinigten Arabischen Emiraten (VAE) die zweite von vier Einheiten in Betrieb.



Die APR-1400-Einheit Barakah-2 hat am 14. September 2021 erstmals Strom erzeugt.

Foto: FANR

Der Präsident **Kasachstans**, Kassym-Schomart Tokajew, spricht sich am Eastern Economic Forum in Wladiwostok für den Bau eines Kernkraftwerks in seinem Land aus.



Kassym-Schomart Tokajew ist der Meinung, dass Kasachstan ein Kernkraftwerk braucht.

Foto: Kasachische Präsidentschaft

Die Fertigstellung der Kernkraftwerkseinheit **Chmelnyzki-4** in der Ukraine kann durch die Verwendung von Anlagenkomponenten, die ursprünglich für das Neubauprojekt Virgil C. Summer in den USA vorgesehen waren, beschleunigt werden.



Führungskräfte der Energoatom inspizieren einen Reaktor-druckbehälter in der Lagerhalle der Westinghouse, der ursprünglich für den Neubau am Standort Virgil C. Summer bestimmt war.

Foto: Energoatom

Die Oglethorpe Power geht beim kommerziellen Betrieb der Blöcke 3 und 4 des Kernkraftwerks **Vogtle** in den USA von den Terminen Juni 2022 und Juni 2023 aus, wie das Unternehmen am 26. August 2021 in einem Briefing für Investoren mitteilt.



Die Oglethorpe Power – eine Mitbesitzerin der in Bau stehenden Kernkraftwerkseinheiten Vogtle-3 (links) und Vogtle-4 in den USA – hat Budgetreserven eingeplant, um für eventuelle Verzögerungen bei der Inbetriebnahme gewappnet zu sein.

Foto: Georgia Power

Die Exelon Generation bereitet sich für den Weiterbetrieb ihrer Kernkraftwerke **Byron** und **Dresden** vor, nachdem das neue Energiegesetz des amerikanischen Bundesstaats Illinois verabschiedet worden ist.

Das amerikanische Department of Energy (DOE) wird die Demonstration einer Technologie mit USD 20 Mio. unterstützen, mit der sauberen **Wasserstoff** aus Kernenergie erzeugt werden kann.

Das deutsch-kanadische Kerntechnik-Startup **Dual Fluid** schliesst seine erste Finanzierungsrunde erfolgreich ab. Private Investoren brachten umgerechnet knapp CHF 5,2 Mio. auf. Die nächste Finanzierungsrunde ist laut Dual Fluid in anderthalb bis zwei Jahren geplant und wird sich auch an institutionelle Investoren richten.

Das zweite Modul der zentralen Transformatorspule des Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktors (**Iter**) – auch zentrales Solenoid genannt – erreicht den Hafen Fos-sur-Mer in Frankreich am 6. Oktober 2021.



Das 110 t schwere Modul ist eines der drei «unteren Module» des aus sechs Modulen bestehenden zentralen Solenoids. Das Bild zeigt, wie es an Bord eines speziell konstruierten Lastkahns das Binnenmeer Étang de Berre überquert.

Foto: Iter Organization

Die Bruce Power erhält von der Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) die Genehmigung, das medizinische Isotop **Lutetium-177** in ihrem Kernkraftwerk kommerziell zu produzieren. (M.A.)



Bruce in der kanadischen Provinz Ontario wird weltweit zum ersten Kernkraftwerk, welches das medizinische Isotop Lutetium-177 kommerziell produzieren kann.

Foto: Bruce Power

- 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. Anna Veronika Wendland

Osteuropa- und Technikhistorikerin



Die Klimakrise und die Zukunft der Industriegesellschaft – Brauchen wir eine neue Debatte über die Kernenergie?

Im Sommer 2020 erörterte die Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung unter dem Titel «Letzte Hoffnung Atomkraft» die Frage, ob eine Aussetzung des Atomausstiegs Deutschland klimapolitisch weiterbringen könnte. Der Autor, Konrad Schuller, endet mit einem erstaunlichen Befund: Er hätte gar nicht lange suchen müssen, um gleich zwei führende deutsche Grüne zu finden, die den Atomausstieg für einen Fehler hielten. «Wir haben das falsche Schwein geschlachtet», sagte demzufolge einer dieser grünen Gewährsleute mit Blick auf die nach dem Atomausstieg weiterlaufenden Kohlekraftwerke.

Seitdem haben sich viele Politiker und Wirtschaftsführer mit ähnlichen Aussagen zu Wort gemeldet – in Deutschland und auch in der Schweiz, deren Energiepläne den deutschen ähneln. Dabei hat die Schweiz einen gleich dreifachen Standortvorteil gegenüber Deutschland: Sie hat sich beim Atomausstieg nicht unter demselben Termindruck gesetzt, und sie hat einen ganz anderen Energiemix als Deutschland, was ihr ohnehin mehr Spielraum verschafft.

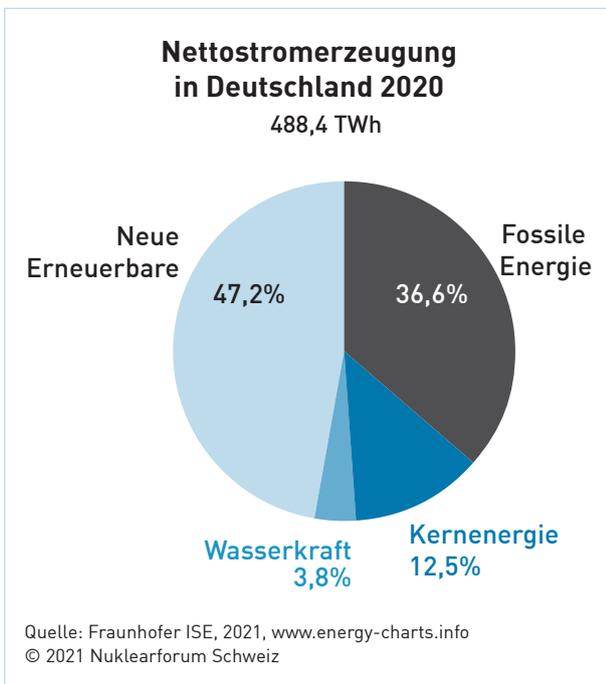
Die Grafik auf der Seite 23 zeigt die Stromerzeugung in einer typischen Frühherbstwoche in der Schweiz. Kernenergie und Wasserkraft, beide CO₂-arme Erzeuger, dominieren das Netz, Spitzen wurden mit eigener Pumpspeicherleistung und Stromimporten ausgeglichen, unter anderem auch Atomstrom aus Frankreich. Man könnte eigentlich mit Blick auf die Schweiz und die Klimaziele einer Elektrizitätswirtschaft sagen «never change a winning team».

Die Schweiz steht angesichts ihres Atomausstiegsbeschlusses folglich vor der grossen Frage, womit das nukleare Drittel ersetzt wird, das bereits jetzt mit 12g / kWh (IPCC) CO₂-Last jede Anforderung des Welt-

klimarats an eine Klimaschutz-konforme Stromerzeugung erfüllt. Der schweizerische Energieplan besagt, vor allem mit Fotovoltaik und Wasserkraft. Auch in der Schweiz kämpfen jedoch Wasserkraft-Erweiterungsprojekte und Windkraft-Projekte mit Einsparungen. Die Fotovoltaik dürfte auf weniger Widerstand treffen, birgt aber andere Probleme, auf die ich noch eingehen werde. Gleichzeitig wird das Geschäftsmodell der Schweizer Wasserkraft durch Dumping-Windstrom aus Deutschland bedrängt, wenn die dortige Wetterlage das zulässt – auch das ist kein Anreiz für Wasserkraftprojekte. Wird also die Schweiz in eine Erdgasfalle rutschen, wie es sich in Deutschland bereits abzeichnet?

Deutschland steht unter Dekarbonisierungsdruck

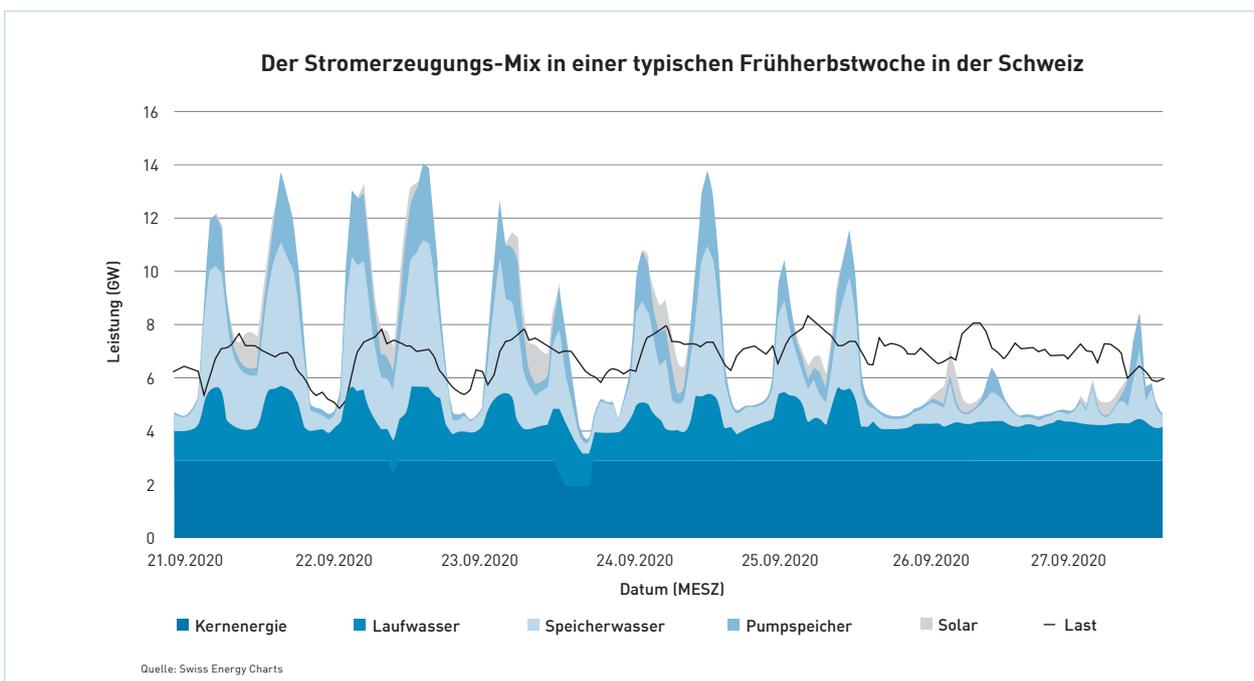
Der Energiemix Deutschlands ist trotz 20 Jahren Energiewende weit dreckiger als jener der Schweiz, die Deutschen stehen also unter weit mehr Dekarbonisierungsdruck. Wenn wir die Entwicklung streng unter der Massgabe eines Klimaziels betrachten, so hat Deutschland in diesen 20 Jahren, drastisch gesprochen, eigentlich mit dem Hintern eingerissen (Kernenergieausstieg), was es mit den Händen (Erneuerbaren-Aufbau)



Trotz einer radikalen Erosion des Anlagenbestandes seit 2000, besonders aber seit dem Ausstiegsbeschluss von 2011, macht die Kernenergie immer noch 12% der deutschen Stromversorgung aus. Die Rest-Inseln der Kernenergie in Deutschland, fünf Druckwasserreaktoren und ein Siedewasserreaktor, produzieren so viel Strom wie die gesamte in 20 Jahren und mit vielen Milliarden Euro Subventionen errichtete Fotovoltaik. Überdies so viel wie die Hälfte der Windstromproduktion, die man ebenfalls in 20 Jahren mit vielen Milliarden Fördergeld errichtete. Wir sehen ausserdem einen deprimierend hohen Fossilanteil, der von heimischer Braunkohle, importierter Steinkohle und importiertem Erdgas bespielt wird.

Den müsste man unter Klimaschutzgesichtspunkten also zuerst reduzieren. Doch was macht man? Man steigt aus der Kernenergie aus. Am 1. Januar 2023 wird kein deutsches Kernkraftwerk mehr am Netz sein. Deutschland wird dann pro Jahr 60 TWh weniger CO₂-armen Strom produzieren und 8,5 GW weniger gesicherte Leistung im Netz haben. Jeder kann sich angesichts der langen Planungs- und Bauphasen auch im Bereich der deutschen Windkraft – und angesichts der Nichtexistenz von Stromspeichertechnologie im Industriemasstab – ausrechnen, dass diese Aktion erst einmal eine Lebensversicherung für Fossilkraftwerke sein wird. Und ganz folgerichtig ist laut derzeitigem Kohleausstiegsplan erst 2038 Schluss mit der Kohle, auch wenn die künftige Regierungskoalition den Aus-

aufgebaut hat – deswegen stagniert es bei ca. 50% erneuerbare Energien-Ausbau. Der Hauptgrund ist die Grundausrichtung, sozusagen die Verfassung der deutschen Energiewende. Deren erklärtes Hauptziel war der Atomausstieg; Klimaschutz war lange Jahre nur ein Nebenziel. Und genau das bricht dem deutschen Klimaziel nun den Hals.



stieg möglichst vorziehen möchte – und hofft, dass ihr die steigende CO₂-Bepreisung von Kohlestrom dabei unter die Arme greift.

In Deutschland werden daher, ähnlich der Schweiz, immer mehr Zweifel an der Ausstiegsreihenfolge laut: Deutschland hätte zuerst aus der Kohle und danach aus der Atomkraft aussteigen müssen statt umgekehrt, um die immer ehrgeizigeren Klimaziele zu erreichen. In der Schweiz macht man sich zunehmend darüber Gedanken, wie es denn ausgehen soll, wenn der solide Sockel an Kernenergiestrom fehlt.

Auch immer mehr Bürgerinnen und Bürger in beiden Ländern fragen sich, ob es sinnvoll ist, inmitten einer von allen Politikern beschworenen Klimakrise ausgerechnet aus einer Stromerzeugung auszusteigen, die nicht nur CO₂-arm ist, sondern überdies für gesicherte Leistung sorgt. In Deutschland, das anders als die Schweiz über keine nennenswerten Wasserkraftreserven verfügt, stellt sich diese Frage akuter denn je: Können wir die Transformation schaffen – und dabei ein Industrieland bleiben?

Die deutsche Bundesregierung hat vor dem Hintergrund des «European Green Deal» die Ziele der Reduzierung von CO₂-Emissionen nochmal verschärft: 65% im Jahr 2030 und 95% im Jahr 2050 gegenüber 1990. Diese Zielverschärfung hätte aufgrund von zunehmender Elektrifizierung einen Anstieg des Bruttostrombedarfs bis 2030 auf 700 bis 780 TWh_{el} und bis 2050 auf 1250 bis 1570 TWh_{el} zur Folge.

Dafür ist unter anderem Folgendes erforderlich: Eine bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu heute um 2,9- bis 3,8-mal höhere Leistung an Fotovoltaikanlagen (155–199 GW_{el}) und 2,1- bis 2,3-mal höhere Leistung an Wind Onshore und Wind Offshore (131–144 GW_{el}).

Der Aufbau von (bislang nicht vorhandenen) Kurzzeitspeichern (insbesondere stationärer Batterien) auf 84 GWh_{el}. Hinzu kommt der Bedarf für Langzeitspeicherung von «grünem» Gas aus Windkraft-Elektrolyse-Wasserstoff, um Dunkelflautezeiten mit Rückverstromung zu überstehen. Hier variieren die Studienangaben zwischen 8 und 80 TWh benötigter Speicherkapazität. Ausser Pilotanlagen gibt es auch in diesem Bereich heute keine Infrastruktur.

Das bedeutet also nicht nur einen Start von null auf über 84 GWh Kapazität im Bereich der Kurzzeit-Batteriespeicher, sondern auch der Aufbau eines Äquivalents von 60 bis 150 Kernkraftwerken in Form von Gas-

kraft – in einem Markt, in dem jedoch die Zukunft des «Grüngases» schon aus Kostengründen ungewiss ist. Nicht von ungefähr steckt daher in allen Energiewendeszzenarien ziemlich viel ganz banales Erdgas für eine ziemlich lange Zeit.

Die Materialität und Ökologie der erneuerbaren Energien

Werfen wir einen Blick auf die rein materiell-ökologische Seite der Geschichte. Das ist umso notwendiger, als wir in unseren Energiediskursen immer wieder feststellen, dass Materialbedarf, Extraktionsindustrien, Massenströme und Eingriffe in Landschaften überhaupt keine Rolle zu spielen scheinen, sobald die Rede auf Fotovoltaik-Anlagen und Windparks kommt. Die meisten Fotos zeigen einzelstehende Anlagen in blau-grünen Naturlandschaften, kaum je eines die den Blick erschlagenden Fotovoltaik-Farm-Fotos aus Südostasien, wo ganze Hügel mit Solarpanelen eingekleidet werden. Kaum jemand reflektiert, dass Windparks eine gewaltige Zusatzlast auf in der Regel schon vorbelastete Landschaften und ihre Biodiversität darstellen, wie Ökologen befürchten. Stattdessen hat sich eine Vorstellung von gleichsam masse- und interaktionsfreien, «sanften» Erneuerbaren in den Köpfen unserer Bürger etabliert, während ihnen beim Stichwort AKW natürlich nicht die minimalinvasiven Anlagen Gösgen oder Grohnde im Leistungsbetrieb vorschweben, sondern Fässer mit monströsem Atom Müll, Uranabbau-Halden und Reaktorexpllosionen in der Sowjetunion und Japan.

Das Kernkraftwerk Isar-2 erzeugt jährlich rund 12 TWh Strom. Kernenergie hat eine ähnliche CO₂-Bilanz wie Windkraft, laut IPCC 12g CO₂-Äquivalent pro kWh. Will man die Stromproduktion von Isar-2 durch moderne 5-MW-Windkraftanlagen mit bis zu 160 m Nabenhöhe, rund 160 m Rotordurchmesser und bis zu 230 m Gesamthöhe erledigen lassen, müssten wir bei der durchschnittlichen Arbeitsverfügbarkeit von Onshore-Windkraftanlagen 1245 Anlagen errichten; legt man die meist über-optimistischen Herstellerangaben zugrunde, sind es immer noch 810 Anlagen. Das ist eine ganze Menge Beton, Stahl, nicht recyclebare Carbonfaser-Verbundstoffe, diverse Metalle und Seltene Erden. Die Rohstoffe werden zumeist aus Extraktionsindustrien in Asien bezogen, deren Arbeits- und Umweltbedingungen schlechter dastehen als im häufig geschmähten Uranabbau. Betrachten wir die in der Branche üblichen Abstandsregeln, können wir berechnen, welche Fläche wir mit dem Isar-2-Ersatzwindpark belegen müssten: je nach Berechnungsgrundlage 311 bis 478 km². Das ist im günstigsten Fall die Fläche

Münchens, im ungünstigeren Fall das rund 1,5-Fache davon. Oder ein Quadrat mit 17 bis 22 km Kantenlänge.

Überlegen wir uns jetzt noch, wie hoch in einem Industrieland der Dekarbonisierungsbedarf der Industrie ist. Allein die deutsche Chemieindustrie gab vor einiger Zeit ihren Bedarf allein mit 600 TWh/Jahr an. Dieser mag aufgrund von Effizienzgewinnen und neuen Prozesstechnologien bis 2050 sinken, aber selbst die Hälfte wäre eine gigantische Energiemenge. Um ein einziges Stahlwerk von der Hochofen- auf die Wasserstoffreduktionsroute zu setzen, benötigt man – ausser hohen Investitionen in eine Elektrolyse-Infrastruktur – eine Strommenge, die der Jahresproduktion von fast drei Kernkraftwerken wie Isar-2 entspricht, nämlich 33 TWh.

Zur Erreichung der verschärften Klimaziele in Deutschland müssten über doppelt so viel Windkraftanlagen gebaut werden als heute vorhanden sind. Das sind ca. 30'000, allerdings viele Anlagen mit kleineren Leistungsklassen. Das möglichst in wenigen Jahren, dann wird man allmählich doch etwas demütig angesichts der Flächen, die belegt werden müssen – die Rede ist von 2% des Territoriums der Bundesrepublik – und der Materialströme, die damit initiiert werden. Denn oben drauf müssen Sie sich ja noch eine Vervierfachung der Fotovoltaikanlagen auf den deutschen Dächern oder in Freiluftanlagen vorstellen.

All diese Überlegungen können natürlich auch für die Schweiz angestellt werden. Die Berechnungen der schweizerischen Energieperspektive 2050+ (ZERO Basis 2050) erscheinen mir im Lichte der oben genannten Zahlen allerdings fast moderat. Sie gehen von einem starken Sinken des Endenergieverbrauchs von 783 auf 524 PJ zwischen heute und 2050 aus. Die Schweiz hat das grosse Privileg, «nur» ihr Drittel Kernenergiestrom im Energiemix ersetzen zu müssen, während die Deutschen mit einem ungleich grösseren Problem konfrontiert sind. Die Steigerung des Stromverbrauchs erscheint machbar: 11% bis 2050. Zum Vergleich: Die deutschen Energiestudien setzen den Stromverbrauch Deutschlands für 2050 auf das Doppelte bis Dreifache an.

Und es wird offenbar, wie die Schweiz die Kernenergie ersetzen will: Durch erneuerbare Energien – was fast ausschliesslich über einen deutlichen Fokus auf der Fotovoltaik (34 TWh) und der Wasserkraft (38,6 TWh) geschehen soll. Doch alles steht und fällt mit der Frage, ob die Wasserkraft in Klimawandel-geprägten Sommern noch dieselbe Rolle spielen wird wie heute, und

ob die gesicherte, tageszeitunabhängige Kernenergie wirklich erfolgreich durch vor allem Fotovoltaik ersetzt werden kann. Der massive Fotovoltaik-Ausbau ist materialintensiv, seine Nachhaltigkeit steht in Frage, die CO₂-Bilanz der Fotovoltaik ist viermal höher als die der Kernenergie und der Windkraft. Und droht hier am Ende, verpackt in das graue Feld des Imports, auch eine Abhängigkeit von fossiler Gaskraft. Eigentlich will man den Schweizern raten, ihren Strommix so zu lassen, wie er ist.

Rolle der Kernenergie in einer reformierten Klimapolitik

Paradoxerweise ist zu konstatieren, dass Deutschland im Lichte der oben gemachten Ausführungen die Beibehaltung der Kernenergie eigentlich weit nötiger brauchen würde als die wasserkraftverwöhnte Schweiz. Denn Deutschland liegt im CO₂-armen Ranking weit hinter der Schweiz.

Doch auch für die Schweiz stellt sich die grundsätzliche Frage, warum eigentlich unter grossen Mühen eine günstige, etablierte CO₂-arme Technologie durch Fotovoltaik ersetzt werden soll – eine grösstenteils teure Technologie, mit um die 40 g/kWh CO₂-Ausstoss? Die Fotovoltaik ist zudem tageszeit- und jahreszeitabhängig, liefert im Winter kaum und ist somit auf Speichertechnologie und Netzausbau angewiesen wie keine zweite der erneuerbaren Energien. In einer solchen Situation sollte unideologisch abgewogen werden: Was riskieren wir, wenn wir die Kernenergie NICHT mehr nutzen? Im Falle Deutschlands ganz offensichtlich die Verlangsamung, eventuell auch ein Scheitern bei den Klimazielen, im Falle der Schweiz und Deutschlands auf jeden Fall eine ungeheure ökonomische Anstrengung. Und dürfen wir das Schicksal unserer Kernkraftwerke von Unfällen im Ausland abhängig machen? Die deutschen und schweizerischen Kernkraftwerke waren und sind sicherheitstechnisch extrem robust aufgestellt und nicht mit Tschernobyl und Fukushima gleichzusetzen.

Das Entsorgungsproblem ist beherrschbar. Die Schweiz ist mit ihrer Endlagersuche wesentlich weiter als Deutschland. In Deutschland wiederum gibt es längst ein funktionierendes Endlager für hochtoxischen Chemieabfall, der nie zerfallen wird – und über den niemand redet, um den sich niemand sorgt und der keine Diskussionen auslöst. Die Aufgabe, radioaktiv strahlenden und wärmeentwickelnden Müll zu sichern, ist zwar anspruchsvoller, aber machbar. Man muss das Endlager auch nicht eine Million Jahre lang bewachen, sondern nur in der Zeit bis zum Verschluss. →

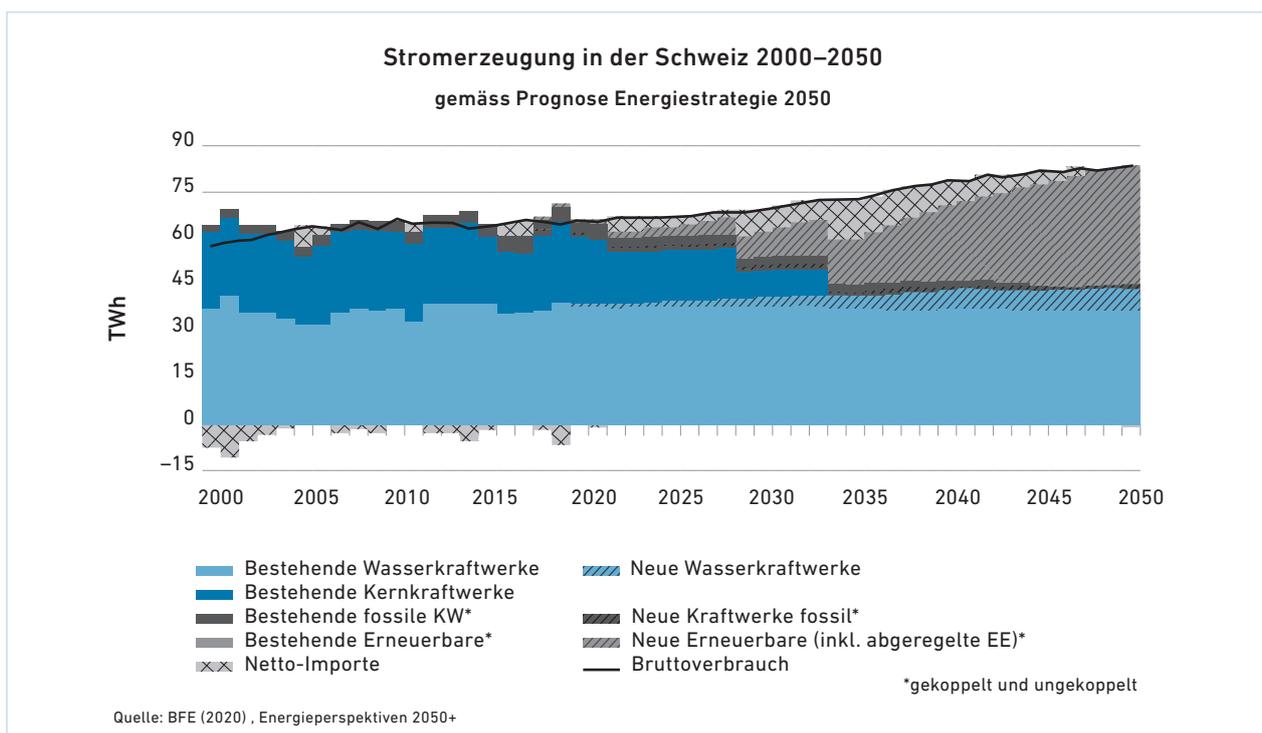
Atomkraftgegner behaupten, das Geld, das für Kernenergie ausgegeben werde, stünde nicht mehr für Erneuerbare zur Verfügung, weshalb Kernenergie klimaschädlich sei. Doch was ist eigentlich unser gemeinsames Ziel? Die Bekämpfung der Erderwärmung, nicht die Etablierung der Erneuerbaren als Selbstzweck-Industrie. Richtschnur politischen und gesellschaftlichen Handelns kann nur das Klimaziel des Pariser Abkommens sein. Wenn wir dieses, gerade in der Zeit bis zur Verfügbarkeit fortgeschrittener Speichertechnologien, mit Atomkraft schneller erreichen können als ohne, plädiere ich für ein Verbleiben in der Atomkraft.

Kernenergienutzung könnte den ungeheuren Erfolgsdruck, aber auch den Albtraum des drohenden Scheiterns von den Erneuerbaren nehmen. Vor allem aber könnte sie Druck von unseren Landschaften nehmen, die von Windkraft- und Wasserkraftausbau massiv betroffen sein werden. Denkbar ist, wie in anderen Ländern auch, ein komplementäres Energiesystem, in dem Kernkraftwerke und Erneuerbare Hand in Hand arbeiten und die immens gestiegenen Strombedarfe der Zukunft bereitstellen. Es schreitet eigentlich alles nach Komplementarität – und nach etwas mehr Gelassen-

heit und weniger Rigorismus in energiepolitischen Fragen. Da die Schweiz das Land der Gelassenheit und Bedachtsamkeit ist, sehe ich gute Chancen, dass in Ihrem Land Fehlentscheidungen noch revidiert werden können.

Dr. Anna Veronika Wendland ist Osteuropa- und Technikhistorikerin in Marburg. Für ihre Habilitationsschrift über die Kerntechnische Moderne hat sie viele Jahre in Kernkraftwerken in Osteuropa und Deutschland geforscht. Wendland bloggt bei salonkolumnisten.com über Energie- und Klimafragen und ist eine viel gefragte Gesprächspartnerin in der aktuellen Klimadebatte.

► Diese Kolumne ist eine Zusammenfassung des Vortrages von Frau Wendland am Forums-Treff des Nuklearforums Schweiz vom 6. Oktober 2021 in Zürich.



Ein Rucksack voller Atomstrom

Österreich hat bekanntlich keine (je in Betrieb genommenen) Kernkraftwerke. Dass dies auch so bleibt, dafür sorgt die österreichische Verfassung. So ist denn auch die Position der Alpenrepublik im EU-Streit um die Kernenergie nicht überraschend.

Überraschend – um nicht zu sagen unverschämt – finden wir hingegen ein Statement von Österreichs Wirtschaftsministerin. Margarete Schramböck hat sich bei einem Treffen des Rats für Wettbewerbsfähigkeit, einem Gremium innerhalb des EU-Rats, im Zusammenhang mit der Klimapolitik wie folgt geäußert: «Ich sehe, dass viele europäische Länder auf Atomenergie setzen, und ich finde es skandalös vom Vizepräsidenten der Kommission Timmermans, dass er Atomstrom als CO₂-neutral bezeichnet. Aus meiner Sicht packen wir da einen schweren Rucksack für unsere Enkelkinder, der voll ist von Atomstrom, und das können wir nicht befürworten. Es ist auch nicht gerechtfertigt, dass Länder, die die Klimaziele ohne Atomstrom erreichen, wie Österreich, gleich behandelt werden wie andere, und hier muss die Kommission aus meiner Sicht eine Lösung finden.»

Man kann als österreichische Wirtschaftsministerin die Aussage, Atomstrom sei CO₂-neutral, als skandalös bezeichnen. Dann muss man sich aber den Vorwurf der Faktenresistenz gefallen lassen. Andererseits gibt es vielleicht in Österreich Leute, die es skandalös finden, dass ihre Wirtschaftsministerin indirekt eingesteht, dass Klimaziele mit Atomstrom einfacher zu erreichen sind. Wenn nun aber EU-Staaten, die aus ideologischen Gründen auf die Kernenergie verzichten, dafür bei der Erreichung von Klimazielen in irgendeiner Form bevorzugt würden, dann fänden wir das ziemlich skandalös. Zumindest prüfenswert fänden wir dagegen die Idee mit dem Atomstrom aus dem Rucksack. (M.Re.)

Neuer Anstrich für die Website des Nuklearforums

Das Nuklearforum Schweiz hat einen Relaunch seines Internetauftritts durchgeführt. Das moderne, farbige und mit vielen Bildern bestückte Design und die einfache Navigation sollen die Benutzer und Benutzerinnen ansprechen und sie intuitiv durch die Website führen.

Auf der Einstiegsseite der neuen Website finden sich direkt die neuesten Informationen rund um Kernenergie und über das Nuklearforum selbst. Der erste Blick zeigt schon, dass die Website eine neue Farbwelt hat, mit der sie frischer und moderner wirkt als ihre Vorgängerin. Ein grosses Bild (siehe 1 auf der Abbildung, Seite 30) weist auf den gegenwärtig wichtigsten Beitrag hin. In der Box «Im Fokus» (2) daneben sind weitere Artikel, Veranstaltungen, Medienmitteilungen etc. prominent aufgeführt. Hier findet der Nutzer Inhalte mit besonderer Aktualität aus allen Themenbereichen auf einen Blick.

Die Website wird weiterhin zweisprachig auf Deutsch und Französisch betrieben. Die Sprache kann rechts oben auf der Website eingestellt werden (3). Links davon findet sich unser Kontaktformular, der Bereich «Über uns», ein Einstieg für Medienschaffende sowie unsere interaktive Plattform Nuclearplanet (4).

Vier grosse Themenfelder

Die Beiträge auf der Website werden nicht mehr nach den einzelnen Publikationsformaten Faktenblatt, E-Bulletin, Medienmitteilung etc. strukturiert, sondern sind thematisch – den vier übergeordneten Themenfeldern «Rund ums Kernkraftwerk», «Innovative Technologien», «Stromzukunft» sowie «Netzwerk und Laufbahn» – zugeordnet.

Die Themenfelder (5) befinden sich ganz oben auf der Website. Klickt man auf das entsprechende Feld, erhält man zunächst alle Inhalte, die zu der jeweiligen Rubrik gehören. Hier besteht die Möglichkeit, noch gezielter in die Themen einzutauchen, da sie von Unterthemen begleitet werden. So gehören zu «Rund ums Kernkraftwerk» u.a. die Unterthemen «Versorgung», «Bau und Betrieb» oder «Sicherheit». Jeder veröffentlichte Beitrag ist mindestens einem Themenfeld zugeordnet. Dieses wird grün hinterlegt unterhalb der Vorschau jedes Beitrags aufgeführt (6).

News und Themenschwerpunkte

Neben dem Themenfeld wird auch das Format auf der Vorschau eines Beitrags vermerkt (7). Unter den altbe-

kannten Formaten «Faktenblatt», «Medienmitteilung», «Veranstaltung», «Video» und «Podcast», gibt es neu das Format «News».

Unter «News» finden sich neu die ehemaligen «E-Bulletin»-Nachrichten. Hier werden wie gewohnt chronologisch die relevanten Meldungen aus dem Bereich der Kernenergie und Kerntechnik für unsere Nutzerinnen und Nutzer aufbereitet. Alle bisherigen Meldungen bis zurück ins Jahr 1998 sind ebenfalls aufgeführt und einem Themenfeld und Unterthema zugeordnet.

Bei einem «Themenschwerpunkt» (8) handelt es sich um eine Zusammenstellung mehrerer Beiträge zu einem Thema, das noch einmal verstärkt Aufmerksamkeit erhalten soll. Themenschwerpunkte werden auf der Startseite farblich hervorgehoben. Interessiert man sich dafür, klickt man auf den Beitrag und erhält alle Inhalte, die zu diesem Thema gehören.

Was ist sonst noch neu?

Im Vorfeld der Neugestaltung der Website wurden Befragungen mit Mitgliedern und Branchenexperten durchgeführt, die ergaben, dass es keinen Mitgliederbereich mehr auf der Website braucht. Deshalb fällt er auf der neuen Website weg. Die PDF der Print-Bulletins, die bisher im Mitgliederbereich abrufbar waren, sind auf der Website neu öffentlich verfügbar.

Neu ist zudem der Suchfilter «Meine Themen» (9) im oberen Bereich der Seite. Dort können die Besucherinnen und Besucher der Website ihre persönlichen Filter auswählen und nach Themenfeld, Unterthemen, Formaten, Regionen und Ländern sowie einem bestimmten Zeitraum filtern. Dann werden unter «Meine Themen» nur diejenigen Beiträge dargestellt, die ausgewählt wurden. Die Filterung bleibt bestehen, wenn man die Seite verlässt und zu einem späteren Zeitpunkt wieder dorthin zurückkehrt.

Am unteren Teil jeder Seite kann man sich für unseren Newsletter anmelden oder eine Mitgliedschaft beantragen (10).

Weiter gibt es zuunterst auf der Seite unsere Themenempfehlungen (11). Dort hinterlegt das Nuklearforum Schweiz eine Auswahl an Unterthemen, die von besonderer Aktualität oder Bedeutung sind.

Der Shop (12) wurde durch ein Bestellformular ersetzt, über das man Faktenblätter, das Mitglieder-Bulletin und weitere Publikationen des Nuklearforums bestellen kann.

Neuer personalisierter Newsletter

Auch der wöchentlich erscheinende Newsletter (13) wurde mit dem Relaunch der Website neu aufgesetzt. Als Neuabonnent hat man nun die Möglichkeit den Newsletter auf die persönlichen Interessen auszurichten. So kann man auswählen, zu welchen der vier Themenfelder man wöchentlich die neuesten Informationen erhalten möchte. Diese Auswahl lässt sich jederzeit abändern. Bestehende Newsletter-Abonnenten erhalten weiterhin alle Beiträge, können ihr Abonnement aber

ebenfalls über den Link «Newsletter-Präferenzen anpassen», der sich im unteren Teil des verschickten Newsletters findet, anpassen. Im Newsletter werden zudem auf Veranstaltungen, Kurse und weitere Nachrichten des Nuklearforums hingewiesen.

Praktikumsplattform

Die neu geschaffene Praktikumsplattform (14) des Nuklearforums Schweiz soll als eine zentrale Anlaufstelle für Studierende technischer oder naturwissenschaftlicher Studiengänge dienen. Sie wird im Verlauf des Jahres 2022 aktiviert. Hier haben Studierende die Gelegenheit, sich über Praktika in der Nuklearbranche zu informieren und sich direkt bei den zuständigen Ansprechpersonen zu bewerben. Jedes Unternehmen, das Praktika anbietet, stellt Informationen zu den Aufgaben und Anforderungen sowie der Dauer des Praktikums zur Verfügung. Die Praktikumsplattform wird regelmässig aktualisiert. (A.D.)

► Entdecken Sie unter www.nuklearforum.ch unsere neue Website!

Themenfelder

Rund ums Kernkraftwerk	Innovative Technologien	Stromzukunft	Netzwerk und Laufbahn
Versorgung	Generation IV	Politik und Gesellschaft	Menschen
Bau und Betrieb	SMR	Versorgungssicherheit	Networking
Sicherheit	Fusion	Energieversorgung	Aus- und Weiterbildungen
Strahlenschutz	Wasserstoff	Wirtschaftlichkeit	Stellen/Praktika
Rückbau	Radioaktivität	Umwelt und Klima	
Entsorgung	Nuklearmedizin und Radioisotopen	Stellungnahmen	
Haftpflicht	Wissenschaft	Gesetzgebung	

5)  **Nuklearforum Schweiz**
Die nukleare Info- und Dialogplattform.

4) [Kontakt](#) [Über uns](#) [Medien](#) [Nachrichten](#) **3) [DE](#) / [FR](#)**

9) [Mene Themen](#)

1) **IM FOKUS**

2. Dez. 2021 • News
Neues Ideen für Reaktoren auf dem Mond
gezeigt.

23. Nov. 2021 • News
USA: Unterstützung vielversprechender Nukleartechnologien

26. Okt. 2021 • Video
Let's talk about - Kernenergie und Klima

11. Okt. 2021 • Veranstaltung

1) **Niederlande: Kernenergie zurück auf der politischen Agenda**

3. Dez. 2021 • News

Die vier Parteien, die an den Gesprächen über die zukünftige nukleare Rolle teilgenommen haben, sind sich einig, dass die Niederlande sich für die Entwicklung von Nuklearkraftwerken interessieren. Dies wird durch eine gemeinsame Erklärung bestätigt, die die Parteien am 3. Dezember 2021 in Den Haag unterzeichnet haben.

2) **Neues Ideen für Reaktoren auf dem Mond**
gezeigt

Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA hat eine Ausschreibung für ein innovatives auf Kernreaktor basierendes Energiesystem auf dem Mond lanciert.

2. Dez. 2021 • News

3) **Let's talk about - Kernenergie der Zukunft**

In der 2. Ausgabe des Video-Formats «Let's talk about» wirt das Nuklearforum Schweiz einen Blick in die Zukunft der Kernenergie. In der ersten Ausgabe wurden die Themen (SMR) und die Fusionstechnologie.

26. Nov. 2021 • Video

4) **Wieder russische Drahnen von der Sberbank für Akkuyu**

Die russische Sberbank hat dem Unternehmen Akkuyu Nuclear JSC, das für das erste Kernkraftwerk in der Türkei verantwortlich ist, ein Drahnen in Höhe von USD 800 Mio. zur Verfügung gestellt.

26. Nov. 2021 • News

5) **Westinghouse**

WESTINGHOUSE CORP. UNVEILS PLAN FOR DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S

Westinghouse

6) **AP1000 Einheiten in der Ukraine geplant**

Das ukrainische Staatsunternehmen NEMEC Energoatom und die amerikanische Westinghouse Electric Company haben sich auf die Lieferung von zwei AP1000-Einheiten am Standort Chmelnytskyi verständigt.

23. Nov. 2021 • News

7) **Flüssigsalzreaktor**

Die britische Firma und das amerikanische Department of Energy haben sich auf die Entwicklung eines Flüssigsalzreaktors (MSR) verständigt.

22. Nov. 2021 • News

8) **Klima und die Rolle der Kernenergie**

Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA hat eine Ausschreibung für ein innovatives auf Kernreaktor basierendes Energiesystem auf dem Mond lanciert.

26. Okt. 2021 • Video

9) **Russischer Eisbrecher Sibir auf Probefahrt**

Russlands neuer Atomeisbrecher Sibir hat seine erste Probefahrt im Nordpazifik begonnen.

29. Nov. 2021 • News

10) **Strom aus Kernfusion: Option für die Zukunft**

Das Nuklearforum Schweiz hat sein Fokusthema zum Thema Kernfusion option aktualisiert und inhaltlich leicht angepasst.

23. Nov. 2021 • News

11) **USA: Unterstützung vielversprechender Nukleartechnologien**

Das amerikanische Department of Energy (DOE) hat eine Ausschreibung für die Entwicklung von vier vielversprechenden fortschrittlichen Nukleartechnologien veröffentlicht. Dazu gehört die Erhebung einer Standortbewertung für kleine, modulare Reaktoren (SMR) für Reaktoren, SMR und Reaktoren in Puerto Rico.

23. Nov. 2021 • News

12) **Rolls-Royce legiert mit ODA für SMR-Auslegung**

Das neue Unternehmen Rolls-Royce SMR Limited hat seinen Entwurf eines kleinen, modularen Reaktors (SMR) Modulare Reactor (SMR) mit einer Leistung von 470 MW zur Auslegung für die ODA (On-Demand Assessment) (ODA) eingereicht.

18. Nov. 2021 • News

13) **USA: TerraPower baut ersten Natrium-Reaktor an einem Kohle-Standort in Wyoming**

Die Standortkernenergie im amerikanischen Bundesstaat Wyoming wird als erster Natrium-Reaktor (Na-MSR) der Generation ausgeführt werden. Am Projekt beteiligt sind die Unternehmen der Millstone Ball Sales and Warren Buffett.

18. Nov. 2021 • News

14) **Sicherer MoX-Transport von Frankreich nach Japan abgeschlossen**

Am 16. November 2021 haben zwei Schiffe mit MoX-Brennstoffen aus Frankreich Produktionen an Bord der Schiffe Pacific Egg und Pacific Heart der Pacific Nuclear Transport Limited (PNTL) den Hafen Taharima in Japan verlassen. Die Schiffe werden am 19. November 2021 die letzte abgezeichnete MoX-Transport nach Japan.

24. Nov. 2021 • News

15) **Rechnung**

Rechnung

16) **Mitteleuropas V4-Gruppe bekräftigt ihre Unterstützung für die Kernenergie**

Die V4-Gruppe (V4) - eine Koalition von der Republik Ungarn, der Tschechischen Republik und Ungarn - fordert die Europäische Kommission auf, die Aufnahme der Kernenergie in die Klimaziele der V4 zu unterstützen. Die V4-Gruppe ist die V4-Gruppe.

25. Nov. 2021 • News

17) **Wieder russische Drahnen von der Sberbank für Akkuyu**

Die russische Sberbank hat dem Unternehmen Akkuyu Nuclear JSC, das für das erste Kernkraftwerk in der Türkei verantwortlich ist, ein Drahnen in Höhe von USD 800 Mio. zur Verfügung gestellt.

26. Nov. 2021 • News

18) **Westinghouse**

WESTINGHOUSE CORP. UNVEILS PLAN FOR DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S

Westinghouse

19) **AP1000 Einheiten in der Ukraine geplant**

Das ukrainische Staatsunternehmen NEMEC Energoatom und die amerikanische Westinghouse Electric Company haben sich auf die Lieferung von zwei AP1000-Einheiten am Standort Chmelnytskyi verständigt.

23. Nov. 2021 • News

20) **Flüssigsalzreaktor**

Die britische Firma und das amerikanische Department of Energy haben sich auf die Entwicklung eines Flüssigsalzreaktors (MSR) verständigt.

22. Nov. 2021 • News

ZURÜCK 1 2 3 4 5 6 WERTER

13) **BLEIBEN SIE AUF DEN LAUFENDEN**
Abonnieren Sie unseren Newsletter

ZUR NEWSLETTER-ANMELDUNG

10) **PROFITIEREN SIE ALS MITGLIED**
Werden Sie Mitglied im grössten nuklearen Netzwerk der Schweiz.

VORTEILE EINER MITGLIEDSCHAFT

11) **UNSERE THEMENREIHE UNTERNEHMEN**

Nuklearforum Schweiz
4000 Olten
1700 Biel
1700 Aarau
1700 Olten

KONTAKT
Nuklearforum Schweiz
4000 Olten
1700 Biel
1700 Aarau
1700 Olten

Gesellschaftsberatung • Impression • Mitgliedschaft • Plattformen • Branchenregister • Shop

12) **NUKLEARFORUM SCHWEIZ © 2021**

Forums-Treffs 2022

Der Forums-Treff des Nuklearforums Schweiz findet 2022 jeweils am **Dienstag** der folgenden Daten statt: **15. Februar, 14. Juni, 6. September und 15. November.**

Generalversammlung des Nuklearforums Schweiz

Dienstag, 10. Mai 2022, ab 16 Uhr im Casino Bern



Foto: Casino Bern

Weiterbildungskurs (neues Datum)

«Der Mensch als Sicherheitsfaktor»
Dienstag, 8. März 2022, Trafo Baden
Mittwoch, 9. März 2022, Praxistag, HRO-Zentrum,
 Aarau (Teilnahme freiwillig)

Fortbildungskurse «Modelling and Computation of Multiphase Flows»

Vom **14. bis 18. Februar 2022** 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.
www.lke.mavt.ethz.ch/shortcourse

«Let's talk about ...»

In der 2. Ausgabe des Video-Formats «Let's talk about ...» wirft das Nuklearforum Schweiz einen Blick in die Zukunft der Kernenergie. Im Mittelpunkt: Small Modular Reactors und die Fusionstechnologie.



Nuklearforum auf Facebook

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

SGK-Apéro-Daten 2022

Der SGK-Apéro der «Wissen»-schaf(f)t! findet jeweils am Donnerstag der folgenden Daten statt: **20. Januar, 10. März, 15. September und 3. November.**
www.kernfachleute.ch



Foto: SGK / Max Brugger

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