

# Bulletin 4

Dezember 2016

## Ein Vertrauensbeweis für die Kernenergie

Seite 3



Fokus Ungarn  
Seiten 4 + 8

Kernenergieprojektionen  
Seite 15 + 17

Schwedens  
Kernenergiepolitik  
Seite 26

<b>Editorial</b>	<b>3</b>	<b>Kolumne</b>	<b>26</b>
Ein Votum für einheimischen Wasser- und Nuklearstrom	3	Gibt es eine Zukunft für die Kernenergie in Schweden?	26
<b>Forum</b>	<b>4</b>	<b>Hoppla!</b>	<b>29</b>
Ungarische Nuklearaufsichtsbehörde: neu aufgestellt und gestärkt	4	Das «zweite Fukushima»	29
<b>Hintergrundinformationen</b>	<b>8</b>	<b>In eigener Sache</b>	<b>30</b>
Länderanalyse Ungarn	8	Ryugu Hayanos Kampf gegen übertriebene Strahlenangst	30
IAEO: Entwicklung der weltweiten Nuklearkapazität	15	Foto-Reportage: Studienreise nach Tschernobyl	32
WEC: je mehr Kernenergie, desto grüner	17	<b>Pinnwand</b>	<b>36</b>
<b>Medienschau</b>	<b>20</b>		
Die «Expertenfrage»	20		
<b>Fenster zum E-Bulletin</b>	<b>23</b>		
Schweiz	23		
International	24		

## Impressum

---

### Redaktion:

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

### Herausgeber:

Hans-Ulrich Bigler, Präsident  
 Beat Bechtold, Geschäftsführer  
 Nuklearforum Schweiz  
 Konsumstrasse 20, Postfach 1021, CH-3000 Bern 14  
 Tel. +41 31 560 36 50, Fax +41 31 560 36 59  
 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 2016 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: Überparteiliches Komitee «NEIN zur Ausstiegsinitiative»

## Nationalrat Hans-Ulrich Bigler

Präsident des Nuklearforums Schweiz



### Ein Votum für einheimischen Wasser- und Nuklearstrom

«Das Ergebnis setzt dennoch ein klares Zeichen für einen raschen Atomausstieg...», meldete das Ja-Komitee nach der Abstimmung über die Atomausstiegsinitiative. Nein, genau das ist es nicht. Die Mehrheit der Schweizer Stimmberechtigten hat klar entschieden, dass sie keinen raschen Atomausstieg will. Als Präsident des Nuklearforums bin ich erleichtert vom deutlichen Nein. Damit ist eine rein ideologisch motivierte Bedrohung der Versorgungssicherheit abgewendet worden.

Das Eingangszitat belegt eindrücklich die Traumtänzerrei der grünen Ausstiegsbefürworter.

Ich hoffe, dass wir uns jetzt den wirklichen Problemen im Stromsektor zuwenden können. In der Schweiz wie auch in anderen Ländern in Europa stehen wir vor dem widersinnigen Phänomen, dass es sich kaum noch lohnt, Strom zu produzieren. Strom, das Elixier unserer Wirtschaft und Gesellschaft, das wir ständig für unser Leben und Überleben benötigen, kann nicht mehr kostendeckend produziert werden! Die Hauptgründe dafür sind die weltweit tiefen Preise für Kohle und die massive Subventionierung von Grünstrom in unserem nördlichen Nachbarland.

Was wir dringend brauchen, ist eine neue Marktordnung, die sicherstellt, dass unsere einheimischen sauberen Wasser- und Kernkraftwerke wieder unter vernünftigen Bedingungen produzieren können. Wir müssen wegkommen von teuren energiepolitischen Planspielen, die keinen Nutzen bringen, aber hohe Kosten verursachen. Wie beispielsweise eine Befristung «light» der Laufzeiten unserer Kernkraftwerke, wie sie von grüner Seite bereits wieder ins Gespräch gebracht

wird. Das Letzte, das wir zur Sicherung unserer Stromversorgung brauchen, sind weitere sinnfreie Verteuerungen unserer Stromproduktion durch eine überbordende Bürokratie.

Das Augenmerk richtet sich jetzt auf die Energiestrategie 2050, deren erstes Paket vom Parlament gutgeheissen und gegen das derzeit Unterschriften für ein Referendum gesammelt wird. Der Blick schweift weiter zur zweiten Stufe der behördlich verordneten Energiewende: Den neuen Verfassungsartikel, mit dem der Bund Lenkungsabgaben zur Erreichung seiner energiepolitischen Ziele einführen will. Ein solcher Sonderzug der Schweiz wäre für unsere Wirtschaft desaströs.

Am vergangenen 27. November hat das Stimmvolk in Baselland eine Energieabgabe auf fossilen Brennstoffen sehr deutlich abgelehnt. Ähnliche Vorlagen sind auch schon in anderen Kantonen gescheitert. Das zeigt: Das Schweizer Volk will auch im Energiesektor Lösungen mit Augenmass an Stelle von planwirtschaftlichen Vorgaben.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. Bigler', written in a cursive style.

## Interview mit Gábor Körmendi

Kommunikationsmanager der Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA)

Interview: Peter Bucher

### Ungarische Nuklearaufsichtsbehörde: neu aufgestellt und gestärkt

Die ungarische nukleare Sicherheits- und Strahlenschutzbehörde Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA, Országos Atomenergia Hivatal OAH) stellt sich auf wachsende Herausforderungen ein. Das Nuklearforum Schweiz hat den Kommunikationsmanager der Behörde, Gábor Körmendi, in Budapest befragt.

**Vor drei Jahren begann Ungarn, seine Sicherheits- und Strahlenschutzaufsicht neu aufzustellen, um sie in einer integrierten Organisation zusammenzuführen. Welche Erfahrungen lassen sich im Rückblick aus der Fusion der nuklearen Sicherheitsbehörde mit der Strahlenschutzbehörde ableiten?**

Die HAEA ist eine organisatorisch und finanziell unabhängige öffentlich-rechtliche Körperschaft auf dem Gebiet der friedlichen Nutzung der Kernenergie. Sie untersteht der Aufsicht durch die Regierung. Seit dem 1. Januar 2016 ist die HAEA auch für den Bereich Strahlenschutz zuständig. Damals fand nicht eine Fusion oder Integration mit andern Behörden statt. Es wurden die Regulierungsbefugnisse im Strahlenschutz an die HAEA übertragen, um eine klare, besser organisierte, integrierte Aufsicht über Sicherheit, Sicherung und Safeguards zu erhalten.

Gábor Körmendi ist seit Februar 2013 Kommunikationsmanager bei der ungarischen nuklearen Sicherheits- und Strahlenschutzbehörde (HAEA). Zuvor war er über sieben Jahre Pressesprecher am staatlichen Rechnungshof. Körmendi studierte Kommunikation und Medienwissenschaften an der Universität Szeged.

**Wo lagen die Herausforderungen, Chancen und Probleme bei dieser Änderung?**

Um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen und einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, setzte die HAEA eine Arbeitsgruppe ein. Diese entwarf den Rechtsrahmen und neue Verfahren, ermittelte die nötigen Änderungen in der Organisation sowie beim Personaldienst und bestimmte die neu anzuschaffenden Hilfsmittel. Alle Herausforderungen und möglichen Problemfälle wurden im Voraus erkannt. Die grösste Herausforderung war sicherzustellen, dass durch die Änderungen keine Nachteile oder Verzögerungen für die Bewilligungsinhaber entstanden. Die HAEA führte mit ihnen sowie anderen Behörden Gespräche, um über die Änderungen zu informieren, beantwortete Fragen, trat auf Bedenken ein, nahm Bemerkungen auf und erhielt so Rückmeldungen für Weiterentwicklungen.

**Verlief die Neuzuweisung der Zuständigkeiten für alle Betroffenen erfolgreich?**

Die Übergabe der Zuständigkeiten folgte den Vorgaben des Regierungsdekrets 487 über den Schutz vor ionisierender Strahlung sowie das entsprechende Bewilligungs-, Melde- und Inspektionssystem, das am 1. Januar 2016 in Kraft trat. Alle vor diesem Tag erteilten Bewilligungen behalten ihre Gültigkeit bis zum ursprünglichen Ablaufdatum. Die vorher zuständige Behörde übergab die gesamte Dokumentation erfolgreich der HAEA. Nach der Übergangsphase führte die

HAEA zusätzliche Konsultationen mit allen Betroffenen, um den Erfahrungsrückfluss mit dem neuen System zu sichern. Es zeigte sich Bedarf für einige Anpassungen. Diese werden unter voller Berücksichtigung der «Grundlegenden Sicherheitsnormen» der EU im Strahlenschutz bis Anfang 2018 umgesetzt.

### **Wo steht die HAEA bei der Umsetzung der verschiedenen Empfehlungen, welche die Experten des Integrated Regulatory Review Service (IRRS) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) nach der Mission von 2015 formulierten?**

Es ist festzuhalten, dass diese IRRS-Mission mitten in die bedeutsame Umgestaltung der HAEA fiel, um die Zuständigkeit für den Strahlenschutz zu übernehmen. Die Umsetzung der im Länderbericht festgehaltenen Befunde zu diesem Bereich wurde am 1. Januar 2016 zur HAEA-Aufgabe. Die meisten Empfehlungen hatte bereits Ende 2015 das neue Strahlenschutzregelwerk übernommen. Weitere Empfehlungen betrafen die Regierung und andere vorgesetzte Stellen. Um wesentliche Massnahmen dazu einzuleiten, regte die HAEA Koordinationsbesprechungen mit den massgeblichen Körperschaften an. Auf der Grundlage des Länderberichts überarbeitete die HAEA ihren eigenen Aktionsplan, den sie in einer Selbstbeurteilung aufgestellt hatte. Einige Massnahmen sind inzwischen verwirklicht, andere noch in Vorbereitung. Auf Geschäftsleitungsebene finden Quartaltreffen statt, um die Umsetzung zu verfolgen und entstehende Schwierigkeiten laufend zu beheben.

### **Sieht die HAEA schon eine IRRS-Folgemission vor?**

Im Allgemeinen folgt einer IRRS-Mission binnen zwei bis drei Jahren eine Folgemission, welche die Umsetzung der Empfehlungen und Vorschläge des Länderberichts überprüft. Für die Folgemission hat die HAEA auf 2018 eingeladen.

### **Wie stellt die HAEA die «effektive» – also nicht nur formale oder rechtliche – Unabhängigkeit sicher?**

Die rechtlichen Bestimmungen über die Unabhängigkeit der Bewilligungsbehörde sind im Abschnitt 1.3 des Atomenergiegesetzes festgehalten. Die HAEA ist ein vom Gesetz geschaffenes, zentrales Verwaltungsorgan unter Aufsicht der Regierung. Sie verfügt über keine lokalen Organe; die Zuständigkeit erstreckt sich über das ganze Land. Die HAEA nimmt in ihrem gesetzlich festgelegten Kompetenzbereich keine Anweisungen entgegen; kraft der Dienstaufsicht können ihre Entscheide weder geändert noch aufgehoben werden. Das primäre Anliegen der HAEA ist ausschliesslich die Aufsicht über Sicherheit und Sicherung bei den verschie-

denen friedlichen Anwendungen der Kernenergie. Die HAEA hat weder Interesse an Energieproduktion oder Stromversorgungssicherung noch an industrieller oder technischer Entwicklung oder Produktion. Damit ist eine von wirtschaftlicher Einflussnahme freie Entscheidungsfindung gesichert. Zusätzlich gewährleisten mehrere Bestimmungen des Atomgesetzes eine von politischer Einflussnahme freie Entscheidungsfindung.

Die HAEA-Aufsichtstätigkeit ist transparent und vorhersehbar. Die formalisierten Verfahren sind einheitlich im Gesetz über das Verwaltungsverfahren (KET) geregelt. Dieses Gesetz ermöglicht zudem, für Anwendungsfälle des Atomgesetzes abweichende Verfahrensregeln zu erlassen. Rechtsvorschriften im KET legen eine Integritätspolitik fest, die Interessenkonflikten von Beamten auch bei Regulierungsbehörden vorbeugen. Das Beamtengesetz sieht Richtlinien bei Konflikten mit Mitarbeitern der beaufsichtigten Organe vor und schliesst Interessen an den regulierten Organisationen aus. Die «Sicherheitsrichtlinie mit regulatorischem Verhaltenskodex» der HAEA gibt den HAEA-Mitarbeitenden detaillierte Verhaltensregeln bei Interessenskonflikten. Zusätzlich bestimmte der HAEA-Generaldirektor einen Integritätsberater zur Abklärung von Integritäts- und Korruptionsrisiken.

Ein vom Premierminister ernannter Minister beaufsichtigt den rechtlichen Betrieb der HAEA. Den Leiter – Generaldirektor – der HAEA setzt der Premierminister auf Grund des Vorschlags des zuständigen Ministers ein, während dieser die Stellvertretenden Generaldirektoren gemäss Vorschlag des Generaldirektors einstellt und entlässt. Dem HAEA-Generaldirektor steht das Anstellungsrecht über das HAEA-Personal zu. Für die Mitarbeiterausbildung besteht ein internes Regelwerk. Die Regierungsrichtlinien geben den Staatsorganen bei der Festlegung der Anzahl Mitarbeiter, der Personalpolitik und der Entlohnung einen recht engen Rahmen vor. Die HAEA ist indes ein selbstständiges, unabhängig geführtes Organ mit Haushaltrecht, dessen Budget im Voranschlag des vorgesetzten Ministers unter einem unabhängigen Titel erscheint. Die für den Betrieb der HAEA nötigen Mittel bestehen vorwiegend aus dem eigenen Einkommen.

### **Halten Politiker, Journalisten und die breite Öffentlichkeit die Unabhängigkeit der HAEA für glaubwürdig?**

Die Stakeholder haben die Unabhängigkeit der HAEA, ihrer Tätigkeit, Inspektionen und regulatorischen Entscheide nie in Frage gestellt. Die HAEA arbeitet offen und transparent. Sie veröffentlicht auf ihrer Website eine breite Palette von Informationen und Dokumenten und für Journalisten, Politiker sowie die Öffentlichkeit,

die auf einer Vielzahl Kommunikationskanäle zugänglich ist. Entsprechend den gesetzlichen Vorgaben und internationaler bewährter Praktiken führt die HAEA öffentliche Anhörungen bei Bewilligungsverfahren durch.

### **Halten die beaufsichtigten Stellen und auch die Öffentlichkeit die HAEA-Inspektoren für ausreichend rigoros?**

Der Ruf der HAEA-Inspektoren bei den Bewilligungsinhabern ist nachhaltig. Die Geschäftsleitung unternimmt jede Anstrengung, um angemessene Fähigkeiten, Fachwissen und gebührendes Auftreten der Inspektoren zu verbürgen. Selbstverständlich stellte der plötzliche Zuwachs der Anzahl Mitarbeiter – und darunter mehrheitlich junger Neuankömmlinge – wie letzthin eine rechte Herausforderung dar. Die Erwartungen der Geschäftsleitung und die Organisationskultur stellen indes fraglos klar, dass Sicherheit für HAEA-Inspektoren oberstes Gebot ist: Die Bewilligungsinhaber müssen die Forderungen erfüllen. So gesehen können wir sagen, die HAEA-Inspektoren sind rigoros.

### **Wie stellt die HAEA sicher, dass ausreichend unabhängige externe technische und wissenschaftliche Expertise verfügbar ist?**

Der Einbezug technischer Supportorganisationen ist ein internationales Erfordernis. In den letzten Jahren baute die HAEA das Netzwerk an Supportorganisationen zur Entlastung bei Bewilligungsaufgaben laufend aus. Umfassendere Aufgaben zur Beschaffung von Hintergrundwissen für die Bewilligungstätigkeit trugen auch im Zeitraum 2013–2015 Institute wie das Atomforschungsinstitut (AEKI) im KFKI-Technologiepark Budapest der Akademie der Wissenschaften mit, indem sie Fachbeiträge lieferten. Die HAEA-Beamten waren mit der Arbeit dieser Organisation zufrieden. Ihre Tätigkeit trug zum hohen Stand der Aufsicht bei. Das Qualitätsmanagementsystem dieser im Hintergrund arbeitenden Institute gewährleistet die Unabhängigkeit der Fachunterstützung.

### **Wie gewährleistet Ungarn generell die Verfügbarkeit von Fachkenntnis und einer ausreichenden Zahl qualifizierter Fachleute im Lande – nicht nur für die HAEA, sondern auch die Kernanlagenbetreiber?**

Die Verfügbarkeit von Fachkenntnis und qualifiziertem Personal im Lande für die Kernkraftwerke Paks und Paks II sowie andere Kernanlagen sicherzustellen, ist nicht die Aufgabe der HAEA.

Auf der Grundlage einer HAEA-Studie über das Fachwissen und die nötige Zahl Fachleute zur Bewilligung und Beaufsichtigung der Neuanlagen rekrutierte die

HAEA 2015 rund 80 neue Fachleute und verdoppelte damit die Mitarbeiterzahl fast. Eine Anpassung des Atomgesetzes erleichterte die Anstellungen, indem sie eine bedeutende Anhebung der Saläre erlaubte.

Unabhängig vom Bau neuer Kernkraftwerksblöcke hat die HAEA die Aufsicht über die bestehenden Kernkraftwerkseinheiten, die anderen Kernanlagen sowie die Lager für radioaktive Abfälle einwandfrei weiterzuführen. Diese Arbeitslast nimmt zu, weil die Anlagen altern, was eine vermehrte Aufsicht über Nachrüst- und Ersatzprojekte sowie das Alterungsmanagement bedingt und die Fachleuteausbildung ebenfalls zu berücksichtigen hat. Für die neuen Mitarbeiter wurde ein besonderes Ausbildungsprogramm eingeführt.

### **Wie geht die HAEA mit der Herausforderung um, fünf oder mehr verschiedene Sprachen zu gebrauchen, wie die EPREV-Mission (Emergency Preparedness and Response) der IAEA vom Juni 2016 festgestellt hat?**

Die HAEA selber ist nicht genötigt, fünf oder mehr Sprachen zu gebrauchen. Die Empfehlung der EPREV-Mission besagte nur, Arbeitskräfte und Bevölkerung wären mit Informationen in mehr Sprachen über das Verhalten bei nuklearen Notfalllagen zu versorgen. Dies ist im Gang.

### **Wie ist Lagerung und Verteilung von Jodtabletten organisiert?**

Den nötigen Jodtablettenvorrat für die Einwohner im Umkreis von 30 km um das Kernkraftwerk Paks beschafft und unterhält das Institut für medizinische Lagerbewirtschaftung. Die Tabletten sind bei lokalen Amtsstellen, Hausärzten und Notfalldiensten eingelagert. Nach einem Einsatzentscheid werden die Tabletten entsprechend dem ungarischen nuklearen Notfallplan verteilt. Dies obliegt der Nationalen Generaldirektion für das Katastrophenmanagement des Innenministeriums. Die ungarische Vorgehensweise ist, Jodtabletten der Bevölkerung erst abzugeben, wenn dies bei einem Notfall nötig scheint. Die Generaldirektion richtet Verteilzentren ein. Ob dies klappt, wird bei Notfallübungen getestet.

### **Können Sie kurz den Stand der Betriebsdauerverlängerung der Paks-Einheiten 1 bis 4 und die bewilligte Umstellung vom 12-monatigen auf den 15-monatigen Brennstoffwechsel-Zyklus kommentieren?**

Nach Ablauf der Auslegungsbetriebsdauer von 30 Jahren wurde die Bewilligung für Paks-1 im Jahr 2012 und für Paks-2 im Jahr 2014 um 20 auf 50 Jahre verlängert. Die Erstbewilligungen der Blöcke 3 und 4 werden Ende

Dezember 2016 beziehungsweise 2017 ablaufen. Die Betreiberin hat am 2. Dezember 2015 das Gesuch zur Verlängerung der Betriebsbewilligung für Paks-3 eingereicht. Diese Prüfung ist im Gang.

Anfang 2013 kündigte die Betreiberin von Paks ihre Absicht an, den heutigen 12-Monate-Brennstoffwechsel-Zyklus bei allen vier Einheiten auf 15 Monate auszuweiten. Die sichtbarste Folge einer solchen Zyklusverlängerung ist, dass es künftig binnen fünf Jahren nur noch vier statt wie bisher fünf Instandhaltungs-Abschaltungen gibt. Zudem bedingt die längere Zyklusdauer eine höhere Anfangsanreicherung beim Kernbrennstoff. Die nötigen Änderungen sind technisch komplex und wirken sich auf die Grundlagen eines sicheren Betriebs aus. Daher bedingten sie eine Neufassung der Betriebsbewilligung wie auch der Umweltbewilligung des Kernkraftwerks.

Auf Anfrage des Umwelt- und Naturschutz-Inspektorats von Südtransdanubien gab die HAEA im September 2014 eine Mitberichts-Stellungnahme ab. Die Umweltschutzbehörde stellte in der Folge ein neues Umweltverträglichkeitszeugnis für Paks aus. Im Hinblick auf die Einführung des 15-Monatezyklus bewilligte die HAEA zudem im Mai 2014 den Einsatz von zwölf Brennelementen des neuen Typs im Block 3 von Paks und den Betrieb mit gemischtem Reaktorkern. Das Ziel dieses Versuchs war, die Genauigkeit der reaktorphysikalischen Berechnungen für eine Beladung mit den neuen Elementen zu überprüfen und zu validieren. Im November 2014 konnte die Betreiberin den Antrag zur Umstellung auf den 15-Monatezyklus einreichen. Die HAEA gab die Erteilung dieser Bewilligung für alle vier Einheiten am 1. Dezember 2015 bekannt.

#### **Wie wird die HAEA die zusätzliche Arbeitslast durch die Bewilligung von Paks II bewältigen?**

Wie bereits erwähnt, hat die HAEA kürzlich über 80 neue Mitarbeiter eingestellt und für sie einen besonderen Ausbildungsgang begonnen.

#### **Wie wichtig ist die Zusammenarbeit mit ausländischen Sicherheitsbehörden namentlich in Ländern mit WWER-Projekten der Generation 3+ sowie die Mitwirkung im multinationalen Auslegungsbeurteilungsprogramm (MDEP) der OECD-Kernenergieagentur (NEA)?**

Vertreter der HAEA nehmen regelmässig aktiv an den Expertentreffen der IAEA und der NEA sowie deren Arbeitsgruppen teil. Angesichts des geplanten Baus neuer KKW-Einheiten wurde unlängst die wachsende Wichtigkeit der ungarischen Teilnahme am MDEP anerkannt. Ungarn stellte bei der NEA 2014 den Antrag, dem MDEP und besonders der WWER-Arbeitsgruppe beizutreten. Die MDEP-Richtliniengruppe genehmigte den Beitritt im Januar 2016.

Eine umfassende Zusammenarbeit hat die HAEA mit den zuständigen Behörden und Einrichtungen der Nachbarländer entwickelt. Auch unterhält die HAEA enge fachliche Verbindungen mit den zuständigen Stellen der Länder, die WWER betreiben, also namentlich der Tschechischen Republik, Finnland, Russland und der Slowakei. Im Rahmen von Abkommen zum gegenseitigen Informationsaustausch arbeitet die HAEA mit den zuständigen Behörden Deutschlands, Kroatiens, Österreichs, Rumäniens, der Russischen Föderation, Serbiens, der Slowakei, Sloweniens, der Tschechischen Republik, der Ukraine und der Vereinigten Staaten zusammen. Des Weiteren verfügt die HAEA über Absichtserklärungen mit den Kernenergiebehörden von neun Staaten.

Zusätzlich gehören zu den bilateralen Beziehungen die internationalen Abkommen auf dem Gebiet der friedlichen Nutzung der Kernenergie, bei denen in der Umsetzung auch die HAEA teilnimmt. 2014 wurde die Liste der in Kraft stehenden Abkommen um die Vereinbarungen mit der Sozialistischen Republik Vietnam und der Republik Korea ergänzt. Um die bilateralen Treffen effizienter zu gestalten, diskutieren die Kernenergiebehörden der Tschechischen Republik, Ungarns, Sloweniens und der Slowakei aktuelle Angelegenheiten von gegenseitigem Interesse in quadrilateralen Gesprächen. Das 21. Treffen mit Österreich fand am 12. und 13. Oktober 2015 statt.

## Länderanalyse Ungarn

Ungarn betreibt seit Jahren erfolgreich ein Kernkraftwerk am Standort Paks. Die vier Druckwasserreaktoreinheiten (PWR) russischer Bauart mit einer Gesamtleistung von 1889 MW nahmen 1983 bis 1987 den kommerziellen Betrieb auf. Seit Leistungserhöhungen liefern sie gut die Hälfte der im Lande erzeugten elektrischen Energie. Ein Programm zur Lebensdauererweiterung von 30 auf 50 Jahre ist im Gang. In Vorbereitung ist der Bau von Paks II mit zwei PWR ebenfalls russischer Bauart der Generation 3+, Gesamtleistung rund 2200 MW. Paks II soll ab 2025 konventionell-thermische Grundlastkraftwerke und ab 2032–2037 Paks-1 bis -4 ersetzen. Die nationale Energiestrategie sieht ab 2030 den Bau zwei weiterer Nuklearblöcke vor. Der Standort ist noch offen. Ein Oberflächenlager für schwachaktive Abfälle ist seit 1976 in Betrieb und ein Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle seit 2012. Die Standortbestimmung für die geologische Tiefenlagerung hochaktiver und langlebiger Abfälle ist eingeleitet. Ein Trockenzwischenlager für bestrahlte Brennelemente und hochaktive Abfälle bei Paks wurde 1997 eröffnet.

Ungarn verfügt über etwas eigene Primärenergie-Ressourcen. Doch die fossilen Vorräte – Kohle in der Mátra-Region sowie Erdöl und Erdgas im Südosten – schwinden. Der Uranbergbau bei Pécs wurde 1997 aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt. Hingegen nimmt die Nutzung erneuerbarer Energien – besonders von Biomasse – zu. Sie kann indes die sinkende Eigenproduktion nicht ausgleichen. Heute decken Importe über die Hälfte der Energienachfrage.

Erdgas dominiert den Primärenergie-Markt besonders in der Wärmeversorgung und Industrie. Das Gas stammt zu 80% aus Russland. Es fließt über die Ukraine, die Slowakei und Österreich ins Land. Zur Sicherung der Versorgung baut Ungarn das Erdgasnetz laufend aus. Es ist jetzt mit sechs der sieben Nachbarländer verbunden, für den Rückspeisebetrieb eingerichtet und verfügt über grosse Saisonspeicher. Damit kommt dem Land in der Integration des regionalen Gasmarkts eine Schlüsselrolle zu. Einen Viertel des Energiebedarfs decken Erdölprodukte. Der Import erfolgt vorwiegend über Pipelines. Hauptabnehmer ist der Transportsektor. Die Kernenergie ist die dritt-wichtigste Primärenergiequelle. Ihr Anteil liegt bei gut einem Sechstel und soll noch wachsen. Kohle deckt nur noch einen Zehntel und wird vor allem verstromt. Der Anteil der erneuerbaren Energien steigt seit einigen

Jahren im Einklang mit der EU-Politik stetig und erreicht bald einen Zehntel der Primärenergie-nachfrage.

### Steigende Stromnachfrage

Die Stromversorgung Ungarns ist seit 1995 mit dem kontinentaleuropäischen Verbundnetz (UCTE) gekoppelt. Die Nachfrage ist erst halb so hoch wie im Durchschnitt der OECD-Länder und steigt jährlich um 1–2%. Seit 2008 ist der Strommarkt offen. Bei Erzeugung und Verteilung dominiert indes die staatliche MVM-Gruppe (Magyar Villamos Művek Zrt. Csoport). Sie entstand bereits in den 1960er-Jahren nach dem Muster der Electricité de France. Die Landesproduktion (2015: 28'395 GWh) deckt den Bedarf nur zu gut 80%. Den fehlenden Rest importiert Ungarn aus der Ukraine (über 750-kV-, 440-kV- und 220-kV-Leitungen mit Umrichtern) sowie der Slowakei, während der Exportsaldo Richtung Kroatien positiv und zu den anderen vier Nachbarländern ausgeglichen ist. Das Kernkraftwerk Paks erbringt gut die Hälfte der Landeserzeugung (2015: 52,7%). Gaskraftwerke tragen 30% bei und Kohlekraftwerke einen Sechstel.

Erneuerbare Energien spielen in der Stromerzeugung nur eine geringe Rolle. Die Mittelfristplanung sieht Wachstumspotenzial bei der Verfeuerung von Bio-





**Kernkraftwerks Paks: Blick in die Turbinenhalle mit einer Länge von rund 500 m, in der acht Turbinen-Generator-Gruppen untergebracht sind.**

Foto: Alstom

masse und Abfällen in den vielen kleinen Heizkraftwerken mit Kraftwärmekoppelung. Weil Berg- und Hügelketten die Pannonische Tiefebene umringen, ist das Potenzial der Windkraft beschränkt. Mangels Gefälle ist das Potenzial der Wasserkraft nur unbedeutend. Zudem kämen Flusskraftwerke an Donau und Theiss in Konflikt mit Naturschutz und Schifffahrt. Interessant ist hingegen die Nutzung der Erdwärme, wie die zahlreichen Thermalquellen zeigen. Doch die erzielbaren Temperaturen sind nicht gerade hoch und Erdwärme ist günstiger für Heiz- sowie Warmwassersysteme im Einsatz. Ähnliches gilt für die Nutzung der an sich – besonders im Sommer – reichlich einfallenden Sonnenenergie. Sie wird besser für Wärmezwecke gefördert. Zur Stromerzeugung gilt sie höchstens für lokale Netze als wirtschaftlich.

### **Erfolgreiches Kernenergieprogramm**

Der Entscheid zum Bau des Kernkraftwerks Paks fiel vor 40 Jahren. Der Standort 100 km südlich von Budapest an der Donau ermöglicht es, ohne Kühltürme aus-

zukommen. Die vier PWR-Einheiten vom russischen Typ WWER-440/213 verfügen über ein Vollcontainment, sechs Kühlkreisläufe und eine dreifach redundante Notkühlung. Die Auslegungsleistung lag bei 408–410 MW. Die erste Einheit nahm den kommerziellen Betrieb 1983 auf, die Einheiten 2–4 folgten 1984 bis 1987. Sie wurden seither periodisch nachgerüstet und erfüllen internationale Sicherheitsstandards.

Wie die Internationale Energie-Agentur (IEA) in ihrem Länderbericht von 2011 darlegt, sind Ungarns Erfahrungen mit der Kernenergie «lang und erfolgreich». Über die Lebenszeit bis 2015 gerechnet lag der Lastfaktor von Paks-1, -3 und -4 bei beachtlichen 87–89%. Paks-2 erreichte nur 82%, weil sich dort am 10. April 2003 ein ernsthafter Zwischenfall mit Schweregrad 3 auf der Internationalen nuklearen Ereignisskala (Ines) ereignete: Während der Reinigung von 30 bestrahlten Brennelementen versagte wegen Bedienungsfehlern an einem mangelhaft ausgelegten Reinigungstank die Kühlung, Brennstabhüllen schmolzen und radioaktive

Stoffe breiteten sich im Reaktorgebäude aus. Niemand wurde übermässig bestrahlt, doch Paks-2 blieb rund ein Jahr abgeschaltet. Die beschädigten Brennelemente wurden 2014 nach Abkühlung spezialverpackt in die russische Wiederaufarbeitungsanlage Majak verbracht. In Paks-4 kam es am 4. Mai 2009 im Reaktorgebäude zum zweiten Zwischenfall in der Kraftwerksgeschichte: Der Absturz eines Neutronendetektors während des Brennstoffwechsels auf einen Dekontaminationstank musste der Ines-Stufe 2 zugeordnet werden. Ansonsten verlief der Betrieb recht zwischenfallsarm. Im Jahresbericht 2015 konnte die Kernenergiesicherheits- und Strahlenschutzbehörde Hungarian Atomic Energy Agency (HAEA, Országos Atomenergia Hivatal OAH) feststellen, dass im dritten Jahr in Folge nur Vorkommnisse auf Ines-Stufe 0 eingetreten waren.

Entsprechend fielen die Bewertungen nach der Mission eines Operational Safety Review Teams (Osart) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) von 2014 und der Folgemission vom Oktober 2016 aus. Die Experten der Folgemission bestätigten Verbesserungen der betrieblichen Sicherheit besonders in den 2014 beanstandeten Bereichen Instandhaltungsausrüstung, Mängelbehandlung und Umgang mit Chemikalien. Nachbesserungen sind indes laut Osart-Experten weiterhin beim sicherheitsbewussten Verhalten der Mitarbeiter, dem Auftragnehmer-Management und dem Betriebserfahrungs-Programm nötig. Die Osart-Mission von 2014 war im Übrigen schon die dritte. Die erste fand in Paks 1988 statt und die zweite 2001.

Seit der Erstinbetriebnahme konnte die Betreiberin MVM Paks Nuclear Power Ltd. (MVM Paks Atomerőmű Zrt.) die Leistung aller vier Blöcke nach Austausch der Turbogruppen und weiteren Modernisierungen ab 1992 in zwei Stufen auf die heutige Gesamtnettoleistung von 1889 MW erhöhen. Laut Betreiberin erlaubte dies, die Produktionskosten bei umgerechnet 4,3 Rappen/kWh zu halten.

Im Rahmen eines mehrjährigen Programms zur Lebensdauererweiterung von 30 auf 50 Jahre erteilte die HAEA unter Auflagen die Bewilligung, Paks-1 bis 2032 und Paks-2 bis 2034 zu betreiben. Für die Blöcke 3 und 4 ist das Verfahren noch im Gang.

Um betrieblichen Erfordernissen besser nachzukommen und die Menge bestrahlter Brennelemente zu vermindern, stellte die Betreiberin 2014 bei der HAEA den Antrag, alle vier Einheiten vom bisherigen zwölfmonatigen Brennstoffwechsel-Zyklus auf einen 15-Monatezyklus umzustellen. Nach Prüfung des entsprechen-

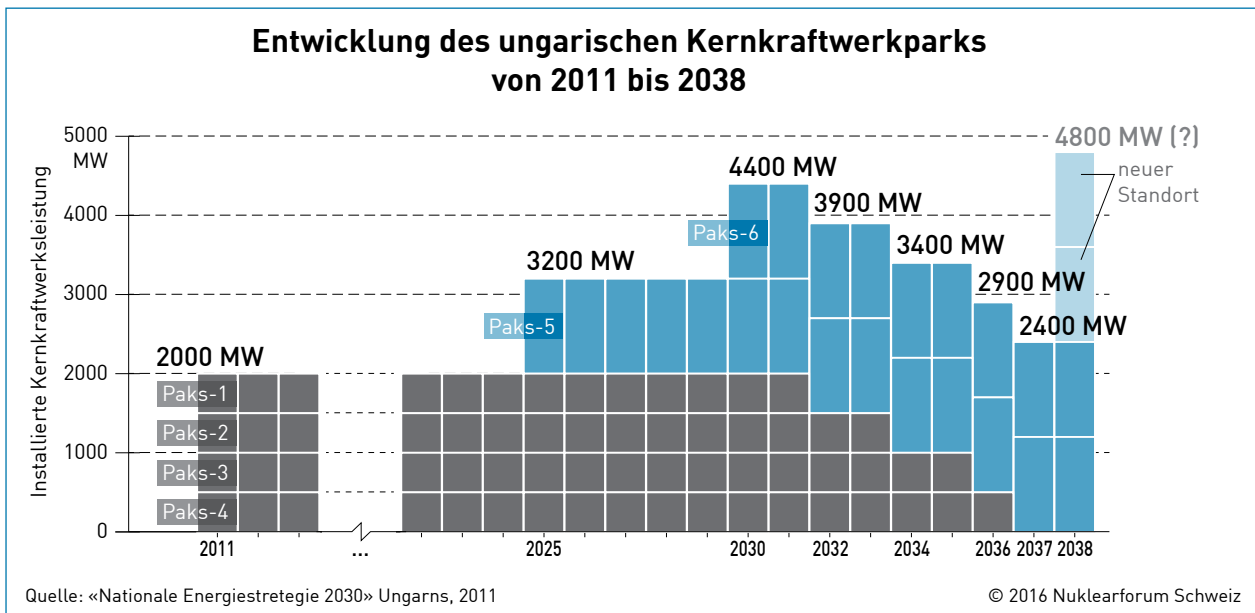
den Antrags, einem erfolgreichen Pilotbetrieb mit zwölf Elementen des neuen, höher angereicherten Brennstoffs in Paks-3 und der Neubeurteilung der Umweltverträglichkeit sowie der nuklearen Sicherheit gab die HAEA im Dezember 2015 grünes Licht für diese Umstellung. Mehr dazu findet sich im Interview mit HAEA-Kommunikationsmanager Gábor Körmendi ab Seite 4.

### Neubauprojekt Paks II

Seit Beginn war der Standort Paks zur Aufnahme zwei weiterer Kernkraftwerkseinheiten der 1000-MW-Klasse vorgesehen. Die Wasserführung der Donau würde ausreichen, auch diese mit Durchlaufkühlung zu betreiben. Aus wirtschaftlichen Gründen verzögerte sich der Bau von Paks-5 und -6 indes. Als sich vor gut zehn Jahren abzeichnete, dass Ungarn ab Mitte der 2020er-Jahre neue Kraftwerke benötigen dürfte, wurden die Pläne reaktiviert. Bedarf für neue Kapazitäten besteht spätestens ab 2025, um ältere konventionell-thermische Kraftwerke zu ersetzen und die tendenziell steigende Stromnachfrage nicht mit noch mehr Importen decken zu müssen. Ab 2032 wird dann auch der schrittweise Ersatz der bestehenden Kernkraftwerkseinheiten fällig. Erfolgt der Ersatz mit Kernkraft, kann Ungarn die Treibhausgas-Emissionen weiter reduzieren. Das Land hat sich dazu gegenüber der EU und im Rahmen des Pariser Abkommens verpflichtet.

Kernenergie geniesst in der ungarischen Öffentlichkeit und bei der Politik traditionell hohe Akzeptanz. Die Bevölkerung hat – trotz Tschernobyl und Fukushima-Daiichi – laut Umfragen grossmehrheitlich Vertrauen in die Sicherheit der eigenen Kernkraftwerke, auch wenn sie sich wie in anderen Ländern schlecht über Kernenergie informiert fühlt. Wiederholt diskutiert wurden allerdings die Kosten der Kernenergie und besonders die Finanzierung der im Vergleich sehr hohen Investitionskosten in neue Kernkraftwerke sowie die projektieren Stromerzeugungskosten. Zudem zirkulierte der Vorschlag, bei einer so grossen Investition wäre ein Referendum angebracht. Doch zum Wahlschlager wurde das Thema Kernenergie weder 2010 noch 2014. Laut unterschiedlichen Umfragen stehen Mehrheiten hinter dem Ausbau.

Nach eingehender Prüfung der Optionen stimmte das Parlament 2009 dem Grundsatzentscheid mit 330 zu 6 Stimmen zu, am Standort Paks rund 2000 MW Nuklearkapazität zuzubauen. Das erklärte Ziel ist, die Stromversorgung mittelfristig mit einer bewährten, kalkulierbaren und treibhausgasarmen Lösung zu sichern. Das Projekt ist Teil der «Nationalen Energiestrategie 2030», die das Parlament 2011 verabschiedete. →



Seit 2009 laufen die Vorbereitungsarbeiten. Auf der einen Seite wurden am Standort die nötigen Abklärungen getroffen, um die Umweltverträglichkeit nachzuweisen. Nach Prüfung des entsprechenden Gesuchs, das die inzwischen gegründete Projektgesellschaft MVM Paks II Ltd. 2014 einreichte, und öffentlichen Anhörungen erteilte die zuständige Regionalbehörde das Zeugnis im September 2016. Damit konnte die MVM Paks II am 27. Oktober 2016 das Gesuch um eine Standortbewilligung bei der nuklearen Sicherheitsbehörde HAEA einreichen.

Auf der anderen Seite evaluierten die MVM-Spezialisten zusammen mit externen Gutachtern die Reaktorsysteme der Generation 3+, für die es bereits eine gehörige Zahl Referenzanlagen und Bestellungen gab. Sie kamen zu Schluss, der PWR-Typ MIR-1200 der russischen Atomenergoprojekt erfülle die ungarischen Anforderungen am besten. MIR steht für Modernized International Reactor, ein für den Export bestimmtes Modell des AES-2006/491 des WWR-1200, den auch die finnische Fennovoima Oy für Hanhikivi auswählte. Der MIR-1200 verfügt über ein doppeltes Betoncontainment mit innenliegender Stahlauskleidung, vier Kühlkreisläufe, redundante aktive wie auch passive und diversitäre Notkühlsysteme sowie einen Kernfänger (Core-catcher).

Auf eine offene internationale Ausschreibung wurde verzichtet, um gleich einen Liefervertrag auszuhandeln. Demnach soll die Atomenergoprojekt die zwei MIR-1200 schlüsselfertig liefern, wobei 40% der Arbeiten durch ungarische Unternehmen auszuführen sind. Zudem

wurden ein langfristiges Brennstoffabkommen und eine Finanzierung ausgehandelt. Diese sieht einen russischen Staatskredit von EUR 10 Mrd. (CHF 10,8 Mrd.) vor, der 80% der Bau- und Inbetriebnahmekosten deckt, mit 4-5% verzinst wird und ab Inbetriebnahme binnen 21 Jahren zurückzuzahlen ist. Die restlichen 20% wird die MVM Paks II Zrt. – welche die Ungarische Staatsholding-Gesellschaft 2014 von der MVM-Gruppe übernahm – selber zu tragen haben. Ein Regierungsabkommen zwischen der Russischen Föderation und Ungarn vom 14. Januar 2014 legte die Grundlage für die Liefer- und Finanzierungsverträge. Das Parlament stimmte ihnen noch im gleichen Jahr mit grossen Mehrheiten zu.

Weniger glatt verläuft die Genehmigung durch die zuständigen Organe der EU, ist sie doch zum Zeitpunkt der Abfassung der vorliegenden Analyse noch nicht abgeschlossen. Im März 2015 bewilligte die Euratom-Versorgungsagentur (ESA) erst nach umfassender Prüfung den Brennstoffvertrag für Paks II, indes vorderhand nur für zehn Jahre. Im November 2015 wurde bekannt, die EU habe Bedenken, der Liefervertrag für die MIR-1200 verletze Vorschriften über das öffentliche Beschaffungswesen. Er sei auf nicht transparente Weise entstanden. Im Januar 2016 entschied die EU zudem, das Finanzierungsmodell sei zu überprüfen. Es könnte unerlaubte staatliche Beihilfen umfassen.

Ungarn beantwortete die konkreten Fragen der Kommission zu diesen beiden Punkten umgehend und begründete das Vorgehen mit einer umfangreichen Dokumentation. Nachdem sie bestätigt hatte, 55% der



**Viktor Orbán, ungarischer Premierminister (links), und Wladimir Putin, russischer Präsident, ermöglichen mit einem bilateralen Abkommen den Bau von zwei neuen Kernkraftwerkseinheiten am Standort Paks.**

Foto: Präsidiales Informations- und Pressebüro Russland

Gesamtinvestition würden in freier Ausschreibung beschafft – so die Turbogeneratorgruppe – liess die Kommission nach Angaben der ungarischen Regierung vom 17. November 2016 das Verfahren in Sachen Beschaffungswesen unlängst fallen, während der Entscheid in Sachen Finanzierungsmodell noch hängig ist. Dennoch gibt sich der Kommissar der ungarischen Regierung für Paks II, Attila Aszódi, in Interviews überzeugt, das grüne Licht der EU werde in wenigen Wochen vorliegen. Das Projekt sei nach wie vor im Zeitplan. Inzwischen laufen schon Ingenieurarbeiten und die HAEA hat mit der Prüfung der Standortbewilligung begonnen. Doch ansonsten ist das Projekt weiterhin blockiert.

### **Sicherheit und Strahlenschutz – international vernetzt**

Die ungarische Regierung hat die behördliche Aufsicht über die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in den letzten Jahren neu aufgestellt und gestärkt. Sie tat dies im Hinblick auf die steigenden Anforderungen an die Behörde durch die Aufsicht über den Bau von Paks II, aber auch das Alterungsmanagement der bestehenden Kernanlagen. Seit dem 1. Januar 2016 ist die

HAEA nicht mehr nur für die Bereiche nukleare Sicherheit und Sicherung von Kernanlagen sowie Safeguards zuständig, sondern auch für den Strahlenschutz. Wie der Um- und Ausbau der HAEA abgelaufen ist und wie die Unabhängigkeit der HAEA bei ihrer Inspektions-tätigkeit wie auch in ihren Entscheiden gewährleistet ist, geht aus dem Interview mit HAEA-Kommunikationsmanager Gábor Körmendi (Seite 4) hervor.

Für die Arbeit der HAEA, den Forschungssektor und die Betreiber von Kernanlagen ist in einem Land der Grösse Ungarns mit seiner eigenen Sprache und begrenzten Mitteln die internationale Zusammenarbeit innerhalb und mit der EU sowie darüber hinaus ein absolutes Erfordernis. Daher haben Behörden, Forschungseinrichtungen und Betreiber systematisch weltweite Beziehungsnetze aufgebaut. An relevanten Projekten und Veranstaltungen nehmen sie aktiv teil. Die Kernkraftwerksbetreiber wirken unter anderem bei der World Association of Nuclear Operators (Wano), dem amerikanischen Institute of Nuclear Power Operations (Inpo) und der Atomic Energy Research International Cooperation mit, einem Forum für WWER-Kernkraftwerke. →

### Brennstoffkreislauf und Entsorgung

Bei der Versorgung und Entsorgung des Kernkraftwerks Paks arbeitet Ungarn eng mit den Lieferanten der russischen Rosatom-Gruppe zusammen. Das war schon zu Sowjetzeiten so, gilt weiterhin und ist ebenso für Paks II vorgesehen. Gemäss Auflagen der ESA wird diese Lieferantwahl jedoch künftig periodisch neu auszuschreiben sein. Die heutigen Verträge sehen die Lieferung von Uran, Anreicherungsdienstleistungen und Herstellung der Brennelemente für Paks und Paks II vor. Nach der Bestrahlung und Zwischenlagerung können die Betreiber die verbrauchten Brennelemente zur Lagerung und späteren Wiederaufarbeitung nach Russland verbringen. Von 1989 bis 1998 tat Paks dies für 2331 Brennelemente. Ungarn ist verpflichtet, die verglasten hochaktiven und weitere konditionierte Abfälle nach der Wiederaufarbeitung zurückzunehmen.

Die Zusammenarbeit mit Russland im Brennstoffsektor begann schon vor dem Bau von Paks und der Forschungsreaktoren. Ab Mitte der 1950er-Jahre wurde Uranerz in fünf Untertagminen bei Kővágószőlős im Mecsek – einem Gebirgszug nahe der südungarischen Stadt Pécs – abgebaut. Anfangs ging das ganze Erz zur Aufbereitung in die Sowjetunion. Ungarn durfte erst ab 1963 selber eine Uranmühle einrichten und betreiben. Doch das Konzentrat wurde weiterhin nach Russland verfrachtet. Nach der Wende von 1989 stagnierte die Produktion aus wirtschaftlichen Gründen und kam 1995 endgültig zum Erliegen. Seither läuft ein Rückbauprogramm zur Entsorgung der chemischen Rückstände und zur Abraumisolierung in Zusammenarbeit



**Am Standort Püspökszilágy werden die schwachaktiven Abfälle und Strahlenquellen aus Forschung, Medizin und Industrie zentral gesammelt und aufbereitet.**

Foto: Puram Fotoarchiv



**Das modular aufgebaute Trockenzwischenlager für bestrahlte Brennelemente am Standort Paks.**

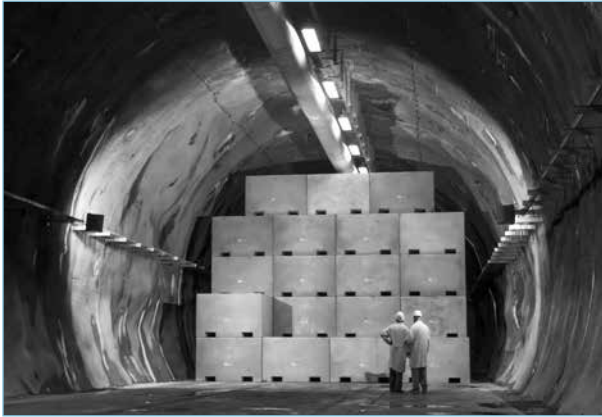
Foto: Puram Fotoarchiv

namentlich mit der deutschen Wismut GmbH. Seit 2008 gilt der Standort als saniert. Allerdings bedarf das Grundwasser noch während der kommenden 50–100 Jahre der Reinigung und Überwachung.

Zuständig dafür und auch für die Bewirtschaftung aller radioaktiven Rückstände ist heute die staatliche Public Ltd. Company for Radioactive Waste Management (Puram; Radioaktív Hulladékot Kezelő Kkft. RHK). Ihre Finanzierung erfolgt nach dem Verursacherprinzip über einen staatlich verwalteten Zweckfonds, den die Regierung 1998 geschaffen hat.

Die Puram betreibt auch den Standort Püspökszilágy 35 km nordöstlich von Budapest, den sie von einer Vorgängerorganisation übernommen hat. Seit 1960 werden dort die schwachaktiven Abfälle und Strahlenquellen aus Forschung, Medizin und Industrie zentral gesammelt, aufbereitet und seit 1977 zudem verpackt in ein oberflächennahes Endlager verbracht. Die Puram betreibt des Weiteren auf einem an das Kernkraftwerk Paks angrenzenden Gelände das nationale Trockenzwischenlager für bestrahlte Brennelemente bis zum vorgesehenen Abtransport für die Wiederaufarbeitung. Dorthin zurück kommen später auch die Kokillen mit dem verglasten hochaktiven Abfall zur Zwischenlagerung. Die Auslegung ist modular, der Ausbau erfolgt je nach Bedarf und die Lagerdauer beträgt mindesten 50 Jahre. Der Einlagerbetrieb begann 1997.

Für die Endlagerung von schwach- und mittelaktiven Abfällen aus dem Betrieb und Rückbau der Kernkraftwerke baute die Puram ein geologisches Tiefenlager in Bábaapáti, 40 km südwestlich von Paks. Es umfasst die



In Bataapati befindet sich das geologische Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle.

Foto: Puram Fotoarchiv

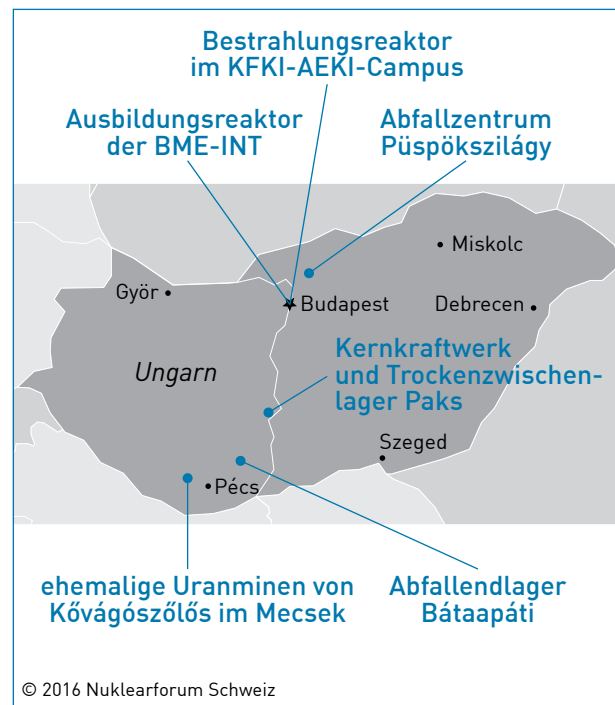
2008 eröffneten Oberflächen-Einrichtungen sowie ein bergmännisch in eine Granitformation vorgetriebenes Tunnelsystem mit vorerst zwei Lagerkavernen, wo 2012 der Einlagerbetrieb begann. Schliesslich ist die Puram daran, Standortabklärungen für ein geologisches Tiefenlager vorzunehmen. Es soll die hochaktiven und langlebigen Abfälle aufnehmen. In Frage kommen aus heutiger Sicht die Boda-Tonschichten im Mecsek. Sie sind seit dem Uranbergbau schon gut bekannt. Die Puram hat vor, dort ab 2030 ein Tiefenlabor einzurichten. Dazu arbeitet sie unter anderen mit der belgischen Ondraf/Niras und der schweizerischen Nagra zusammen. Der Bau des Endlagers würde 2055 beginnen.

### Forschung – Entwicklung – Ausbildung

Auf dem KFKI-Campus in Budapest betreibt die Ungarische Akademie der Wissenschaften das Atomenergie-Forschungszentrum AEKI mit rund 200 Mitarbeitern. Sie verfügen über einen 10-MW-Forschungs- und Bestrahlungsreaktor, der auch ultrakalte Neutronen liefert. Neben Grundlagenforschung und Beiträgen zu Generation-IV-Entwicklungsprojekten erbringt das AEKI auch technischen Support für Projekte des Kernkraftwerks Paks. Es unterstützt namentlich Vorhaben wie die Lebensdauererlängerung und beherbergt die Atomic Energy Research International Cooperation. Diese sichert den internationalen Erfahrungsaustausch zwischen Entwicklern, Betreibern und Aufsichtsbehörden von WWER-Leistungsreaktoren.

Ausbildungsgänge für Nuklearingenieure und -techniker einschliesslich Reaktoroperatoren und Strahlenschutzbeauftragte bietet die Technische und Wirtschaftswissenschaftliche Universität Budapest (BME) an. Ihr Institut für Nukleartechnologie (INT) verfügt über einen 100-kW-Ausbildungsreaktor, wo Praktika für in- und ausländische Studenten in Zusammenarbeit mit dem Institut für Strahlenbiologie und Strahlenhygiene OSSKI und dem KFKI stattfinden.

Eine besondere Ausbildungs- und Entwicklungseinheit findet sich beim Simulatorzentrum von Paks. Aus Originalkomponenten von WWER-440-Einheiten, die in Deutschland und Polen nicht fertiggebaut wurden, hat Paks ein Lehrmodell im Massstab 1:1 aufgebaut. Im Modell können Techniker und Ingenieure Instandhaltungsarbeiten üben. Oder sie schicken ferngesteuerte Roboter hinein, um diese weiterzuentwickeln. (P.B. nach Unterlagen und Auskünften von BME-INT, EC, HAEA, IAEO, IBS, IEA, KFKI-AEKI, MVM Paks, MVM Paks II, NucNet, OECD NEA, Puram und WNA, November 2016)



© 2016 Nuklearforum Schweiz

## IAEO: Entwicklung der weltweiten Nuklearkapazität

Die Kernenergie wird in den kommenden Jahren trotz des tiefen Preisniveaus fossiler Brennstoffe und der sinkenden Preise für neue erneuerbare Energien global betrachtet ausgebaut, sagt die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) in ihrem jüngsten Ausblick.

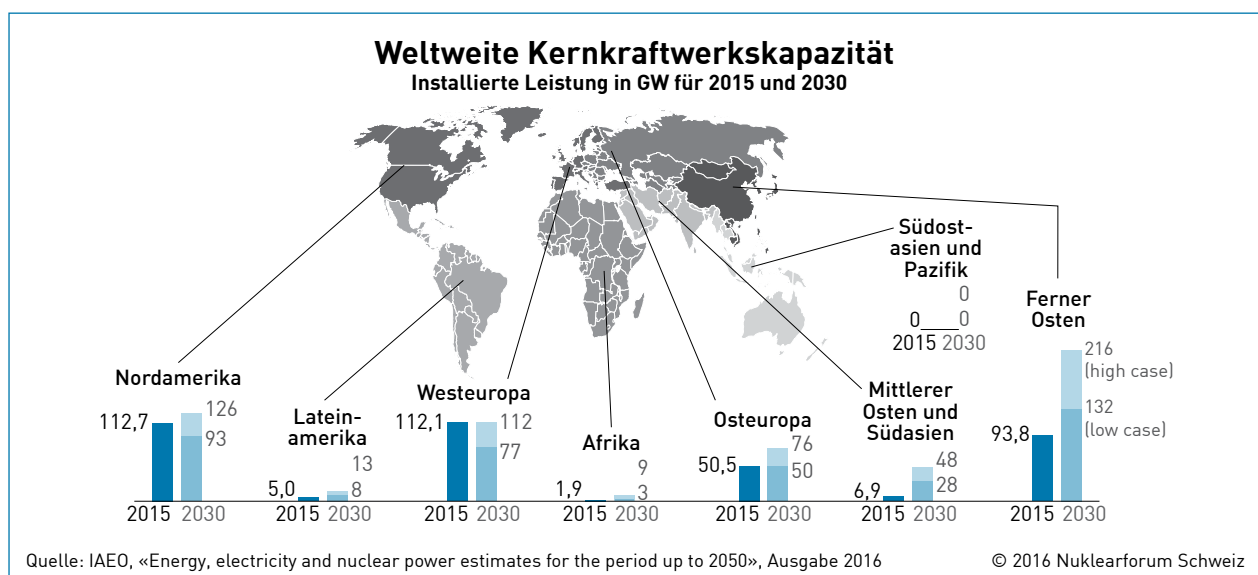
Die IAEO gibt mit der Publikation «Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050» jährlich ihre Einschätzungen zur Entwicklung der weltweit installierten Kernkraftwerkskapazität wieder. In der im September 2016 veröffentlichten 36. Ausgabe wurden Entwicklungen bis Frühling dieses Jahres berücksichtigt. Die Verfasser des Berichts sehen in den aktualisierten Projektionen weiterhin einen Ausbau des weltweiten Kernkraftwerksparks voraus. Die Zahlen wurden aber gegenüber der Vorjahresprognose nach unten korrigiert. Die Verfasser schätzen, dass die installierte Kernkraftwerkskapazität im Jahr 2030 zwischen 390 GW (Low-Case-Szenario) und 598 GW (High-Case-Szenario) liegen wird. Dies entspricht gemessen an der heutigen installierten Nuklearkapazität von 383 GW einer Zunahme von 1,9% bis 56%. Vor einem Jahr gingen die Fachleute noch von einem Wachstum zwischen 2,4% und 68% aus. Die Projektionen bis 2050 zeichnen ein ähnliches Bild.

Die tiefen Ausbautzahlen (Low Case) beruhen auf plausiblen, konservativen Annahmen, die auf aktuellen Markt-, Technologie- und Rohstofftrends bauen. Im

High-Case-Szenario werde dem derzeitigen Wirtschafts- und Strombedarfswachstum – speziell in Asien – Rechnung getragen. In diesem Szenario werde der Kernenergie eine wichtige Rolle bei der Reduktion des Treibhausgasausstosses zugeschrieben. Die grosse Bandbreite zwischen den Szenarien entsteht durch Unsicherheiten bei lokalen Energiepolitiken, Laufzeitverlängerungen, Stilllegungen und Neubauprojekten, so die IAEO.

### Verschiedene Einflussfaktoren

Die IAEO zählt eine Reihe von Faktoren auf, die einen negativen Einfluss auf die Entwicklung der Kernenergie haben. Dazu zählen die tiefen Gaspreise, die sinkenden Kosten für neue erneuerbare Energien, die fehlenden Impulse auf dem Markt für emissionsarme Stromproduktionsmethoden sowie das schleppende Wirtschaftswachstum. Die Bauaktivitäten für neue Kernkraftwerke seien wegen neuer Sicherheitsvorschriften im Nachgang zu Fukushima-Daiichi verlangsamt worden. Auch habe die Einführung neuer Bautypen mit fortgeschrittenen Sicherheitssystemen zu Verspätungen geführt. →



### Nichtsdestotrotz ...

«Die Kernenergie wird auch auf lange Sicht eine wichtige Rolle im weltweiten Strommix einnehmen», erklärt IAEA-Vizedirektor und Leiter des Departements für Kernenergie Mikhail Tschudakow. Die Weltbevölkerung wachse und der Strombedarf steige. Die Kernenergie könne dabei einen Beitrag für eine sichere und zuverlässige Stromversorgung leisten. «Mit anderen Worten: Sie kann helfen, Millionen von Menschen von der Energiearmut zu befreien und gleichzeitig den Klimawandel zu bekämpfen», so Tschudakow weiter.

Über die Hälfte der weltweit rund 450 betriebsfähigen Kernkraftwerkseinheiten ist seit 30 Jahren oder länger am Netz. Würde die installierte Leistung wie im Low-Case-Szenario beschrieben bis 2030 nur geringfügig zunehmen, so müssten gemäss IAEA trotzdem rund 150 GW zugebaut werden, um die Kapazität halten zu können.

### Blick in die Regionen

Das grösste Ausbaupotenzial schreibt die IAEA, wie schon in früheren Berichten festgehalten, den Ländern im Fernen Osten zu. Hier sind China und Südkorea die treibenden Kräfte. Die derzeit in dieser Ländergruppe installierten 93,8 GW sollen bis 2030 auf 132 GW im Low-Case-Szenario und auf 216 GW im High-Case-Szenario ausgebaut werden.

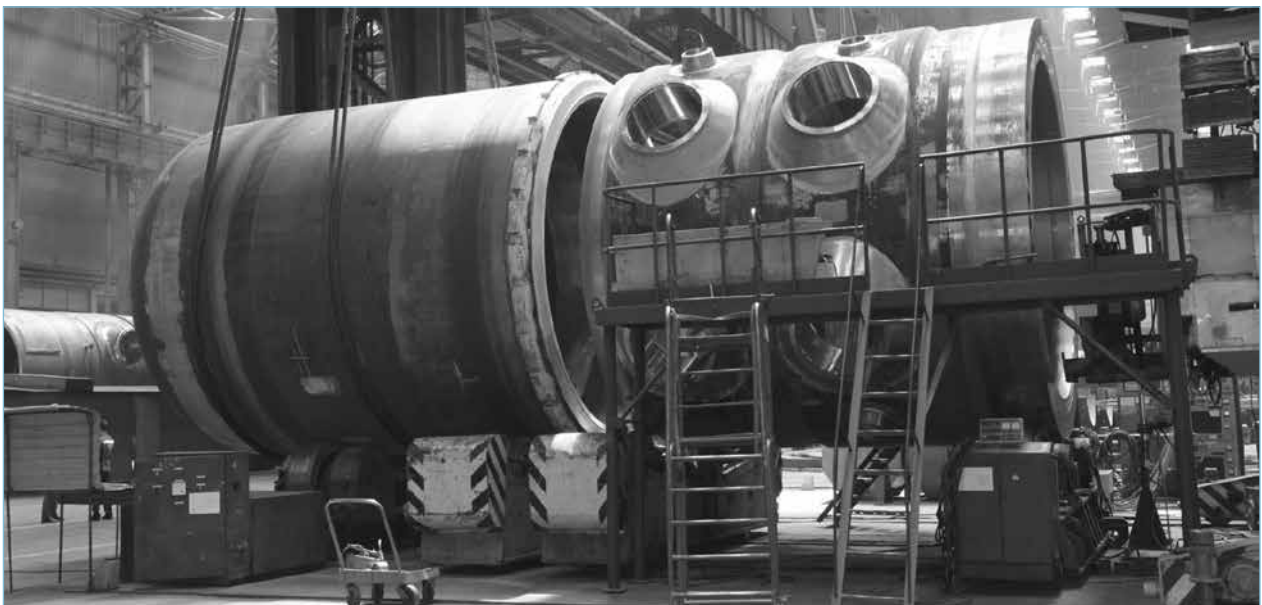
Auch im Mittleren Osten und Südasien soll die Kernenergie expandieren und bis 2030 eine Kapazität zwischen 28 GW und 48 GW erreichen. Aktuell stellen die Kernkraftwerke dieser Region rund 6,9 GW zur Verfügung. In Osteuropa zeichnet sich ein gemischtes Bild ab. Hier schwanken die Projektionen von praktisch keinem Zuwachs (halten bei rund 50 GW) bis zu einem Ausbau auf 76 GW. In dieser Gruppe befinden sich Russland – wo derzeit sieben Einheiten in Bau stehen – und der Neueinsteiger Weissrussland – wo die ersten zwei Einheiten gebaut werden.

Für Nordamerika sieht die IAEA im Low-Case-Szenario zwar einen Rückgang von heute 112,7 GW auf 93 GW voraus. Hingegen wäre dort unter günstigen Umständen auch ein Ausbau auf 126 GW möglich.

Wie schon im Vorjahr rechnet die IAEA in Westeuropa mit einem Rückgang, der unter anderem dem Kernenergieausstieg Deutschlands zugeschrieben wird. So beschreibt das Low-Case-Szenario bis 2030 einen Rückgang von 112,1 GW auf 77 GW. Im High-Case-Szenario gehen die Fachleute von einem geringen Rückgang auf 111,8 GW aus. (M.B. nach IAEA, Bericht «Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050», Ausgabe 2016, und Medienmitteilung, 23. September 2016)

**Neueinsteiger Weissrussland baut zwei WWER-1200-Einheiten. Im Sommer 2016 wurde der 330 t schwere Reaktordruckbehälter für Block 2 fertiggestellt.**

Foto: Rosatom





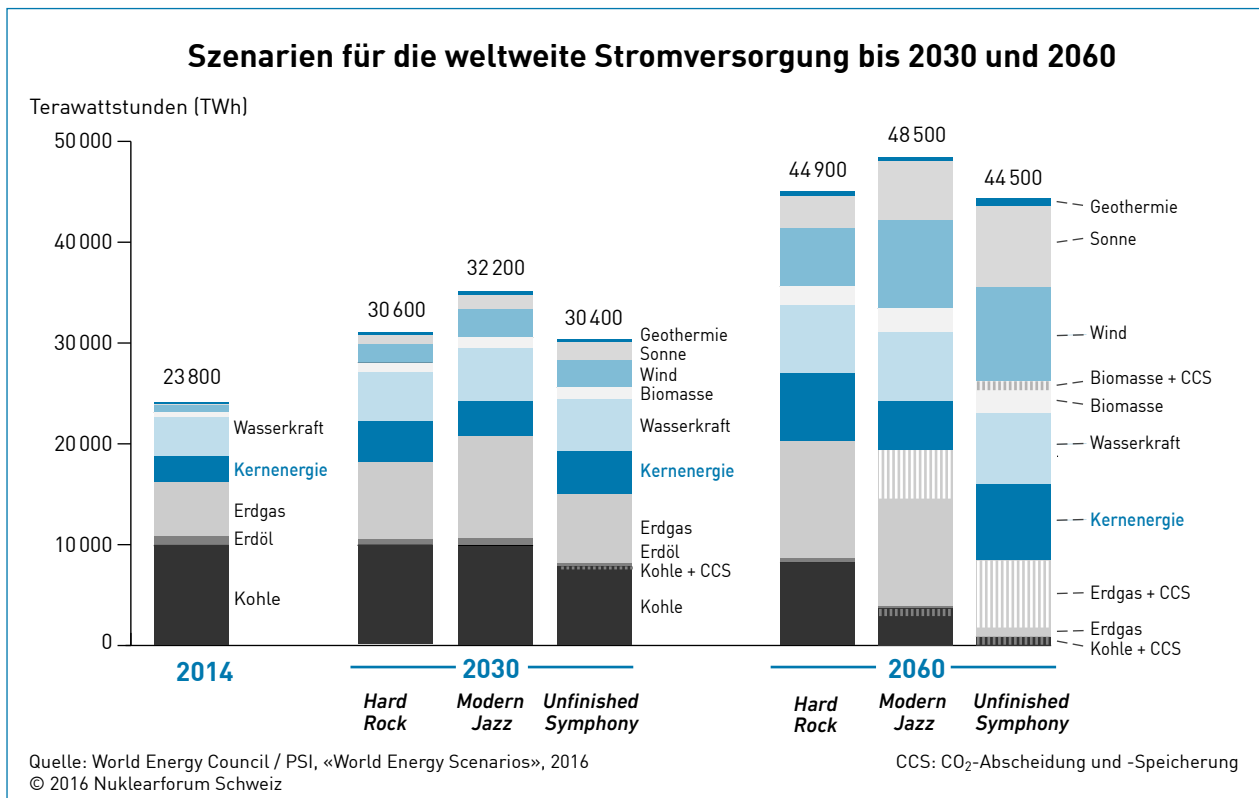
## WEC: je mehr Kernenergie, desto grüner

Der weltweite Strombedarf wird sich bis im Jahr 2060 etwa verdoppeln und zwar fast unabhängig von den bis dahin implementierten Energiemassnahmen. Vorerst werden weiterhin Kohle und Erdgas den Strommix dominieren. Eine besonders umweltschonende Entwicklung ist dann zu erwarten, falls die erneuerbaren Energien und die Kernenergie gezielt von Staates wegen gefördert werden. Dies geht aus den jüngsten Szenarien hervor, die der World Energy Council (WEC) in Partnerschaft mit dem Paul Scherrer Institut (PSI) und der Accenture Strategy erarbeitet hat.

Der Bericht «World Energy Scenarios – 2016» wurde am 10. Oktober 2016 am Weltenergiekongress in Istanbul der Öffentlichkeit vorgestellt. Der Bericht ist ein Update des ersten solchen Berichts aus dem Jahr 2013 (siehe E-Bulletin vom 18. Oktober 2013). Er beschreibt unter dem Stichwort «die grosse Transition» drei Szenarien mit Horizont 2060, die während dreier Jahre von einer mehr als 70-köpfigen Expertengruppe aus 25 Ländern definiert worden sind. Wie bereits vor drei

Jahren wurden die Szenarien am PSI mit Hilfe des dort entwickelten globalen beziehungsweise multiregionalen Energiesystem-Modells durchgerechnet.

Untersucht wurden die folgenden drei Szenarien:  
**«Hard Rock»:** Dieses Szenario wurde neu hinzugefügt: Es geht davon aus, dass angesichts von geringem Wirtschaftswachstum die Staaten wenig koordiniert jeweils die lokal beste Variante zur Sicherung der Energie-





**Am 23. Weltenergiekongress in Istanbul wird der Bericht «World Energy Scenarios – The Grand Transition» vorgestellt: Die globale Stromerzeugung verdoppelt sich bis 2060 in allen drei Szenarien im Vergleich zum heutigen Niveau.**

Foto: WEC

versorgung implementieren («Jeder schaut primär für sich»). In diesem Szenario haben eine halbe bis eine ganze Milliarde Menschen im Jahr 2060 immer noch keinen Zugang zu modernen Energiequellen. Bei den heutigen Trends ist dieses Szenario das wahrscheinlichste.

**«Modern Jazz»:** Dieses Szenario ist markt- und innovationsgetrieben und stark von der Digitalisierung geprägt. Im Vordergrund steht der individuelle Zugang zu Energie zu bezahlbaren Preisen für alle Menschen dank Wirtschaftswachstum. Unterstellt wird, dass bis 2060 alle Menschen Zugang zu modernen Energiequellen haben.

**«Unfinished Symphony»:** Hier liegt der Fokus auf international abgestimmten staatlichen Markteingriffen zugunsten von Umweltschonung und Nachhaltigkeit. Bis zu einer halben Milliarde Menschen haben bei diesem Szenario keinen Zugang zu modernen Energiequellen.

### **Mehr Wohlstand, mehr Erdgas, mehr Treibhausgase**

In allen Szenarien nimmt der weltweite Energieverbrauch trotz mehr Energieeffizienz zu – am stärksten bei «Modern Jazz» wegen des grössten Wirtschaftswachstums (Zunahme des BIP um 3,3% jährlich). Bei diesem Szenario steigt das Pro-Kopf-BIP auf etwa das Dreifache gegenüber 2014. Etwas geringer ist der generelle Wohlstandszuwachs bei «Unfinished Symphony». Beim Szenario «Hard Rock» steigt das BIP pro Kopf bis 2060 nur gering.

Eine zentrale Rolle wird in den kommenden Jahrzehnten das Erdgas spielen, während bei Kohle und Erdöl angenommen wird, dass die Nachfragespitze noch vor dem Jahr 2030 erreicht wird und die Förderung danach zurückgeht. Der Bericht schreibt in diesem Zusammenhang von «Stranded Resources», das heisst von Kohle- und Ölreserven, die ungenutzt im Boden verbleiben. Bei

allen drei Szenarien wird dennoch das von Klimamodellen theoretisch errechnete 2°C-Erwärmungsziel verfehlt; am stärksten bei «Hard Rock» (+3,5–4°C) und «Modern Jazz» (+3°C). «Unfinished Symphony» verfehlt das Ziel nur knapp (leicht über +2°C).

### Strom ist die Zukunftsenergie

In allen drei Szenarien steigt der Stromkonsum massiv an – der Bedarf dürfte sich weltweit rund verdoppeln (siehe Grafik Seite 17). Im Vergleich zu den WEC-Szenarien aus dem Jahr 2013 werden aber höhere Effizienzpotenziale ausgenutzt, sodass in den neuen Szenarien der Strombedarf etwas weniger ansteigt als zuvor.

Am stärksten steigt der Bedarf bei «Modern Jazz», da in diesem Szenario dank Wirtschaftswachstum alle Menschen Zugang zu bezahlbarem Strom haben werden. In diesem Szenario werden 28% des gesamten Energiebedarfs mit Strom gedeckt, gegenüber 29% bei «Unfinished Symphony» und 25% bei «Hard Rock».

Zum Vergleich: im Jahr 2015 lag der Stromanteil am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz bei 25% und weltweit bei gut 18%. Die Elektrizität wird demnach als Schlüsselenergie der Zukunft gesehen.

### Kernenergie: Steigerung um bis fast das Dreifache

Produktionsseitig wird vor allem der Stromgewinnung aus Wind und Sonne ein starkes Wachstum unterstellt, aber auch die Wasserkraft und die Kernenergie werden in allen drei Szenarien ausgebaut. Der Anteil der erneuerbaren Energien und der Kernenergie am globalen Strommix ist beim umweltfreundlichsten Szenario «Unfinished Symphony» am grössten. Bemerkenswert ist, dass die Stromproduktion aus Kernenergie in allen drei Szenarien massiv ausgebaut wird: Im «Hard Rock» um etwa das 2,5-Fache, im «Modern Jazz» um das 1,5-Fache, und in der besonders umwelt- und klimafreundlichen «Unfinished Symphony» sogar um fast das 3-Fache. (M. S. nach Unterlagen des WEC)

#### Vorstellungen klaffen auseinander

Gerald Davies, Energieberater und Vorsitzender der Szenariengruppe des WEC, hält im Vorwort drei Lehren beim Erarbeiten des Berichts fest:

- Die Vorstellungen über die einzuschlagenden Energiepfade sind weltweit sehr unterschiedlich – es gibt keinen Konsens.
- Es ist ausserordentlich schwierig, die Macht neuer Technologien und den Einfluss der Digitalisierung beziehungsweise deren soziale Auswirkungen wirklich einzuschätzen.

- Das Erreichen des 2°C-Erwärmungsziels erfordert nicht nur hohe CO<sub>2</sub>-Preise und ein anhaltendes Engagement der Staaten – auch die Dimension der nötigen Transformation in sehr kurzer Zeit ist ohne Präzedenzfall.

Der Weltenergierat (World Energy Council, WEC) ist 1923 gegründet worden und bei der Uno akkreditiert. Er umfasst mehr als 3000 Mitgliedorganisationen aus über 90 Ländern – Behörden, private und staatliche Unternehmen, wissenschaftliche Institutionen, NGO und weitere an Energiefragen interessierte Kreise.

## Die «Expertenfrage»

Die Atomausstiegsinitiative dominierte die Berichterstattung zum Thema Kernenergie wie schon lange kein anderes Ereignis mehr. Die Argumente der Befürworter wurden teilweise auch in den Medien sehr kritisch beleuchtet.

Für diese Medienschau haben wir Aussagen der Atomausstiegsbefürworter im Vorfeld der Abstimmung vom 27. November 2016 ausgewählt. Um die Auswahl weiter zu begrenzen, klammern wir die Aussagen von Politikerinnen und Politikern aus und konzentrieren uns auf die NGO Greenpeace und Energiestiftung Schweiz (SES).

### Am Anfang steht der Jubel

Am 7. Oktober 2016 titelte «20 Minuten»: «AKW-Gegner jubeln über den Ausfall von Leibstadt.» Die SES nahm laut der Gratiszeitung die Meldung aus Leibstadt, wonach das Werk über den Winter stillsteht, zum Anlass für folgende Meinungsäusserung: «Die AKW seien ein «Klumpenrisiko für die Stromversorgung»: Mit dem Ausfall von Beznau I und Leibstadt werde der diesjährige Winter bezüglich Versorgungssicherheit anspruchsvoller, als es die Atomausstiegsinitiative vorgebe.» Die Befürworter würden ausblenden, dass im Winter «schmutziger Kohlestrom aus dem Ausland» importiert werden muss, entgegnete darauf BDP-Nationalrat Hans Grunder.

Eine knappe Woche später stiessen wir ebenfalls bei «20 Minuten» auf ein Phänomen, das wir an dieser Stelle etwas eingehender betrachten wollen. Dort wurde nämlich «Greenpeace-Atomexperte Florian Kasser» zitiert: «Es besteht leider immer das Risiko, dass das Schiff, der Lastwagen oder der Zug, mit dem der Atom-müll transportiert wird, verunfallt.» Wir wenden nichts dagegen ein, dass Schiffe, Lastwagen oder Züge verunfallen können. Das Ausserachtlassen der Tatsache, dass die sogenannten Castoren, mit denen der «Atom-müll» transportiert werden, selbst heftigste Aufpralle überstehen, lässt uns an der Bezeichnung «Atom-experte» zweifeln.

### Ein seriöser Atomgegner

Am 29. Oktober lasen wir in der «Berner Zeitung» (BZ) das Porträt eines weiteren bekannten Atomgegners Jürg Joss, «dem Sisyphus von Bätterkinden». Er habe sich «nach einer Verstrahlung in einem AKW» 1986 zum Atomgegner gewandelt. «Erst nach längerem Duschen habe er das Werk verlassen können. «Da habe

ich mir Sorgen um mein körperliches Wohl gemacht.» Joss gehört laut BZ zu denjenigen, die «den abschätzigen Begriff «Schrottreaktor», der nach Tschernobyl zu einem Codewort der scharfen Greenpeace-Rhetorik wurde», verwenden – wenn auch nicht mit letzter Überzeugung: «Dem seriösen Jürg Joss geht das Wort eher zögerlich über die Lippen. Ja, räumt er ein, «Schrottreaktor» sei auch ein Kampfbegriff. Er verteidigt ihn dennoch. «Die AKW-Betreiber können auf Geheimhaltungspflichten pochen und davon ausgehen, dass Laien nicht genau verstehen, was in einem AKW abläuft. Wir Atomgegner aber müssen das kurz und anschaulich auf den Punkt bringen», schreibt die BZ. Auch wenn dieser Vergleich unserer Meinung nach etwas kurz greift, bei der BKW hat man laut der Zeitung Respekt vor ihm: «Joss ist kein Ideologe, er versteht zum Beispiel etwas von der Notkühlung. Mit ihm kann man reden.»

### Experten und Nationalräte

Ebenfalls am 29. Oktober kamen in der «Aargauer Zeitung» (AZ) wieder Experten zu Wort. Die Zeitung liefert dabei, wohl ungewollt, eine interessante Unterscheidung: «Experten spekulieren am Hearing zu Beznau 1 über den Zustand des umstrittenen Reaktordruckbehälters. Und Grünen-Nationalrat Bastien Girod sagt, warum sich die Axpo über ein Ja zur Atomausstiegsinitiative freuen dürfte.» In der «Sonntagszeitung» des Folgetages wurde dann wieder Florian Kasser zitiert: im Anriss auf der Titelseite noch als «Greenpeace-Atomexperte», weiter hinten dann als «Kampagnen-leiter bei Greenpeace». Im gleichen Artikel über ein Rechtsverfahren bezüglich Ausserbetriebnahme-Kriterien steht übrigens auch der folgende Satz: «Neue Zahlen des Bundesamtes für Umwelt zeigen, dass sich Umweltverbände wie Pro Natura und der WWF in den letzten fünf Jahren erfolgreich gegen Dutzende Ökostromprojekte gewehrt haben.»

### «Spektakuläre neue Protestmethoden»

Am 2. November standen in der BZ und im «Bieler Tagblatt» wieder das Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) und seine Gegner im Fokus: «Mit an Bord ist die junge Umweltorganisation Greenpeace, die die Paragrafen-

reiterei mit spektakulären neuen Protestmethoden orchestriert. Am 11. Juni 1996 lässt Greenpeace neben dem AKW einen Heissluftballon mit der Aufschrift «Jetzt Mühleberg stilllegen» aufsteigen. Am frühen Morgen des 22. August 1996 ketten sich 40 Umweltaktivisten an das Eingangstor des AKW und blockieren den Zugang für das Personal, das wegen der laufenden Revision besonders zahlreich ist. In einem Communiqué ätzt Greenpeace: «Der reparaturanfällige Atommeiler ist zum Tummelplatz für ehrgeizige Techniker verkommen.» Die Blockade blieb gemäss der Zeitung nicht ohne Folgen: «Greenpeace muss der BKW einen Schadenersatz von 150'000 Franken zahlen.» Und auch die nächste Aktion ging offenbar nach hinten los: «Am 5. September 2000 landet ein Greenpeace-Aktivist mit einem motorisierten Fallschirm auf dem Reaktordach und kann dort ein Transparent entrollen, bevor ihn die Betriebswache herunterholt. Die Aktion, die die strengen Schutzvorschriften für AKW verletzt, erhöht die Sympathiewerte der Atomgegner offenbar nicht. Am 24. September lehnen 64,3 Prozent der Bernerinnen und Berner die kantonale Initiative «Strom ohne Atom» zur Abschaltung des AKW Mühleberg deutlich ab. Für die AKW-Gegner ist das ein Debakel.»

### Vertauschte Rollen

Am 7. November widmete die AZ den Kosten für Stilllegung und Entsorgung eine kurze Meldung: «Marcos Buser, ein ehemaliges Mitglied der Kommission für nukleare Sicherheit, hat im Auftrag von Greenpeace Berechnungen zu den Rückbau- und Entsorgungskosten erstellt. Sein Fazit: Der Gesamtbetrag dürfte am Ende 100 Milliarden Franken oder noch mehr betragen. Raymond Cron, Präsident der Verwaltungskommission des Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, hält solche Schätzungen für masslos übertrieben: «Es gibt keinen Anlass, den Fantazahlen Glauben zu schenken.» Hierbei fällt uns der Bruch mit einem leider üblichen Muster auf: In den meisten anderen Fällen müssen sich zuerst die wahren Experten erklären und danach dürfen die Aktivisten diese Aussagen – oft unkritisiert – widerlegen.

### Der «Spätzünder» unter den Gegnern

Kurz darauf ging in der BZ und im «Bieler Tagblatt» die KKM-Serie weiter. Der umfangreiche Beitrag stellt anhand des Fukushima-Unfalls einen weiteren prominenten KKM-Gegner vor: «In jenen Märztagen sitzt Informatikingenieur Markus Kühni (47) in der Zone 2, zehn Kilometer vom Reaktor Mühleberg entfernt, am Schreibtisch.» Weiter hinten liest man über Kühni:

«Er sei unter den AKW-Kritikern ein «Late Comer», ein Spätzünder, sagt Kühni. Das «Aktivistische» liege ihm nicht.» Andere, eher «aktivistische» Atomgegner «triumphieren» laut des Berichts, als Mühleberg im Fukushima-Jahr früher als geplant in Revision geht. «Sie glauben, dass das Werk am Ende ist.» Das «Bewirtschaften der Empörung» geht jedoch unvermindert weiter: «Einige AKW-Gegner und atomkritische Medienartikel, etwa in der «Wochenzeitung» oder im «Beobachter», listen grössere Störungen im AKW Mühleberg zusammen mit zahllosen irrelevanten Kleinpannen so auf, dass in der Summe der Eindruck des «Schrottreaktors» entstehen soll. Atomgegner ohne genaueres technisches Know-how stellen an die Atomkraft bisweilen radikale Sicherheitsanforderungen wie an keine andere Technik.» Auf der anderen Seite attestiert der Bericht den KKW-Betreibern einen «unnehmbaren Expertenhabitus». Sie würden «ihre Verschwiegenheit mit dem Verweis auf Geheimhaltungspflichten» verteidigen. Entsprechend auch das Resultat: «Die Atomdebatte ist ein Patt.»

### Im Zweifelsfall einfach mal anzweifeln

Am 17. November gab der von der Axpo beim Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) eingereichte Sicherheitsnachweis für Beznau-1 zu reden. Die Kritik der Gegner klang wie sie immer klingt: «Greenpeace und die Energiestiftung SES kritisierten die Axpo scharf. Greenpeace bezweifelte, dass der Nachweis mit den gewählten Methoden überhaupt tauglich sei. Die SES warf der Axpo vor, sie wolle mit dem Kopf durch die Wand und das älteste AKW der Welt «ausfahren», war in der «Neuen Zürcher Zeitung» (NZZ) und so ähnlich auch bei «20 Minuten» zu lesen. Etwas differenzierter zitierte die AZ die Aktivisten: «Ganz anders sieht das Greenpeace Schweiz: Wie die Umweltorganisation in einer Mitteilung schreibt, betrete die Axpo mit den Tests an der Nachbildung «absolutes Neuland» beim Sicherheitsnachweis. «Ich bezweifle stark, dass diese und andere Massnahmen einer kritischen Betrachtung standhalten», betont Atomexperte Stefan Füglistler. Stattdessen übe sich die Axpo einmal mehr im Zweckoptimismus, wenn sie glaube, dass das AKW Beznau bis «ins biblische Alter von 60 Jahren» betrieben werden könne.» Auch in der BZ darf «Atomexperte» Füglistler die «grossen Zweifel an dem angeblichen Sicherheitsnachweis der Axpo» zum Ausdruck bringen. Auch die SES kritisiert, «dass nun sämtlicher Druck auf dem Ensi und wenigen Experten laste». →

### «Viel Wunschdenken bei den Atomgegnern»

Diese Überschrift druckte die BZ am 19. November. Darunter war unter anderem folgendes zu lesen: «Felix Nipkow von der Schweizerischen Energiestiftung sieht schier unerschöpfliches Potenzial: «Wenn nur die Hälfte aller gut geeigneten Dach- und Fassadenflächen für Fotovoltaik genutzt werden, kann darauf ein Viertel des Schweizer Stromverbrauchs produziert werden.» Es werde immer günstiger und einfacher, Fotovoltaikanlagen zu bauen. Die einheimische Wasserkraft, die ebenfalls ausgebaut werde, sei die perfekte Ergänzung zu Solar- und Windkraft. «Die in Stauseen gespeicherte Energie steht dann zur Verfügung, wenn Solar- und Windkraftwerke wenig oder gar nicht produzieren»,

sagt Nipkow. Dabei ist der Bau von Windrädern auch in grünen Kreisen stark umstritten.» Und weiter unten zur Frage des Netzausbaus: «Felix Nipkow von der Energiestiftung sagt, das von der Netzgesellschaft Swissgrid geplante «strategische Netz» zeige keine wesentlichen Unterschiede beim Bedarf an Ausbauten, ob die Schweiz nun rasch aus der Atomenergie aussteige oder nicht». Diese Behauptung konnte der Swissgrid-CEO Yves Zumwald im gleichen Artikel widerlegen, was den Autor zu folgendem Fazit führt: «Planen lässt sich vieles. Auf dem Weg zur Umsetzung stehen viele Hürden. Die Initiative will aber bereits ab nächstem Jahr Fakten schaffen und die ältesten drei AKW abschalten.» (M. Re. nach verschiedenen Medienberichten)

## nuklearforum.ch – übersichtlich, strukturiert und modern

- ▶ **Übersichtlicher Einstieg** mit Links zu wichtigsten Inhalten
- ▶ **Umfassender Inhalt** leicht zu finden – mit neuer Struktur und moderner Suche
- ▶ Benutzerdaten und Newsletter-Abonnemente **verwalten**, Bestellungen oder Anmeldungen für Veranstaltungen **einsehen** – problemlos unter «**Mein Konto**»

### Im Web vernetzt

nuklearforum.ch – die Adresse für aktuelle und umfassende Nachrichten und Fakten zur Kernenergie

- ▶ **twitter.com/kernenergienews** – Zugang zur weltweit twitternden Nuklearbranche
- ▶ **youtube.com/nuklearforum** – Nuklearforum-Videos und Empfehlungen
- ▶ **Fan von nuklearforum.ch?** Empfehlen Sie Inhalte per Mail, Facebook und Twitter weiter. Auf der Website finden Sie alle benötigten Funktionen.

## Schweiz

Am 27. November 2016 **verwarf** das **Schweizer Stimmvolk** die Eidgenössische Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie» (**Atomausstiegsinitiative**) der Grünen deutlich mit 54,2% Nein- zu 45,8% Jastimmen. Die Initiative wollte den Betrieb von Kernkraftwerken zur Erzeugung von Strom oder Wärme verbieten. Die Stimmbeteiligung betrug 45%.

An der **Schlussabstimmung** der Herbstsession 2016 sprachen sich National- und Ständerat für das **erste Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050** aus. Das Paket umfasst Massnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur verstärkten und marktnäheren finanziellen Förderung erneuerbarer Energien. Die bestehenden Kernkraftwerke dürfen so lange am Netz bleiben, wie die Behörden sie als sicher einstufen. Der Bau neuer Kernkraftwerke in der Schweiz wird indes gesetzlich verboten.

Die Schweizerische Volkspartei (SVP) beschloss gegen die **Energiestrategie 2050** das **Referendum** zu ergreifen. Sie bezeichnet das vom Parlament verabschiedete erste Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050 als «ruinös» und «verantwortungslos». Unabhängig davon sammelt auch die Alliance Energie Unterschriften für das Referendum. Die Energiestrategie 2050 sei eine utopische, gefährliche und radikale Vorlage, schreibt das überparteiliche Netzwerk. Die Referendumsfrist läuft vom 11. Oktober 2016 bis zum 19. Januar 2017. Eine allfällige Volksabstimmung könnte frühestens am 21. Mai 2017 stattfinden.



Pressekonferenz gegen das Energiegesetz vom 7. Oktober 2016 mit alt Bundesrat Christoph Blocher (SVP), Nationalrat Benoît Genecand (FDP), Nationalrat Albert Rösti (SVP), alt Nationalrat Arthur Loepfe (CVP), GastroSuisse-Präsident Casimir Platzer und Nationalrat Hansjörg Knecht (SVP).

Foto: SVP

Die **Schweiz** ist neu auf **Platz 2** (Vorjahr Platz 1) des **Trilemma-Index** des Weltenergieerats. Auf Platz eins der Rangliste liegt jetzt Dänemark. Der Index beschreibt, wie gut ein Land den Konflikt zwischen den drei energiepolitischen Zielen «Energieversorgungssicherheit», «Zugang/Bezahlbarkeit» sowie «Umweltverträglichkeit» löst und bringt ein vergleichendes Ranking von 125 Ländern.

Die Alpiq Holding AG, die Axpo Holding AG und die BKW AG zogen die **Rahmenbewilligungsgesuche** für die geplanten Ersatzkernkraftwerke formell zurück. Sie begründeten ihren Entscheid mit der seit der Einreichung der Rahmenbewilligungsgesuche im Jahr 2008 «fundamental geänderten» Ausgangslage. Der Markt sei heute ein ganz anderer und die Politik habe in der Zwischenzeit die Weichen für eine Zukunft ohne Kernkraft gestellt.

Die Wiederinbetriebnahme des Kernkraftwerks **Leibstadt** verzögert sich voraussichtlich auf **Februar 2017**. Während der Jahreshauptrevision 2016 des Kernkraftwerks Leibstadt wurden an Brennelementen lokale Verfärbungen entdeckt. Laut der Betreiberin nimmt die Inspektion dieser Befunde und die Neubeladung des Reaktorkerns mehr Zeit in Anspruch als geplant.

Die Axpo Holding AG übergab dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) den **Sicherheitsnachweis** für Block 1 des Kernkraftwerks Beznau, den sogenannten Safety Case. Demnach ist die Zuverlässigkeit und Sicherheit von **Beznau-1** gewährleistet. Das Ensi wird die Unterlagen jetzt prüfen und anschliessend darüber entscheiden, ob die Kernkraftwerkseinheit Beznau-1 wieder angefahren werden darf.

Am 13. Oktober 2016 erreichten vier **Transportbehälter** mit hochaktivem Abfall aus der Wiederaufarbeitungsanlage **Sellafield** in Grossbritannien das zentrale Zwischenlager der Zwiilag in Würenlingen. Dies war die zweite und letzte Rückführung aus Sellafield. →

## International

Das deutsche Kabinett verabschiedete einen **Gesetzesentwurf zur Finanzierung von Stilllegung, Rückbau und Entsorgung** der Kernkraftwerke. Er dient als Grundlage für eine abschliessende Einigung mit den vier Stromversorgungsunternehmen E.ON Kernkraft GmbH, EnBW AG, RWE Power AG und Vattenfall AB.

Im Osten Kasachstans wurde der **Grundstein** der **multilateralen Brennstoffbank** für schwach angereichertes Uran (low enriched uranium, LEU) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) gelegt. Ziel der Brennstoffbank ist es, IAEO-Mitgliedsländern auszuweichen, falls deren Belieferung mit angereichertem Uran ins Stocken gerät. Die Bank wird vollständig über freiwillige Beiträge und unabhängig vom IAEO-Budget finanziert.

Die ungarische MVM Paks II Nuclear Power Plant Development Ltd. unterbreitete der Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA) ein **Gesuch** um eine **Standortbewilligung** für das geplante Kernkraftwerk **Paks II**.

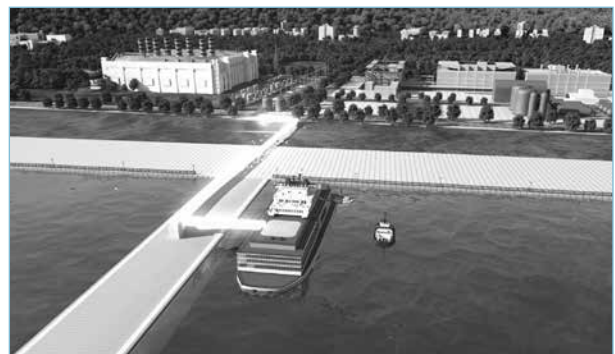
Die amerikanische Nuclear Regulatory Commission (NRC) stimmte der Erteilung einer kombinierten Bau- und Betriebsbewilligung (Combined License, **COL**) für zwei AP1000-Einheiten in der Levy County in **Florida** zu. Die Duke Energy Florida LLC hat noch nicht entschieden, ob sie das Neubauprojekt realisieren will. Zuerst werde sie untersuchen, ob zusätzliche Nuklearkapazitäten im Bundesstaat benötigt werden, erklärte das Unternehmen. Die Bewilligung ist 40 Jahre lang gültig.

Laut des russischen Staatskonzerns Rosatom wurde in Iran am 10. September 2016 der **Grundstein** für zwei neue Kernkraftwerkseinheiten – **Bushehr-2 und -3** – gelegt. Bushehr-1, ein Druckwasserreaktor moderner russischer Bauart, ist seit 2012 in Betrieb.

Die China National Nuclear Corporation (CNNC) liess am 7. September 2016 den **ersten Beton** für die Kernkraftwerkseinheit **Tianwan-6** des einheimischen Typs ACPR-1000 giessen. Derzeit sind am Standort Tianwan bereits zwei WWER-1000/428-Blöcke russischer Bauart in Betrieb (Tianwan-1 und -2) sowie zwei solche Blöcke (Tianwan-3 und -4) wie auch die ACPR-1000-Einheit Tianwan-5 in Bau. Insgesamt sind am Standort acht Einheiten vorgesehen.

Am 15. Oktober 2016 begannen die **Bauarbeiten** für die Kernkraftwerkseinheiten **Kudankulam-3 und -4** in Südindien. Am Standort produzieren bereits zwei Kernkraftwerkseinheiten Strom: Kudankulam-1 seit Oktober 2013 und Kudankulam-2 seit August 2016. Zwei weitere sind geplant. Bei allen handelt es sich um fortgeschrittene Blöcke russischer Bauart mit einer elektrischen Leistung von rund 1000 Megawatt, die bisher einzigen dieser Grösse in Indien.

Die China General Nuclear Power Corporation (CGN) unterzeichnete am 11. Oktober 2016 die Beschaffungsvereinbarung für den Druckbehälter der ersten **Demonstrationseinheit** ihres kleinen modularen Vielzweck-Offshore-Reaktors des Typs **ACPR50S**. Diese Unterzeichnung ist dem Giessen des ersten Betons bei einem Kernkraftwerk an Land gleichzusetzen. Damit gilt der ACPR50S als offiziell in Bau. Die erste Stromerzeugung ist für 2020 erwartet.



Der kleine modulare Vielzweck-Offshore-Reaktor des Typs ACPR50S kann auf Inseln, in abgelegenen Küstengebieten oder bei der Offshore-Öl- und Gasförderung eingesetzt werden.

Foto: CGN

Der Schnelle Reaktorblock (FBR) vom Typ BN-800 – **Belojarsk-4** – in der russischen Oblast Swerdlowsk, die CPR-1000-Einheiten **Fuqing-3** und **Fangchenggang-2** in China sowie die Druckwasserreaktoreinheit **Watts-Bar-2** im amerikanischen Bundesstaat Tennessee nahmen den **kommerziellen Betrieb** auf.

Das Gericht der Europäischen Union wies eine **Klage** von zehn Energieanbietern aus Deutschland und Österreich gegen die von der Europäischen Kommission genehmigte Beihilfe für das geplante Kernkraftwerk **Hinkley Point C** in Grossbritannien als **nicht zulässig** ab. →



Die amerikanische Nuclear Regulatory Commission (NRC) stimmte einer Laufzeitverlängerung der zwei Kernkraftwerkseinheiten **LaSalle-1 und -2** im Bundesstaat Illinois um 20 Jahre zu. Damit verfügen bereits 85 Kernkraftwerke in den USA über eine Bewilligung für **60 Betriebsjahre**, wovon drei inzwischen stillgelegt sind. Zehn Laufzeitverlängerungsgesuche sind bei der Behörde derzeit in Arbeit.

Die japanische Nuclear Regulatory Authority (NRA) genehmigte das Laufzeitverlängerungsgesuch der Kansai Electric Power Co. Inc. für **Mihama-3** um 20 auf **60 Jahre** zu. Mihama-1- und -2 sind offiziell stillgelegt.

Die ukrainische nukleare Aufsichtsbehörde – das State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU) – bewilligte die Betriebsverlängerung der Kernkraftwerkseinheiten **Saporoschje-1 und -2** um zehn Jahre.

Die neue **Sicherheitshülle** für **Tschernobyl-4** – eine freitragende Hallenkonstruktion – wurde erfolgreich über den alten Betonsarkophag geschoben.



**Die Sicherheitshülle, die über den bestehenden Sarkophag des vierten Reaktorblocks von Tschernobyl geschoben wurde, gilt als bisher grösstes bewegliches Bauwerk der Welt.**

Foto: EBW

Die Tennessee Valley Authority (**TVA**) schloss das Auktionsverfahren zum Verkauf ihres Kernkraftwerkstandorts **Bellefonte** im amerikanischen Bundesstaat Alabama erfolgreich ab. Neue Besitzerin der zwei teilweise fertiggestellten Einheiten dieses Standorts wird die amerikanische **Nuclear Development LLC**. Sie plant, die zwei Druckwasserblöcke Bellefonte-1 und -2 fertigzubauen.

Am 24. Oktober 2016 wurde der Reaktor von **Fort Calhoun** heruntergefahren. Die Omaha Public Power District (OPPD) nimmt die Einheit im amerikanischen Bundesstaat Nebraska nach 43 Betriebsjahren aus wirtschaftlichen Gründen **endgültig vom Netz**.

**Kanada** und die Nuclear Energy Agency (**NEA**) der OECD verlängerten ihre Zusammenarbeit zur Forschung und Entwicklung von Kernkraftwerken der **IV. Generation** um zehn Jahre.

Die Australian Nuclear Science and Technology Organisation (**Ansto**) schloss mit der **Iter-Organisation** eine technische Zusammenarbeitsvereinbarung ab. Sie ermöglicht es Australien, als erstes Nicht-Iter-Mitglied am Kernfusionsprojekt mitzuarbeiten.



**Nach der Unterzeichnungsfeier: Ansto-CEO Adi Paterson (rechts) im Gespräch mit Iter-Generaldirektor Bernard Bigot.**

Foto: Ansto

Auf Empfehlung des Haushaltskontrollausschusses gewährte das Europäische Parlament der Fusion for Energy (**F4E**) am 27. Oktober 2016 mit grosser Mehrheit **Entlastung** für die Rechnungslegung 2014 in Sachen Internationaler Thermonuklearer Experimentalreaktor (**Iter**).

Die Areva SA und die Electricité de France (EDF) unterzeichneten am 15. November 2016 das Abkommen zur **Übernahme** von **Arevas Reaktorgeschäft**. (M. A.)

► *Ausführliche Berichterstattung zu den hier aufgeführten Nachrichten sowie weitere Meldungen zu aktuellen Themen der nationalen und internationalen Kernenergiebranche und -politik finden Sie unter [www.ebulletin.ch](http://www.ebulletin.ch).*

## Inge Pierre

Organisation Energiföretagen Sverige (Swedenergy)  
und Sekretär des SAFO (Swedish Atomic Forum)



## Gibt es eine Zukunft für die Kernenergie in Schweden?

Schweden verfügte über zwölf kommerzielle Kernkraftwerksblöcke an vier verschiedenen Standorten. Doch zwei davon sind bereits stillgelegt und vier weitere werden bis 2020 endgültig abgeschaltet. Was wird mit den verbleibenden sechs Einheiten geschehen? Ist nach einigen Änderungen bei der Besteuerung der Kernenergie die finanzielle Lage gut genug, damit diese Einheiten bis gegen 2045 in Betrieb bleiben können? Oder werden (und können) alle binnen zehn Jahren vom Netz gehen? Inge Pierre, Organisation Energiföretagen Sverige (Swedenergy) und Sekretär des SAFO (Swedish Atomic Forum), stellt im vorliegenden Beitrag Fakten und Hypothesen vor.

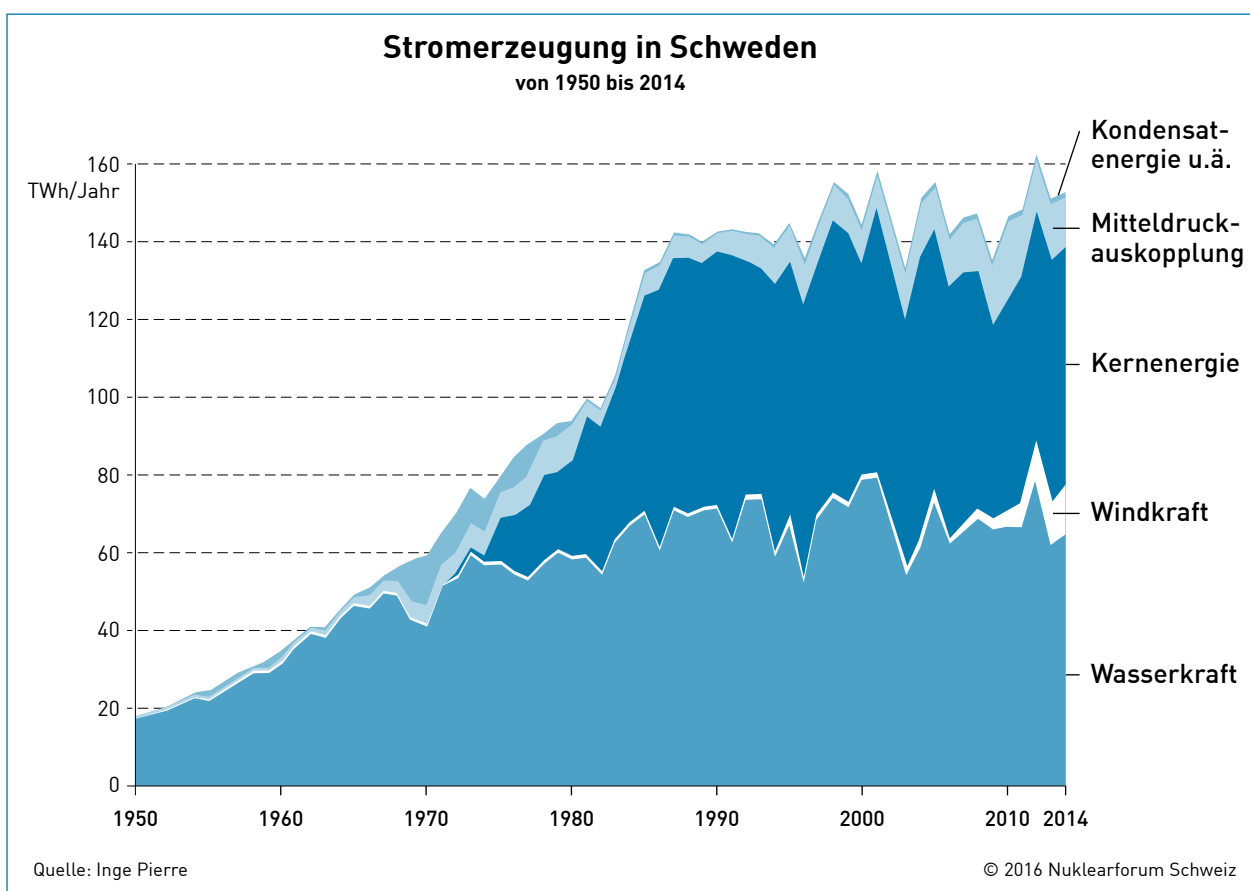
In den 1950-Jahren begann Schweden – wie viele andere Länder – damit, die Möglichkeit zu untersuchen, die Kernspaltung zur Stromerzeugung einzusetzen. Dies war angebracht, weil der Stromverbrauch jährlich 7% anstieg und die Wasserkraft der meisten Flüsse in Schweden bereits genutzt wurde. Optionen waren, mit Öl oder Kohle befeuerte Kraftwerke zu bauen oder damit zu beginnen, die neue Nukleartechnik zu ent-

wickeln, die aus wirtschaftlicher Sicht sehr vielversprechend erschien. Selbst Umweltgesichtspunkte schienen dafür zu sprechen, obgleich dies damals kein grosses Anliegen war. Der erste Forschungsreaktor stand 1955 bereit. Ein Demonstrations-Kernkraftwerk, das sowohl elektrische Energie (10 MW) als auch Wärme für Fernheizzwecke (55 MW) lieferte, war in einem Vorort Stockholms 1964–74 in Betrieb. Dieses Demonstrationskraftwerk schwedischer Auslegung (Ågesta genannt) wie auch ein grösseres (Marviken), das nie in Betrieb genommen wurde, setzten Schwerwasser als Moderator ein. Der Grund dafür war, dass Schweden einheimisches Uran ohne Anreicherung nutzen wollte. Nach dem Entscheid, Marviken aus Sicherheitsbedenken nicht anzufahren, wandte sich Schweden wie die meisten anderen Ländern in der Welt mit Kernenergie den Leichtwasserreaktoren zu.

Der erste grosse Leichtwasserreaktorblock, der 1972 kommerziell in Betrieb ging, war Oskarshamn-1 mit einer Leistung von 450 MW. Er arbeitete mit einem Siedewassersystem schwedischer Auslegung. Später erfuhr er eine Leistungserhöhung und Modernisierungen. Bis 1985 wurden elf weitere Einheiten gebaut und in Betrieb gesetzt. Drei davon waren Druckwassersysteme mit Westinghouse-Auslegung (Ringhals-2 bis

### Zum Autor

Inge Pierre studierte Maschinenbau am Royal Institute of Technology in Stockholm. Von 1980 bis 2002 arbeitete er als technischer Manager bei der Vattenfall AB und ist seither für die Organisation Energiföretagen Sverige tätig. Dort vertritt Pierre unter anderem die schwedische Stromindustrie in Arbeitsgruppen des Europäischen Komitees für elektrotechnische Normung, des Foratoms sowie der Eurelectric und koordiniert die Tätigkeiten mit dem Weltenergieerat (WEC) und dem Swedish Atomic Forum (SAFO). Pierre ist zudem Sekretär des WEC-Svenska Nationalkommittén und des SAFO.



-4). In den späten 1980er-Jahren trugen Kernreaktoren rund 50% zur schwedischen Elektrizitätsproduktion bei (vgl. obenstehende Grafik).

Bereits Mitte der 1970er-Jahre wurde die Kernenergie zu einem heissen politischen Thema und einige Regierungen standen wegen der starken Opposition gegen die Kernenergie vor grösseren Schwierigkeiten. Erzwungen vom Three-Mile-Island-Unfall 1979 wurde 1980 ein Referendum über die Zukunft der Kernenergie abgehalten. Das Ergebnis war nicht absolut klar. Doch das schwedische Parlament entschied 1981, dass alle schwedischen Reaktoren spätestens 2010 ausser Betrieb zu nehmen seien. Allerdings änderte es diesen Entscheid später. Die zwei Reaktoreinheiten von Barsebäck gleich gegenüber der dänischen Hauptstadt Kopenhagen freilich wurden aufgrund politischer Entscheide 1999 und 2005 stillgelegt. Die Grafik zeigt, dass die schwedische Stromerzeugung jetzt hauptsächlich auf Wasserkraft, Kernenergie, Wind und Kraftwärmekopplung (KWK) beruht. Die KWK-Blöcke nutzen zumeist Biomasse als Brennstoff, weshalb die schwedische Elektrizitätsproduktion bis zu 98% CO<sub>2</sub>-frei erfolgt.

### Heutige Lage

Seit der Stilllegung der beiden Barsebäck-Einheiten betreibt Schweden zumeist zehn Kernkraftwerksblöcke. Allerdings ist wegen viel tieferer Strompreise in den letzten paar Jahren, einer Kernenergie-Sondersteuer und hoher Investitionskosten für neue Sicherheitseinrichtungen wie unabhängige Kernkühlsysteme im Nachgang zum Fukushima-Unfall die wirtschaftliche Lage der schwedischen Kernkraftwerke kritisch geworden. Daher wurde 2015 beschlossen, die seit Juni 2013 für Nachrüstarbeiten abgestellte Einheit Oskarshamn-2 nicht wieder in Betrieb zu nehmen und Oskarshamn-1 im Juli 2017 endgültig abzuschalten. Zudem wurde entschieden, Ringhals-1 und -2 2019 und 2020 stillzulegen. Die grosse Frage ist jetzt, ob die verbleibenden sechs Reaktoreinheiten genügend profitabel arbeiten, um sie bis gegen 2045 in Betrieb zu halten, wenn die beiden neuesten 60 Jahre alt sein werden.

Einige Angaben über die schwedische Reaktorflotte gehen aus der Tabelle auf der nächsten Seite hervor. Barsebäck-1 und -2 wurden 1999 und 2005 stillgelegt. →

## Verfügbarkeit und Produktion der schwedischen Kernkraftwerke von 2010 bis 2015

Einheit	Netto-Leistung MW	Inbetriebnahme Jahr	Energieverfügbarkeit						Elektrizitätserzeugung						
			2010 %	2011 %	2012 %	2013 %	2014 %	2015 %	2010 TWh	2011 TWh	2012 TWh	2013 TWh	2014 TWh	2015 TWh	
Barsebäck-1	(600)	1975													
Barsebäck-2	(600)	1977													
Forsmark-1	984	1980	93,8	79,2	88,4	87,7	94,4	79,8	8,0	6,8	7,6	7,5	8,1	6,6	
Forsmark-2	1120	1981	38,5	93,9	85,7	91,9	90,2	91,8	3,3	8,1	7,5	8,7	8,8	8,9	
Forsmark-3	1167	1985	81,4	85,4	93,1	88,7	83,1	57,8	8,3	8,7	9,5	9,0	8,5	5,7	
Oskarshamn-1	473	1972	79,0	73,3	0,0	15,1	75,1	61,1	3,2	3,0	0,0	0,5	3,1	2,5	
Oskarshamn-2	638	1974	92,0	76,6	72,4	35,6	0,0	0,0	5,0	4,2	4,0	1,7	0,0	0,0	
Oskarshamn-3	1400	1985	32,0	70,3	70,0	77,5	77,3	81,1	3,8	8,3	8,4	9,4	9,2	9,7	
Ringhals-1	881	1976	48,7	81,6	72,5	80,4	71,8	77,5	3,6	6,0	5,5	6,1	5,5	5,8	
Ringhals-2	865	1975	80,3	24,9	48,5	86,2	61,6	0,0	5,6	1,7	3,6	6,3	4,3	0,0	
Ringhals-3	1063	1981	83,7	79,3	91,2	76,7	88,4	86,3	7,6	7,1	8,3	6,9	8,1	7,7	
Ringhals-4	1123	1983	89,3	50,1	85,2	91,2	83,5	81,2	7,2	4,1	6,9	7,4	6,7	7,6	
	9714		70,1	72,0	79,3	78,0	81,4	78,2	55,6	58,0	61,4	63,6	62,2	54,4	

Quellen: OKG, Ringhalsgruppen, Forsmarks Kraftgrupp

### Die wirtschaftliche Lage und Zukunft der Kernenergie in Schweden

Wie schon erwähnt hat sich die wirtschaftliche Lage der schwedischen Kernkraftwerke in letzter Zeit wegen tiefer Strompreise, einer hohen Kernenergie-Sondersteuer und der Notwendigkeit neuer Investitionen in die Sicherheit stark verschlechtert.

Ein Blick auf die Strompreisentwicklung in der Tabelle zeigt, wie sich im Nordpool-System der durchschnittliche Spotmarktpreis in EUR/MWh seit 2008 verändert hat:

Jahr	EUR/MWh
2015	20.98
2014	29.61
2013	38.10
2012	31.20
2011	47.05
2010	53.06
2009	35.02
2008	44.73

Diese Strompreise sind mit den Erzeugungskosten in den Reaktoreinheiten zu vergleichen, die bei normaler Produktion einschliesslich Sondersteuer und Abfallbehandlungsgebühr um die 30 EUR/MWh (32 CHF/MWh) liegen. Daher ist es leicht zu verstehen, dass 2015, als

die Lage kritisch wurde, der Entscheid fiel, vier Blöcke ausser Betrieb zu nehmen und gleichzeitig eine starke Lobbying-Tätigkeit zu entwickeln, um die Politiker dazu zu bringen, die Kernenergie-Sondersteuer herabzusetzen oder abzuschaffen. Diese Steuer auf der installierten thermischen Leistung betrug seit dem 1. Januar 2008 SEK 12'648 je MW (damals 2215 CHF/MW) monatlich. Wenn eine Einheit ununterbrochen 90 oder mehr Tage abgestellt war, wurde ein Abschlag von SEK 415 (damals CHF 72.70) monatlich ab dem 91 Tag gewährt. Die heutige Regierung erhöhte die Kernenergie-Sondersteuer ab dem 1. August 2015 um 17% auf SEK 14'770 je MW thermisch (damals 1653 CHF/MW) monatlich. Auf die Erzeugungskosten umgelegt macht diese Steuer rund 7 EUR/MWh (heute rund 7.50 CHF/MWh) aus.

Die Lobbying-Tätigkeit wurde Anfang 2016 «sehr stark», als die Eigentümer erklärten, alle Kernkraftwerkseinheiten in Schweden könnten bis 2020 aus wirtschaftlichen Gründen abgestellt werden, wenn die Kernenergiesteuer nicht abgeschafft würde. Dies dürfte zu einer sehr schwierigen Versorgungslage mit möglichen Blackouts führen.

Dieses Mal war das Lobbying erfolgreich. Am 10. Juni 2016 schlossen fünf politische Parteien (nicht nur die Regierung mit der Sozialdemokratischen Partei und der Grünen Partei) eine Übereinkunft, um die Kernenergiesteuer abzuschaffen und das Regierungsgesetz

## Das «zweite Fukushima»

Als in der Woche vor der Abstimmung über die Atomausstiegsinitiative in Japan die Erde bebte, äusserte sich SP-Nationalrat Eric Nussbaumer gegenüber dem «Blick» und «Blick am Abend»: «Jedes Erdbeben ist tragisch und erinnert daran, dass ein solches jederzeit auch in der Schweiz auftreten kann – mit nicht absehbaren Auswirkungen.» Die Grünen-Präsidentin Regula Rytz erklärte im gleichen Beitrag: «Das erneute Erdbeben in Japan ist eine Ermahnung an die Welt und die Schweiz, den Tsunami und die Atomkatastrophe von 2011 nicht zu vergessen. Und es zeigt einmal mehr, dass es keine absolute Sicherheit geben kann.» Soweit so gut, diese Aussagen der beiden Atomgegner überraschen kaum.

Tags darauf war dann aber in der «Aargauer Zeitung» zu lesen, die Initianten wollten «mit dem <zweiten Fukushima> gar nicht punkten. «Die Bilder aus Japan

dürften die Erinnerung an die Katastrophe vor fünf Jahren bei vielen Stimmbürgern aufgefrischt haben», sagt Grünen-Präsidentin Regula Rytz. «Wir wollen uns das aber nicht zunutze machen. Mit einem Unglück hausieren zu gehen, widerspräche meinen Werten und denen unserer Allianz.» Ein Schelm, wer dabei Böses denkt, aber wir hören da eine klitzekleine Widersprüchlichkeit heraus.

Und überhaupt: Ein grosser Teil der Kernenergie-Debatte der letzten fünf Jahre – und vielleicht auch der Urnengang am 27. November – wären uns wohl erspart geblieben, wenn 2011 niemand «mit einem Unglück hausieren» gegangen wäre. (M.Re.)

Fortsetzung von Seite 28

von 2008 in Kraft zu halten, wonach der Bau von bis zu zehn neuen Reaktoreinheiten möglich ist, solange sie bestehende Einheiten an vorhandenen Standorten ersetzen. Die Abmachung umfasst auch eine verstärkte Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Die Abschaffung der Kernenergiesteuer erfolgt in zwei Schritten zum 1. Juli 2017 und zum 1. Januar 2018.

### Wie also sieht die Lage für die Kernenergie in Schweden aus?

Man darf sagen, die wirtschaftliche Lage der Kernkraftwerke hat sich dank der Abschaffung der Kernenergiesteuer verbessert. Doch zieht man die vorstehenden Zahlen in Betracht, ist klar: Wir brauchen

einen Anstieg der Strompreise, bevor die Lage stabil ist. In den letzten Wochen haben wir tatsächlich einen starken Anstieg der Strompreise infolge eines tiefen Füllungsgrads der Staudämme verzeichnet. Doch das könnte sich sehr schnell ändern. Die verstärkte Förderung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren wird ebenfalls Druck auf die Strompreise ausüben.

Zusammenfassend besteht seitens der Eigentümer der starke Wunsch, die restlichen sechs Reaktoreinheiten nach 2020 bis gegen 2045 in Betrieb zu halten. Doch alles hängt von den wirtschaftlichen Bedingungen und davon ab, dass keine neuen politischen Entscheide fallen, die die Kernenergie behindern könnten. (Übersetzung aus dem Englischen: P.B.)

## Ryugu Hayanos Kampf gegen übertriebene Strahlenangst

Die psychologischen Probleme nach dem Reaktorunfall von Fukushima-Daiichi sind weitaus schlimmer als die direkten Folgen der ausgetretenen Radioaktivität. Prof. Dr. Ryugu Hayano will mit Missverständnissen aufräumen und übertriebene Ängste zerstreuen. Am Forumstreff des Nuklearforums Schweiz erzählte er, wie er dabei vorgeht.

Der japanische Physiker Ryugu Hayano kämpft in Fukushima mit wissenschaftlichen Methoden gegen übertriebene Strahlenangst. Mit dem «Babyscan», einem eigens entwickelten Messgerät für Kleinkinder, haben er und sein Team rund 3000 Kinder aus der Region untersucht und bei keinem radioaktives Cäsium aus den beschädigten Reaktoren gefunden. Auch ein Vergleich individueller externer Strahlendosen unter über 200 Schülerinnen und Schülern aus Fukushima, dem übrigen Japan, Frankreich, Polen und Weissrussland hat keine signifikanten Unterschiede ergeben.

### Keine Rückkehr trotz niedriger Werte

Am Forumstreff des Nuklearforums vom 28. September 2016 in Zürich stellte Hayano fest, dass trotz dieser «guten Nachrichten», und obwohl die Strahlungswerte in den meisten geräumten Gebieten eine Rückkehr erlauben würden, noch immer fast 100'000 Personen nicht zurückkehren können. In seinem Referat erklärte er, wie er versucht, den Ängsten der Leute mit wissenschaftlichen Erhebungen zu begegnen. «Daten sind das Eine, aber die Kommunikation darüber ist viel wichtiger», hielt er fest. Dies tut Hayano sowohl in direkten Gesprächen mit den Eltern von untersuchten Kindern wie auch in den sozialen Medien. Dabei ist Twitter sein bevorzugter Kanal, insbesondere wegen der Dialog-

möglichkeiten und nicht zuletzt, weil man sich auf Japanisch ohne Probleme in 140 Zeichen ausdrücken kann. Seine über 120'000 Follower machen ihn zu einem der einflussreichsten Twitterer Japans. In diesem Zusammenhang betonte Hayano in seinem Referat, dass er ohne den Kurznachrichtendienst «heute nicht hier wäre», also nicht vor Schweizer Publikum zum Thema Fukushima referieren würde.

Das Tōhoku-Erdbeben und seine Auswirkungen im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi haben den Physikprofessor und Antimaterieforscher erst zum Thema Radioaktivität gebracht. Er habe im Sommer 2011, ebenfalls über Twitter, festgestellt, dass sich viele Mütter in der Region Sorgen um ihre Kinder und insbesondere deren Ernährung machen. Sein Vorschlag, die in Schulmensen verwendeten Lebensmittel auf radioaktive Stoffe zu untersuchen, ergab keinerlei Abweichungen von üblichen Werten. Auch als ab 2013 wieder Reis aus lokalem Anbau verwendet wurde, änderte das nichts an den Messwerten. Ähnlich verhielt es sich mit der internen Cäsium-Exposition der Bevölkerung der Region um Fukushima, die Hayano für sein «erstes medizinisches Paper» untersucht hat.

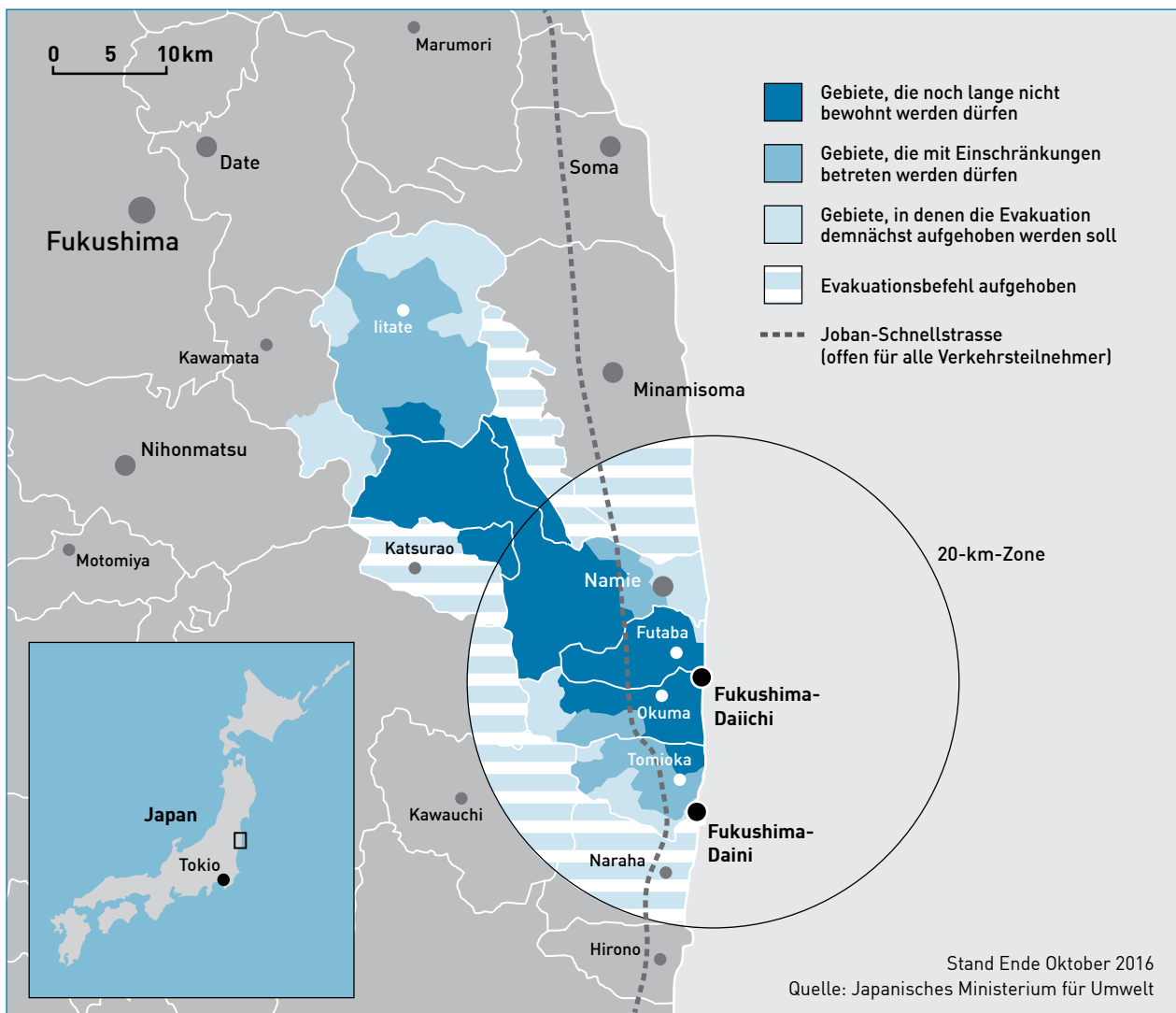
### Vertrauensbildende Massnahme: der «Babyscan»

Trotz Hayanos und anderer Bestrebungen in den Bereichen Nahrungsmittel und Cäsium-Exposition zeigten viele Leute in seinen Augen immer noch übertriebene Strahlenangst. Insbesondere Eltern von Kleinkindern fehlte es nach wie vor an Vertrauen in die Aussagen der Behörden. Obwohl sie zum Teil selbst untersucht wurden und keine messbaren Belastungen aufwiesen, fürchteten sie um die Gesundheit ihrer Kinder. Die zur Untersuchung verwendeten Geräte waren alle auf Erwachsene ausgelegt. Das bewog Hayano dazu, einen Ganzkörperzähler für Kleinkinder zu entwickeln. Das «Babyscan» genannte Gerät ist kleiner als herkömmliche Scanner und erlaubt es Babys und Kleinkindern, während der Untersuchung zu liegen und auf einem Tablett-Computer zu spielen. Seine Nachweisgrenze ist zudem um ein Vielfaches tiefer als die der Zähler für Erwachsene. Das



Prof. Dr. Ryugu Hayano referiert am Forums-Treff des Nuklearforums Schweiz.

Foto: Nuklearforum Schweiz



**Strahlungswerte wie in Europa: Im Verlauf des Jahres 2016 sind weitere Evakuationsbefehle in der Region Fukushima aufgehoben worden. Kawamata, wo die letzten Restriktionen im März 2017 aufgehoben werden, ist die siebte freigegebene Gemeinde. In den Ortschaften Futaba, Iitate, Okuma, Namie und Tomioka bleiben weiterhin Einschränkungen bestehen.**

Fazit dieser Untersuchungen veröffentlichte Hayano in einer weiteren medizinischen Studie. Das Ergebnis: keine feststellbare Cäsium-Belastung.

Auch damit betrachtet Hayano seine Arbeit nicht als vollendet und setzt seinen Kampf gegen die psychologischen Auswirkungen des Fukushima-Unfalls fort. So hat er zum Beispiel zusammen mit Schülern aus Japan, Frankreich, Polen und Weissrussland die Strahlendosen der jeweiligen Länder verglichen. Zu diesem

Zweck wurden Dutzende Dosimeter verschickt und bei Besuchen der europäischen Schüler in Fukushima gemeinsam ausgewertet. Die daraus entstandene wissenschaftliche Publikation listet alle 233 beteiligten Experten, Lehrer, Schüler und Schülerinnen als Koautoren auf – und bestätigt, dass die Strahlung in Fukushima vielerorts nicht höher oder teilweise sogar tiefer ist als die Hintergrundstrahlung in den erwähnten Ländern. (M. Re. nach Referat Hayano, 28. September 2016)

## Foto-Reportage: Studienreise nach Tschernobyl

Zum 30. Jahrestag des Reaktorunfalls hat das Nuklearforum für seine Mitglieder im August und September 2016 zwei Reisen nach Tschernobyl veranstaltet.



Checkpoint am Rand der Sperrzone ▲

Kühlmittelpumpen von Block 3 ►



Kontrollraum von Block 2 ▼

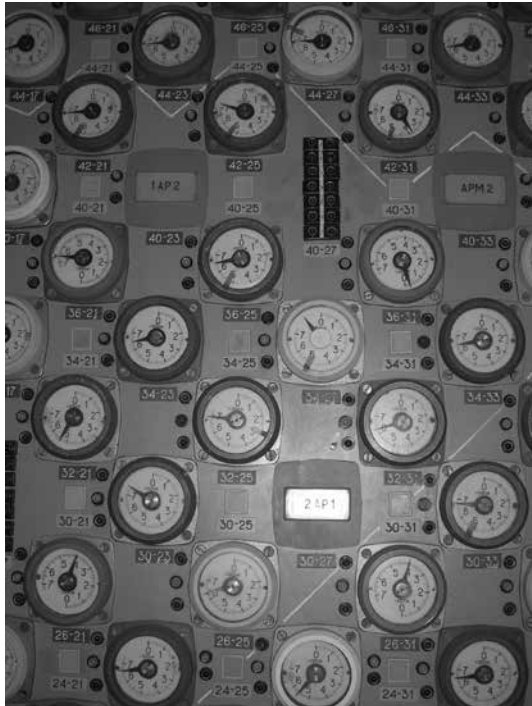


Das Kernkraftwerk Tschernobyl ▲



Fotos: Nuklearforum Schweiz





▲ Armaturen im Kontrollraum

Die neue Schutzhülle für den verunfallten Block 4 wurde neben der Anlage gefertigt. Im November wurde sie auf Spezialschienen über den bestehenden Sarkophag geschoben. ▼



▲ Strahlenmessung bei Block 4



Welse im ehemaligen Kühlwasserbecken ▶



Liquidatoren-Denkmal ▶



Gedenkstätte für evakuierte  
Ortschaften ▼



Eindrücke aus der  
«Geisterstadt» Prypjat ▶



1:0 für die Natur im Stadion von Prypjat ▼



Fotos: Nuklearforum Schweiz



**Bekannte Sujets: ▲  
der nie eröffnete  
Vergnügungspark  
von Prypjat ►**



**▲ Zeitzeuge einer schnellen Räumung:  
Laden in Prypjat**



## Wir ziehen um!

Die Geschäftsstelle des Nuklearforums Schweiz hat ab 1. Januar 2017 eine neue Adresse:

Frohburgstrasse 20  
Postfach  
4601 Olten  
Tel. Nr. 031 560 36 50 (unverändert)



Foto: Shutterstock

## Fortbildungskurse «Modelling and Computation of Multiphase Flows»

Vom 13. bis 17. Februar 2017 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](http://www.lke.mavt.ethz.ch/shortcourse)

## SGK-Apéro-Daten 2017

Der SGK-Apéro der «Wissen»-schaf(f)t! findet jeweils am Dienstag der folgenden Daten statt: 17. Januar, 7. März, 5. September und 7. November.

## E-Bulletin-Newsletter

Woche für Woche umfassend informiert sein: Abonnieren Sie unseren E-Bulletin-Newsletter, den Sie nach Ihren Bedürfnissen zusammenstellen können. Der Newsletter wird jeweils am Mittwoch direkt Ihrer Mailbox zugestellt.

[www.nuklearforum.ch/de/newsletter](http://www.nuklearforum.ch/de/newsletter)



Foto: Shutterstock

## Nuklearforum auf Twitter

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

[www.twitter.com/kernenergienews](http://www.twitter.com/kernenergienews)

## Grundlagenseminar der SGK

Das Grundlagenseminar der SGK findet vom 3. bis 5. Oktober 2017 in Magglingen statt.