

Der Vertiefungskurs 2012 des Nuklearforums Schweiz war der Frage gewidmet, inwiefern Kernreaktoren der dritten Generation sowie neuere Konzepte ein Mehr an Sicherheit bringen und ob auf diesem Weg mehr gesellschaftliche Akzeptanz zu erlangen ist.

Neben Referenten aus Industrie und Wissenschaft kamen auch theologische, psychologische, politische und soziologische Sichtweisen auf die Kernenergie zum Zug.

Dr. Urs Weidmann, Präsident der Kommission für Ausbildungsfragen des Nuklearforums Schweiz, Kraftwerksleiter Kernkraftwerk Beznau, Axpo AG, eröffnete die Veranstaltung vor rund 120 Teilnehmern und gab eine Einleitung zu den ersten 6 Referaten, die sich mit gesellschaftlichen Aspekten der Kernenergie befassten.

Der 2. Block mit 3 Vorträgen wurde von Dr. Philipp Hänggi, Leiter der Geschäftsstelle swissnuclear, moderiert und war dem Thema „Zukünftige Konzepte – Auslegung und Sicherheitsbetrachtung“ gewidmet.

Am 2. Tag standen „Reaktoren der 3. Generation im Lichte von Fukushima“ sowie „Querblicke“ auf gesellschaftlich ähnlich kontrovers diskutierte Themen und Zukunftstechnologien auf der Agenda. Dr. Johannes Nöggerath, Leiter Nukleare Sicherheit, Kernkraftwerk Leibstadt AG, führte durch die 8 Vorträge.

Der nächste Vertiefungskurs wird am 19. und 20. November 2013 wiederum in Olten stattfinden und dem Betriebsdauermanagement von Kernkraftwerken gewidmet sein.



Vertiefungskurs 2012 des Nuklearforum Schweiz, 28. und 29. November 2012 in Olten. (Foto: Nuklearforum Schweiz)

#### Anschrift des Verfassers:

Matthias Rey  
Nuklearforum Schweiz/Forum nucléaire suisse  
Konsumstrasse 20  
3000 Bern 14  
Schweiz

Kursbände mit den Vortragsunterlagen sind verfügbar und können bei der Geschäftsstelle des Nuklearforum Schweiz zum Preis von 150,- CHF pro Exemplar bezogen werden. (Webshop: www.nuklearforum.ch | Shop | Kursbände)

## Vertiefungskurs: Kernenergiesysteme der Zukunft – ein Weg zu mehr Akzeptanz?

Matthias Rey, Bern/Schweiz

Am 28. und 29. November 2012 fand in Olten der alljährliche Vertiefungskurs des Nuklearforum Schweiz statt. Urs Weidmann, Präsident der Kommission für Ausbildungsfragen und Leiter des Kernkraftwerks Beznau, begrüßte rund 120 Teilnehmende und lud sie ein, der Frage nachzugehen, ob neuere Reaktorkonzepte der Schlüssel zu mehr gesellschaftlicher Akzeptanz für die Kernenergie sind. Antworten darauf lieferten verschiedene wissenschaftliche, technologische und ökonomische sowie ethische und gesellschaftliche Ansätze.

### Ethik, Psychologie, Meinungen und Fakten

Dr. Urs Weidmann, Präsident der Kommission für Ausbildungsfragen des Nuklearforum Schweiz, Kraftwerksleiter Kernkraftwerk Beznau der Axpo AG, eröffnete die Veranstaltung

verordnete die gegenwärtige Situation nach Fukushima vor dem Deutungshorizont alter Mythen. Er veranschaulichte seine Sicht auf die Kernenergie anhand von 4 Beispielen aus der Bibel und der antiken Mythologie.

Der Einsturz eines Turms mit mehreren Todesopfern, eine Geschichte aus dem Lukasevangelium, vermittelt uns heute, dass bei der Technik kein falscher Stolz aufkommen darf. Denn Sicherheit ist eine Daueraufgabe und das Bessere in diesem Sinne der Feind des Guten. Im Turmbau zu Babel sieht Burkhard ein Bild für den Verlust der gemeinsamen Sprache und Werte in der westlichen Welt. Man will nicht mehr am gleichen (Energie-)Werk bauen und diskutiert dekadente Luxusprobleme, ohne zu merken, dass das Kellergewölbe einsturzgefährdet ist. In energiepolitischer Hinsicht wurden die Menschen „aus dem Paradies vertrieben“. Unser politisches und energiepolitisches Hier und Heute sind durchwegs steinig, widerborstig und dornig geworden. Schließlich verglich Burkhard die Rolle der Kernkraftwerksbetreiber mit Prometheus, der den Menschen gegen den Willen der Götter das Feuer gebracht hatte. Die Betreiber müssen sich immer wieder rechtfertigen, dass sie der Bevölkerung das liefern, was sie will, nämlich Strom – eine undankbare Rolle, immer wiederkehrend wie die immerwährend nachwachsende Leber von Prometheus.

Katrin Fischer doziert an der FH Nordwestschweiz angewandte Psychologie und erläuterte in Olten, warum sich Menschen bei der Einschätzung verschiedener Risiken anscheinend irrational verhalten. Sie können ihr individuelles Risiko nicht objektiv einschätzen. Gefahren durch Natur- und Technikkatastrophen werden überschätzt, Krankheiten unterschätzt. Zu diesem Umstand tragen die Medien ihren Teil bei. Eine wichtige Rolle spielt auch die Kontrollierbarkeit: Obwohl statistisch betrachtet der Straßenverkehr viel gefährlicher ist als der Flugverkehr, haben viele Menschen, die sich im Auto sicher fühlen, Flugangst. Zudem haben Menschen enorme Schwierigkeiten, Wahrscheinlichkeiten zu verstehen. Misstrauen herrscht besonders dann, wenn ein Schadensausmaß nur hypothetisch oder gänzlich unbekannt ist, frei nach dem Motto: Lieber ungesunde Fast Food Fritten essen als eine genetisch modifizierte Tomate. Bedrohlich ist,

worüber wir wenig wissen. Dabei ist mitunter die Art der Kommunikation entscheidend. Positive Formulierungen kommen besser an und Nutzenerwartungen haben einen erheblichen Einfluss. So werden zum Beispiel schwere Nebenwirkungen bei Krebsmedikamenten akzeptiert, nicht aber bei Hustensaft. Schließlich ist auch bei der Risikokommunikation die Transparenz – etwa bezüglich Interessenbindungen – eine wichtige Voraussetzung für den Vertrauensaufbau.

Jürgen Hampel von der Universität Stuttgart referierte über die Wahrnehmung der Kernenergie in der Öffentlichkeit. Da sich die Erwartung der 1950er-Jahre, dass die Kernenergie alle Energieprobleme lösen werde, nicht erfüllt hat, wird Kernenergie heute oft als „Fluch und Segen“ betrachtet. In Europa spielen dabei Bildung und Geschlecht eine Rolle: Je besser die Bildung eines Mannes, desto eher akzeptiert er die Kernenergie, bei Frauen führt höhere Bildung dagegen zu verstärkter Ablehnung. Sehr wichtig bei der Meinungsbildung ist das Vertrauen in die Institutionen. Die Vorstellung, dass mehr Wissen zu mehr Akzeptanz führt, ist nicht zutreffend. Mehr Erfolgspotenzial hat eine offene Kommunikation auf der Basis des Dialogs. Niemand darf bestimmen, über welche Themen wie gesprochen wird. Man muss sich auf die Logik – oder eben auf die Irrationalität – des Gesprächspartners einstellen.



Vertiefungskurs 2012 des Nuklearforum Schweiz: Kernenergiesysteme der Zukunft – ein Weg zu mehr Akzeptanz? Nationalrätin Corina Eichenberger forderte am Vertiefungskurs mehr Fakten und gesunden Menschenverstand statt „energiepolitischem Schaulaufen“. (Foto: Nuklearforum Schweiz)

Nationalrätin Corina Eichenberger, Präsidentin des Nuklearforums Schweiz, rief die Anwesenden dazu auf, dem energiepolitischen Schaulaufen unserer Zeit mit Fakten und gesundem Menschenverstand entgegenzutreten. Die politische Auseinandersetzung zur Schweizer „Energiewende“ hat eben erst begonnen. Als Folge des überstürzten Ausstiegsbeschlusses stehen in den

kommenden Jahren weitreichende politische Entscheide an. Der angestrebte Verzicht auf die Kernenergie widerspricht der offiziellen Klimapolitik diametral. Auch das gleichzeitig vorgeschlagene definitive Verbot der Wiederaufarbeitung widerspricht dem Gebot in der Verfassung, die natürlichen Ressourcen zu schonen. Zum Schluss ihrer Ansprache brachte Nationalrätin Eichenberger ihre Hoffnung zum Ausdruck, dass die Debatte über die Schweizer Stromzukunft künftig informierter und sachlicher geführt wird als bisher.

Stefan Hirschberg, Leiter des Labors für Energiesystemanalysen am Paul Scherrer Institut (PSI), hielt den oben genannten soziologischen und psychologischen Gegebenheiten entgegen, dass Fakten trotz allem einen Einfluss auf politische Entscheide haben müssen. Die Frage nach der Zumutbarkeit von Risiken kann die Wissenschaft jedoch nicht beantworten. Mit der ENSAD-Datenbank über schwere Unfälle im Energiesektor hat Hirschberg Zugang zu einer sehr umfangreichen Faktensammlung und vermittelte den Besuchern des Vertiefungskurses einige Einblicke:

- Naturkatastrophen forderten im Zeitraum 1970 bis 2010 sehr viel mehr Opfer als technische Katastrophen (Verhältnis 9:1).
- Energiebezogene Unfälle in Schwellenländern sind deutlich häufiger als in OECD-Ländern (Organisation for Economic Co-operation and Development). Besonders gefährlich sind Kohlebergbau und Staudämme in China.
- Schwere Unfälle bei der Gewinnung, Verarbeitung und Transport von Kohle, Erdöl und Erdgas sind relativ häufig, stoßen aber meist nur auf eine beschränkte öffentliche Wahrnehmung.
- Nukleare Unfälle sind zwar sehr selten, können aber – wie Dammbrüche oder Kohlenminen – im schlimmsten Fall hohe Opferzahlen fordern (unter Annahme der No-Threshold-Hypothese bei der Strahlenwirkung).
- Die externen Kosten von Unfällen sind in der Regel geringer als anhaltende Einwirkungen wie Luftverschmutzung.

Philipp Hänggi, Leiter der Geschäftsstelle von swissnuclear, stellte die jüngsten Umfragewerte aus der 13. Eckwertstudie vor. Sie zeigen, dass der sogenannte Fukushima-Effekt in der Schweiz praktisch verpufft ist. Drei Viertel der Befragten stimmen in der Telefonumfrage vom Oktober 2012 nämlich der Aussage zu, dass Schweizer Kernanlagen sicher seien – etwa gleich viele wie vor dem 11. März 2011. Den gleichen Effekt gab es übrigens in Großbritannien – ungeachtet der völlig anderen, sachlicheren Berichterstattung in den britischen Medien. Mehr als die Risikowahrnehmung bestimmen in der Schweiz Nutzenerwartungen und das Vertrauen in Informationsquellen die Meinungen zur Kernenergie. So galt denn die Kernenergie bei über 60 % der Be-

fragten der Eckwertstudie als „notwendiges Übel“. Dafür hielt sie eine große Mehrheit für kostengünstig.

### Reaktoren der vierten Generation und Brennstoffkreisläufe

Der 2. Block mit 3 Vorträgen wurde von Dr. Philipp Hänggi, Leiter der Geschäftsstelle swissnuclear, moderiert und war dem Thema Zukünftige Konzepte – Auslegung und Sicherheitsbetrachtung gewidmet.

Konstantin Mikityuk, Gruppenleiter am Paul Scherrer Institut – PSI, informierte das Publikum über Brutreaktoren der vierten Generation. Im Zentrum der Brutertechnik steht das Kriterium der Ressourcenschonung und nicht die weitere Verbesserung der Sicherheit. Die Nutzung von Uran-238 kann den Energiebedarf der Menschheit für Tausende von Jahren sichern. Das Generation IV International Forum (GIF) hat unter anderem 3 Brutertypen für die weitere Entwicklung ausgewählt: gasgekühlte, natriumgekühlte und bleigekühlte schnelle Reaktoren. Alle diese Systeme benötigen die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoff und haben ihre Vor- und Nachteile. Sie können jedenfalls laut Mikityuk in Zukunft einen erheblichen Beitrag an eine nachhaltige Energieversorgung leisten, sofern effiziente Wiederaufarbeitungsmethoden angewendet werden. Bis heute gibt es mehr als 300 Jahre Erfahrung beim praktischen Betrieb von Brutreaktoren weltweit. Angesichts der Vorteile bei der Ressourcenschonung lohnt sich der Aufwand für ihre Weiterentwicklung wie auch für diejenige Weiterentwicklung der Wiederaufarbeitung.

Jean-Marc Cavedon, Leiter des Forschungsbereichs Nukleare Energie und Sicherheit am PSI, vertritt die Schweiz im GIF und berichtete von dessen aktuellen Tätigkeiten und dem Stand der Forschung. Um die Systeme der Generation IV in industrieller Dimension nutzen zu können, müssen sie weiter entwickelt werden. Haupttreiber ist das Klimaproblem. Dabei geht es nicht nur um die Stromerzeugung, sondern auch um die Wärme- und Wasserstoffproduktion, Entsalzung von Meerwasser, das Aktinidenmanagement und um die Minimierung der Proliferationsrisiken. Das Schwerkgewicht der Generation-IV-Forschung am PSI liegt bei den Materialfragen rund um den Hochtemperaturreaktor und den gasgekühlten Schnellen Reaktor. Zurzeit wird die technologische Roadmap der GIF-Initiative überprüft. Fortgeschrittene natriumgekühlte Brutreaktoren werden für 2020 bis 2025 erwartet. Der Projektentscheid für den superkritischen Reaktor wird bis 2017 erhofft. Die weltweit konjunkturbedingt geringen Forschungsmittel stellen ein generelles Problem dar. Über die Wirtschaftlichkeit von Reaktorsystemen der Generation IV kann

heute noch keine verlässliche Aussage gemacht werden.

Marco Streit, Projektleiter im PSI-Hotlabor, machte schon zu Beginn seines Referates klar: Den **idealen Brennstoffkreislauf** gibt es nicht. Es gibt verschiedene Möglichkeiten für das Ausgestalten der Brennstoffkreisläufe, wie zum Beispiel das heute in der Schweiz angewendete Once-through-Verfahren, Mehrfachzyklisierung oder die Anwendung von Thorium. Alle Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile. In der Praxis gibt die Politik vor, was zugelassen ist und was nicht. Dazu kommt die Hürde der Wirtschaftlichkeit, was gezwungenermaßen zu Zielkonflikten führt. Die Akzeptanz in der Bevölkerung ist in der Regel gering. Die optimale Lösung ergibt sich jeweils aus den gesellschaftlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen. Zum Schluss betonte Streit, dass keines der vorgestellten Brennstoff-Verfahren ein Tiefenlager unnötig macht.

### Generation III: evolutionäre und revolutionäre Konzepte im virtuellen Stresstest

Am 2. Tag standen Reaktoren der 3. Generation im Lichte von Fukushima auf der Agenda. Dr. Johannes Nöggerath, Leiter Nukleare Sicherheit, Kernkraftwerk Leibstadt AG, führte durch die 8 Vorträge.

Horst-Michael Prasser, Professor für Kernenergiesysteme an der ETH Zürich, gab eine Einführung in die **Sicherheitssysteme bei Reaktoren der 3. Generation**. Er unterschied zwischen evolutionärer und revolutionärer Entwicklung von Sicherheitssystemen auf dem Weg von der Generation II zur Generation III und III+. Während die evolutionäre Generation III in erster Linie auf die Verstärkung aktiver Systeme setzt und zusätzlich passive enthält, sind bei der Generation III+ durchgängig passive Systeme in mehrfacher Redundanz vorhanden. Ziel der Entwicklung ist es, die Auswirkungen von Kernschäden auf das Gebäude zu beschränken und Evakuierungen der Bevölkerung sowie rasche Operatoreingriffe unnötig zu machen. Zusammenfassend zeichnet sich die 3. Reaktorgeneration einerseits aus durch eine konsequente Berücksichtigung externer Ereignisse zur Störfallverhinderung und andererseits durch selbsttätige Systeme zur Rückhaltung der Radioaktivität bei auslegungstypischen Störfällen.

Anschließend rief Johannes Nöggerath die Anbieter von Reaktoren der 3. Generation zum „virtuellen Stresstest“ auf. Allen 3 Referenten wurde vorgegeben, über die Auswirkung eines Erdbebens und einer Kernschmelze bei ihren jeweiligen Reaktorsystemen zu informieren.

- James Alan Beard von GE Hitachi Nuclear Energy zeigte auf, wie beim **Economic Simplified Boiling Water Reactor**

(ESBWR) eine hypothetische Kernschmelze beherrscht werden könnte. Er erläuterte dazu eine Reihe passiver Sicherheitssysteme, die bei diesem Reaktortyp vorhanden sind und nach schweren Störfällen zur Kühlung und Druckentlastung eingesetzt werden können. Der Core Catcher liegt beim ESBWR am Boden des Containments und ist seinerseits mit einer passiven Kühlung ausgestattet.

- Peter Volkholz von Areva NP GmbH legte dar, dass beim **EPR** die Notstromdiesel bei einem Erdbeben und Tsunami wie in Fukushima nicht ausfallen würden. Sollte das dennoch geschehen und falls weder externe Stromversorgung, Dieselnachschub oder Kühlwasserversorgung verfügbar sind, würden bis zur Kernschmelze 9 Tage vergehen. Die Kernschmelze würde in der Reaktorgrube für einige Stunden durch 500 mm Opferbeton zurückgehalten. Dann würde die gesamte Schmelze im Core Catcher seitlich unterhalb des Reaktordruckbehälters ausgebreitet und innerhalb weniger Tage in einem vordefinierten, kontrollierten Zustand erstarren.
- Felix Sassen, Vertreter der Westinghouse Electric Company, stellte die Sicherheitsphilosophie des **AP1000** vor. Demnach wird die Anzahl der benötigten Systeme so tief wie möglich gehalten, um Fehleranfälligkeit zu reduzieren. Nebst den grundsätzlich passiven Sicherheitssystemen gibt es im Sinne der „defense-in-depth“ auch aktive. Größe und Anzahl der Komponenten sind beim AP1000 stark reduziert, um den Umfang der sicherheitsrelevanten Anlagenteile möglichst klein zu halten. Eine Kernschmelze würde im Reaktordruckbehälter zurückgehalten, der durch Fluten der Reaktorgrube und durch das passive Containment-Kühlsystem gekühlt wird.

### Querblicke: Fusion, Versicherung, Nanotechnologie und eine chemische Altlast

In den abschließenden ebenfalls von Dr. Johannes Nöggerath moderierten **Querblicken** standen gesellschaftlich ähnlich kontrovers diskutierte Themen sowie Zukunftstechnologien auf der Agenda.

Minh Quang Tran von der EPFL sprach von der „bahnbrechenden“ **Energiequelle der Fusionstechnologie**. Fusion sei eine nachhaltige Energiequelle mit Vorteilen in Sachen Sicherheit und Entsorgung. Er beschrieb die Herausforderungen bei der Fusionsforschung auf der Ebene der Physik wie auch der auf der technologischen Ebene und zeigte den heutigen Stand dieser Forschung auf.

Der Weg zu einem Fusionskraftwerk führt über den Iter-Forschungsreaktor in Frankreich und das Demo-Projekt, das im Jahr

2050 realisiert werden soll. Tran ist überzeugt, dass die Fusionstechnologie in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird.

Martin Kurz von der Mobiliar Versicherungsgesellschaft und Thomas Erb, Leiter Versicherungen bei der Axpo Holding, beschrieben den **Schweizerischen Pool für die Versicherung von Nuklearrisiken** und zeigten die Risikoträger für Haftpflicht- und Sachrisiken auf. Die nationalen Nuklearpools verschiedener Länder sind als Rückversicherer untereinander vernetzt, um den Risikoausgleich zu verbessern. Die Betreiber der Schweizer Kernkraftwerke haften unbegrenzt mit ihrem gesamten Vermögen. Die schweizerische Regelung gehört auch in diesem Bereich zu den strengsten der Welt. Die Schweizer Kernanlagen haben zudem eine gemeinsame Höchstentschädigungslimite vereinbart – ein weiterer internationaler Sonderfall.

Den Abschluss des Kurses bildeten 2 Querblick-Referate. Christoph Meili von der Innovationsgesellschaft berichtete von seinen **Erfahrungen bei der Kommunikation über Nanotechnologie**. Er hielt fest, dass man in dieser Debatte von der Gentechnik und der Kernenergie profitieren konnte. Es ist gelungen, den persönlich erlebbaren Nutzen der Nanotechnologien zu vermitteln und so bei den Konsumenten für eine positive Grundhaltung zu sorgen. Außerdem entwickelten die Behörden keine vorschnellen oder übertriebenen Regelwerke, sondern förderten die schrittweise Prüfung kritischer Materialien und den frühzeitigen gezielten Ausbau der Risikoforschung. Im Gegensatz zur Kernenergie haben sich aufgrund dieser Anstrengungen bisher keine unüberwindbaren Gräben zwischen Nano-Befürwortern und Nano-Kritikern aufgetan.

Jean-Louis Tardent erläuterte im letzten Referat, wie der **Rückbau der Sondermülldeponie Kölliken** vor sich geht. Dabei bildete das Fehlen eines vorausschauenden Vorgehens die Ausgangslage. In Kölliken hatte die chemische Industrie im 1980 nämlich alle möglichen Sonderabfälle eingelagert, ohne sich allzu viele Gedanken über mögliche Konsequenzen zu machen. Weil die Deponie große Grundwasserströme bedrohte, investierte man zuerst rund 150 Millionen SFR in Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen. 2003 schließlich ordneten die Behörden den Rückbau der Deponie an. Zu diesem Zweck entstand im Aargau die größte freitragende Halle der Schweiz, die eine abgeriegelte Schutzzone mit riesigen Abluftfiltern und einem ausgeklügelten Schleusensystem für Fahrzeuge beherbergt. Der Rückbau soll laut Tardent Ende 2017 abgeschlossen sein. Danach ist wie bei einem Tiefenlager eine Phase der Nachsorge geplant.

Mit einem Rückblick auf den diesjährigen und einem Ausblick auf den nächsten Vertiefungskurs schloss Urs Weidmann den Vertiefungskurs 2012 ab. ■