

dossier.

Lehre, Forschung und Nachwuchs in der Schweizer Kernenergie

Eine Bestandesaufnahme

Die wichtigsten Ergebnisse in Kürze

- Das heutige inländische Angebot in Lehre und Forschung und die vorhandenen Infrastrukturanlagen bieten – noch – eine ausreichende Basis für die zukünftige Nutzung der Kernenergie in der Schweiz. Allerdings ist nicht zu übersehen, dass Schritt um Schritt die Forschungsschwerpunkte verschoben werden, was das erreichte Kompetenzniveau gefährdet.
- Um der Gefahr der Erosion der kerntechnischen Forschung und damit einem faktischen Technologieverbot als Folge des Ausstiegsbeschlusses entgegenzuwirken, muss der Bund Farbe bekennen, ob und wie stark er zukunftsweisende Forschung im Kernenergiebereich fördern will.
- Mit dem Stilllegen eines Forschungs- und eines Schulungsreaktors reduziert sich die Infrastruktur für Lehre und Forschung. Der einzige in der Schweiz verbleibende Forschungsreaktor wird von der EPFL betrieben.
- Auf Fachhochschulebene gibt es zurzeit ein einziges Studienangebot mit spezifisch kerntechnischem Inhalt (Hochschule für Technik Brugg-Windisch). Das Wahlmodul Energie- und Kerntechnik wird innerhalb des Maschinenbaustudiums angeboten. Wünschenswert wäre ein Ausbau der nuklearspezifischen Lektionenzahl.
- Der heutige Schlüssel der Forschungsfinanzierung im Bereich der Kernspaltung (60 % Bund, 40 % Industrie) ist vernünftig und sollte fortgeführt werden. Falls die öffentliche Hand ihren schrittweisen Rückzug fortsetzt, wäre die Industrie gefordert, durch Forschungsaufträge das bedrohte Kompetenzniveau zu sichern. In Anbetracht der Situation am Strommarkt sind aber auch hier die Ressourcen knapper geworden.
- Grundsätzlich bildet die Schweiz gegenwärtig genügend Nuklearspezialisten aus, um den absehbaren Bedarf zu decken. Da jedoch nicht alle Fachleute im inländischen Nuklearsektor tätig werden, rekrutiert die Schweizer Industrie weiterhin auch im Ausland.
- Bedarf besteht auch bei den Maschinen-, Elektro- und Bauingenieuren. Sie benötigen keine nukleare Grundausbildung, sondern werden von der Industrie den Bedürfnissen entsprechend fortgebildet. Bei diesen Ingenieuren ist die Nachwuchssituation generell angespannt. Die Nuklearbranche steht hier vor der gleichen Herausforderung wie andere Industrien.

NOVEMBER 2013

Impressum

Nuklearforum Schweiz
Geschäftsstelle
Postfach 1021, 3000 Bern 14
www.nuklearforum.ch

Der sichere und wirtschaftliche Weiterbetrieb der bestehenden Kernkraftwerke erfordert genügend qualifizierten Nachwuchs. Im Auftrag der Kommission für Ausbildungsfragen des Nuklearforums Schweiz haben swiss-nuclear und das Nuklearforum Schweiz das vorliegende Dossier erarbeitet.

Das Dossier gibt einen Überblick über die Lehre und Forschung im Bereich der Kernenergie in der Schweiz und setzt das Angebot in Bezug zum Nachwuchsbedarf. Der Schwerpunkt der Bestandsaufnahme liegt in der kerntechnischen Lehre und Forschung.

Darüber darf nicht vergessen werden, dass ein erheblicher Teil des Personals in den Kernkraftwerken keine nuklearspezifische Grundausbildung benötigt. Im konventionellen Anlagenteil der Kraftwerke werden Ingenieure der verschiedensten Fachrichtungen eingesetzt.

Strompolitik in Europa und in der Schweiz

Strompolitik in der EU

In der EU wird bis zum Jahr 2035 ein Mehrbedarf an Strom von über 30% erwartet [1]. Gegenwärtig ist die EU mit einer nuklearen Stromproduktion von rund 870 Terawattstunden der weltweit führende Wirtschaftsraum bei der Stromerzeugung aus Kernenergie. Das Grünbuch der Europäischen Kommission [2] nennt die nachhaltige Entwicklung, die Wettbewerbsfähigkeit und die Versorgungssicherheit als die drei zentralen Ziele der europäischen Energiepolitik. In der EU stammen über 25% des Stroms aus der Kernspaltung – damit ist die Kernenergie heute die wichtigste kohlenstoffarme Stromerzeugungstechnik in Europa.

Der Entscheid über die Nutzung der Kernenergie liegt bei den einzelnen Mitgliedern, die diametral unterschiedliche Politiken verfolgen. Während in einigen EU-Ländern neue Kernkraftwerke im Bau stehen (Finnland, Frankreich, Slowakei) und in weiteren Ländern Planungsarbeiten im Gang sind (Bulgarien, Grossbritannien, Litauen, Niederlande, Polen, Rumänien, Schweden, Tschechische Republik, Ungarn), wollen andere Länder aussteigen (Belgien, Deutschland, Spanien).

Nach Einschätzung von EU-Energiekommissar Günther Oettinger dürfte sich in den kommenden Jahrzehnten – trotz des deutschen Ausstiegs – durch die Neubauten in anderen EU-Mitgliedstaaten der Kernenergieanteil in der EU insgesamt kaum verändern [3]. Entsprechend will die EU die Forschung und Entwicklung im Kernenergiebereich vorantreiben (S. 11). Sie stellt sich damit in eine Reihe mit Argentinien, Brasilien, China, Indien, Japan, Kanada, Russland, Südkorea und die USA, die alle die Kernenergie weiterentwickeln.

Strompolitik in der Schweiz

Die vom Bundesrat am 21. Februar 2007 vorgestellte Strompolitik sah unter anderem den Bau von Grosskraftwerken vor, wobei sich die Landesregierung ausdrücklich zum Ersatz der bestehenden bzw. zum Bau von neuen Kernkraftwerken bekannte. Nach dem Unfall in Fukushima vollzog die Landesregierung eine vollständige Kehrtwende und beschloss am 25. Mai 2011, im Rahmen ihrer neuen «Energiestrategie 2050» auf Ersatzkernkraftwerke zu verzichten. Die bestehenden Kernkraftwerke sollen, da ihre Sicherheit vom Bundesrat nicht in Frage gestellt werden, ohne zeitliche Begrenzung bis ans Ende ihrer technisch-wirtschaftlichen Betriebsdauer weiterbetrieben werden.

Kein formelles Technologieverbot

Im Rahmen der ausserordentlichen Session «Kernenergie und alternative Energien» vom 8. Juni 2011 folgte eine Mehrheit des Nationalrats dem Bundesrat und überwies drei Motionen zur Konkretisierung der Ausstiegspolitik. Vom Nationalrat abgelehnt wurden alle Motionen, die eine vorzeitige Stilllegung von Kernkraftwerken forderten oder die heutigen unbefristeten Betriebsbewilligungen aufheben wollten. Ende September 2011 schloss sich der Ständerat den vom Nationalrat überwiesenen Motionen an, mit dem Zusatz, dass kein gesetzliches Technologieverbot erlassen werden darf und die Lehre und Forschung im Nuklearbereich weitergeführt werden soll.

Am 28. September gab der Bundesrat das erste Massnahmenpaket der «Energiestrategie 2050» in die Vernehmlassung bis Ende Januar 2013. Am 4. September 2013 verabschiedete die Landesregierung ihre definitiven Vorschläge zu Händen des Parlaments.

In seiner Botschaft ans Parlament schlägt der Bundesrat ein Bauverbot für neue Kernkraftwerke und ein definitives Verbot der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoff vor. Gleichzeitig legt er dar, dass die technische Entwicklung der Kernenergie weitergeht und die Schweiz dabei nicht abseits stehen soll. Das Kernenergiegesetz soll sogar um eine Bestimmung ergänzt werden, wonach der Bundesrat der Bundes-

versammlung regelmässig Bericht über die Entwicklung der Kerntechnologie zu erstatten hat. Gemäss Botschaft sollen Bildung, Lehre und Forschung in sämtlichen Energietechnologien sowie die internationale Zusammenarbeit weiterhin unterstützt werden. Auch der Bau von Forschungsreaktoren soll weiterhin möglich sein.

Faktisches Technologieverbot

Obschon Bundesrat und Parlament ausdrücklich kein gesetzliches Technologieverbot wollen, läuft das vorgeschlagene Verbot von Kernkraftwerken in der industriellen Praxis faktisch darauf hinaus. Zwar soll der Bau und Betrieb von Forschungsreaktoren weiterhin möglich sein, doch der Einsatz der Nukleartechnik zur Stromerzeugung soll verboten werden.

Der neue Verbotsartikel im Kernenergiegesetz bedeutet, dass in der Schweiz grundsätzlich und ohne Rücksicht auf die aktuellen und künftigen technischen Entwicklungen der Bau jeglicher Art von Kernkraftwerken verboten werden soll. Das Verbot erstreckt sich auch auf Kraftwerke, die auf der Kernfusion beruhen und an deren internationalen Entwicklung die Schweiz erhebliche Beiträge leistet.

Der Einsatz von Kernreaktoren zum Zweck der Stromerzeugung stellt den mit Abstand wichtigsten gesamtwirtschaftlichen Beitrag der Nukleartechnik dar. Fällt diese Anwendung weg, wird dieses Wissensgebiet für Nachwuchskräfte unattraktiv. Der Erhalt des nukleartechnischen Wissens ist jedoch für den sicheren Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke unverzichtbar. Betreiber und Zulieferindustrie sind für den Unterhalt und für die Weiterentwicklung der Sicherheitstechnik auf Fachkompetenz und motivierten Nachwuchs angewiesen. Das vorgeschlagene faktische Technologieverbot gefährdet daher die über Jahrzehnte in der Schweiz aufgebaute Wissensbasis in Nukleartechnik.

*Einmal verlorenes Wissen lässt sich bei Bedarf nicht über Nacht erwerben.
Kompetenzaufbau benötigt viel Zeit.*



Die Nachwuchssicherung ist eine nationale Aufgabe im Gesamtinteresse des Landes: Ausbildung im Simulator des Kernkraftwerks Beznau.
(Bild: KKB)

Ein umfassendes gesetzliches Verbot der künftigen Nutzung der Kernenergie wäre ein bedenkliches innen- und aussenpolitisches Signal – wenn ein hochentwickeltes, wissenschaftlich starkes und innovatives Land wie die Schweiz den Bann über eine weltweit eingesetzte, sich laufend weiterentwickelnde, umwelt- und klimaschonende Technologie aussprechen würde. Die Mitsprachemöglichkeiten der Schweiz bei internationalen Entwicklungen in der Kerntechnik würden eingeschränkt oder gingen sogar gänzlich verloren.

Position der wissenschaftlichen Akademien

Am 13. August 2012 haben die Akademien der Wissenschaften Schweiz in ihrem Bericht «Zukunft Stromversorgung Schweiz» ihre Sicht auf die Energieproblematik dargelegt [4]. Die Akademien der Wissenschaften Schweiz sind der Verbund der vier schweizerischen wissenschaftlichen Akademien: Naturwissenschaften (SCNAT), Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW), Medizinische Wissenschaften (SAMW) und Technische Wissenschaften (SATW).

Zur Kernenergie halten die Akademien fest, dass die Forschung nicht nur auf den Gebieten der Reaktorsicherheit und der Entsorgung der radioaktiven Abfälle weitergeführt werden soll, sondern insbesondere auch hinsichtlich neuer Reaktorkonzepte. Die zurzeit weltweit gebauten modernsten Anlagen der nochmals viel sichereren dritten Generation fallen jedoch wegen der «vermuteten mangelnden Akzeptanz in der Bevölkerung als Option zumindest mittelfristig ausser Betracht».

Verstärkte internationale Forschung & Entwicklung

Vor dem Hintergrund der volatilen Preisentwicklung bei Erdöl und Erdgas, der Klimaproblematik und der langfristigen Sicherung einer zuverlässigen, umweltschonenden und wirtschaftlichen Stromversorgung ist in den westlichen Industrieländern nach der Jahrtausendwende das Bewusstsein für die Möglichkeiten der Kerntechnik wieder erwacht. So hat die internationale Staatengemeinschaft eine Reihe von Initiativen eingeleitet, um die Kerntechnik weiterzuentwickeln.

Zu diesen Initiativen gehören das 2001 gegründete «Generation IV International Forum»* (GIF) zur Entwicklung von Reaktorsystemen der vierten Generation [5], der im Jahr 2005 beschlossene Bau des Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktors (ITER) in Südfrankreich [6] sowie die im September 2007 etablierte Forschungsplattform der EU zur Entwicklung einer nachhaltigen Nukleartechnologie [7]. Letztere ist Teil des im Oktober 2009 von der EU-Kommission vorgestellten Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) zur Entwicklung innovativer Energietechnologien.

Anders als in der Schweiz hat der Unfall in Fukushima in den meisten Kernenergieländern keine grundsätzliche Änderung der Kernenergiepolitik ausgelöst. In Europa und weltweit wird die Kernenergie weiterentwickelt. Die Schweiz droht bei einem faktischen Technologieverbot den Anschluss zu verlieren.

* GIF-Mitglieder sind, neben der Schweiz: Argentinien, Brasilien, China, Euratom, Frankreich, Grossbritannien, Japan, Kanada, Russland, Südkorea, Südafrika und die USA.

Angebot in Lehre und Forschung im ETH-Bereich

Die Institutionen des ETH-Bereichs sind die wichtigsten Träger der nuklearen Lehre und Forschung in der Schweiz. Nach einer Phase der Stagnation ist heute im ETH-Bereich die kerntechnische Lehre und Forschung wieder gut verankert. In der Roadmap «Energieforschung im ETH-Bereich» [8] vom Mai 2005 wurde der Kernenergie eine wesentliche Rolle für eine Strategie zur Nachhaltigkeit in der Energieversorgung zugewiesen. In der «Energiesstrategie für die ETH Zürich» [9] des Energy Science Centers vom Februar 2008 wurde die Nukleartechnologie sogar als allenfalls auszubauender Forschungsschwerpunkt bezeichnet.

Im Nachgang zur Kehrtwende der Schweizer Energiepolitik veröffentlichte die ETH Zürich im November 2011 die Studie «Energiezukunft Schweiz», in der sie die Stromzukunft der Schweiz unter Annahme eines Atomausstiegs bei gleichzeitiger Einhaltung der Klimaziele untersuchte [10].

Lehre

Studiengang «Master of Science in Nuclear Engineering»

Mit der Einführung der zweistufigen Bachelor-/Master-Studiengänge im Rahmen der Bologna-Reform wurde an der ETH Zürich die nukleartechnische Ausbildung neu strukturiert. Die vormalige Professur für Kerntechnik wurde im Frühjahr 2006 von der Professur für Kernenergiesysteme abgelöst. Der Lehrstuhl erhält finanzielle Unterstützung von der ETH-Foundation, die ihrerseits Förderbeiträge von swisselectric research erhält. Der Lehrstuhl für Reaktorphysik und Systemverhalten an der ETH Lausanne wird gänzlich durch den Bund finanziert.

Seit dem Wintersemester 2008/2009 wird der Studiengang «Master of Science in Nuclear Engineering» angeboten [11]. Als Novum für die Schweiz wird er im Verbund von ETH Zürich und EPF Lausanne durchgeführt und der Master wird von den beiden Hochschulen gemeinsam vergeben. Der Studiengang ist hauptsächlich auf Reaktorphysik, Kernkraftwerkstechnologie, nukleare Materialien und die Sicherheit von Kernreaktoren ausgerichtet, wobei die Studierenden aufgefordert werden, auch angrenzende Fachrichtungen wie erneuerbare Energien, Radiomedizin oder Strahlenschutz zu belegen.

Im Herbst 2010 wurde der Studiengang von drei auf vier Semester erweitert, wodurch er kompatibel mit den Anforderungen ist, die das europäische Netzwerk ENEN (siehe S. 11) an die Ausbildung von Nuklearingenieuren stellt. Wie alle Masterprogramme wird auch der nukleare Studiengang auf Englisch durchgeführt. Wenn nötig, wird Doktoranden im Hinblick auf den Zugang zum Schweizer Arbeitsmarkt ein Deutschkurs finanziert.

Der Studiengang ab Herbst 2012 wird von 12 Studierenden besucht. Für den Studiengang ab Herbst 2013 haben sich 13 Studierende eingeschrieben. Zudem steht das nukleare Lehrangebot auch Studierenden anderer Masterprogramme offen, um sie an der Kerntechnik zu interessieren – ein Angebot, das rege genutzt wird.

Ergänzende Kurse zum Angebot im ETH-Bereich

Vor vier Jahren haben die Kernkraftwerksbetreiber und das Paul Scherrer Institut (PSI) den «Fortbildungskurs Kernenergie» geschaffen. Der Kurs richtet sich an Fachleute in der Kernenergiebranche und Nachwuchskräfte mit Vorwissen und wurde erstmals Anfang 2010 durchgeführt. Zudem bietet die Reaktorschule des PSI einen Ergänzungskurs (Kompaktkurs) für Ingenieure (FH und ETH) an, welche die Zulassung als Picketingenieur erwerben wollen. Zum Angebot der Reaktorschule gehören auch ein Kurs für Einsteiger und ein Lehrgang auf Technikerebene (S. 10).



Seit 1977 führt das Nuklearforum Schweiz ein- bis zweimal jährlich Vertiefungskurse durch. Gegenstand dieser Kurse von zwei Tagen Dauer sind aktuelle Themen aus dem Betrieb und dem Umfeld der Kernkraftwerke.

2010 hat die Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute (SGK) erstmals ein dreitägiges Grundlagenseminar durchgeführt, das wegen der grossen Nachfrage 2013 zum fünften Mal durchgeführt wurde. Das Seminar gibt einen allgemeinverständlichen Überblick über die Kernenergie und richtet sich an interessierte Personen, unabhängig von ihrer beruflichen Qualifikation.

Beurteilung des Lehrangebots im ETH-Bereich

Im ETH-Bereich ist in den vergangenen Jahren ein Ausbildungsangebot geschaffen worden, dessen Kapazität grundsätzlich ausreicht, um den Bedarf der Schweiz an Nuklearingenieuren zu decken. Die im Masterstudiengang obligatorischen Praktika in der Industrie bewähren sich, wobei die Anforderungen an die Sprachkenntnisse je nach Arbeitgeber unterschiedlich sind. An den Arbeitsplätzen in den Kernkraftwerken ist die sprachliche Kommunikationsfähigkeit eine Grundvoraussetzung, wobei die Erfahrung zeigt, dass hochqualifizierte englischsprachige Hochschulabgänger die nötigen Deutschkenntnisse auch «on the job» erwerben können.

An der EPF Lausanne wurde 2012 die bestehende Professur für Reaktorphysik und Systemverhalten neu besetzt. Pläne, an der ETH Lausanne eine neue Professur für Nukleare Materialien zu schaffen, sind noch offen.

Wegen der Gefahr der Erosion der kerntechnischen Lehre als Folge des Ausstiegsbeschlusses des Bundesrats ist in den kommenden Jahren eher eine Ausweitung des Lehrangebots nötig, um den Kompetenzerhalt zu sichern. Dies erfordert ein entsprechendes Engagement von Öffentlicher Hand und Industrie.

Forschung

Kernspaltung

Der weitaus grösste Teil der Forschung im Bereich der Kernspaltung wird am PSI durchgeführt. Der Forschungsbereich «Nukleare Energie und Sicherheit» (NES) des PSI ist eng mit den beiden ETH verbunden und umfasst rund 180 Personen, wovon 66 vom Bund bezahlt werden. Die übrigen werden über Drittmittel finanziert, die zum grössten Teil aus der Nuklearindustrie und vom Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) stammen. Anfangs 2013 hat die Direktion des PSI beschlossen, 11 der 66 Stellen bis 2017 abzubauen.

Die zentralen kerntechnischen Forschungsthemen der kommenden Jahre sind:

- wissenschaftliche Dienstleistungen für das ENSI sowie – mit Unterstützung der Kernkraftwerksbetreiber – Forschungsprojekte für den sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der heutigen Kernkraftwerke. Im Vordergrund stehen Sicherheitsanalysen sowie Untersuchungen zum Kernbrennstoff- und Werkstoffverhalten. Allerdings zeigt sich beim ENSI die Tendenz, Projekte in traditionellen PSI-Feldern vermehrt international zu vergeben.
- Kompetenzerhalt im Bereich der Reaktorsysteme der dritten Generation, die bis ins Frühjahr 2011 für die Schweiz ins Auge gefasst worden waren. Auch hier besteht die Schwierigkeit, dass Projekte auf diesem Gebiet nach der Ausstiegs-erklärung des Bundesrats gestoppt worden sind.
- Blick in die Zukunft: Am 13. April 2005 hat der Bundesrat das Abkommen für den Beitritt der Schweiz zum «Generation IV International Forum» (GIF) im Rahmen eines Staatsvertrags unterzeichnet (S. 4). Dies ist grundsätzlich ein sehr wich-

tiger Schritt für die Schweizer Nuklearforschung, da dies dem PSI ermöglicht, aktiv an der internationalen Entwicklung von innovativen Reaktorsystemen und Kernbrennstoffkreisläufen der nächsten Generation teilzunehmen. Gleichzeitig überlässt der Bund die Finanzierung entsprechender Forschungsarbeiten allein dem PSI.

- Entsorgungsforschung zugunsten der geologischen Tiefenlagerung der radioaktiven Abfälle: Im Zentrum stehen geochemische Untersuchungen, Rückhalt- bzw. Transportprozesse von Radionukliden sowie Sicherheitsanalysen.

Im April 2011 hat das PSI beschlossen, den 1968 errichteten Forschungsreaktor PROTEUS stillzulegen. Damit hat die Schweiz eine wichtige, flexibel einsetzbare Forschungseinrichtung verloren. Da 2013 auch der Schulungsreaktor in Basel (S. 8) stillgelegt worden ist, verbleibt in der Schweiz einzig der 1983 in Betrieb genommene Schulungsreaktor CROCUS an der ETH Lausanne. Dieser wird vorwiegend für Forschung und Lehre im Hochschul Umfeld eingesetzt. Sollte in Zukunft das Potenzial von CROCUS vermehrt für Forschung und Ausbildung genutzt werden, stellt sich die Frage nach zusätzlichem Personal.

Kernfusion

Im Zentrum der Schweizer Fusionsforschung steht das «Centre de Recherches en Physique des Plasmas» (CRPP) an der ETH Lausanne. Neben Lehre und Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Plasmaphysik und von Supraleitern ist es vor allem bei der Entwicklung der kontrollierten Kernfusion im Rahmen von Euratom tätig. Beim Bau des Experimentalreaktors ITER in Südfrankreich hat das CRPP eine wichtige Funktion. Damit ist sichergestellt, dass es auch künftig in der Spitzenforschung mithalten kann. Die Zahl an Fusionspezialisten ist in Europa rückläufig.

Gesamtbewertung von Energiesystemen

Das PSI führt seit vielen Jahren international stark beachtete Studien zur gesamtheitlichen Betrachtung von Energiesystemen durch, die auf wirtschaftlichen, sozialen und Umweltindikatoren basieren. Diese Lebenszyklus-Analysen erfassen die gesamte Wertschöpfungskette von Energiesystemen, vom Abbau der Rohstoffe über den Bau und Betrieb von Energieanlagen bis zur Entsorgung. Das PSI verfügt heute über die weltweit umfangreichste Datensammlung für solche Analysen. Ziel dieser Forschungsarbeiten ist es, der Öffentlichkeit wissenschaftlich fundierte Grundlagen für die nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zur Verfügung zu stellen.

Beurteilung der Forschung im ETH-Bereich

Während die Professuren weiterhin gesichert sind, ist die in der Schweiz vorhandene nukleare Forschungsinfrastruktur einem Erosionsprozess unterworfen. Noch bietet der ETH-Bereich eine knapp ausreichende Grundlage für eine international wettbewerbsfähige Lehre und Forschung. Auf ausgewählten Gebieten ist die Schweizer Nuklearforschung (noch) an der Weltspitze dabei, beispielweise bei der Entwicklung von innovativen Systemen für die Wärmeabfuhr in Kernreaktoren und bei fortgeschrittenen Materialien für die heutigen und zukünftigen Reaktorsysteme. Die wissenschaftliche Position der Schweiz auf dem Gebiet der Kerntechnik ist jedoch mittelfristig gefährdet.

Der beschlossene Stellenabbau am PSI im Bereich der Kernspaltung verstärkt den Erosionsprozess in der Forschung. Darüber darf nicht vergessen werden, dass das PSI Leistungen an die Lehre (Betreuung von Praktika, Master- und Diplomarbeiten) erbringt, die im finanziellen Umfang etwa einer Professur entsprechen.

Im Unterschied zur Kernfusion stellt der Bund für die Forschung an den zukünftigen Kernenergiesystemen der Generation IV keine zusätzlichen Mittel zur Verfügung. Da diese Projekte in die ferne Zukunft weisen, engagieren sich auch die Schweizer Kernkraftwerksbetreiber nur in geringem Masse, so dass diese Forschungsrichtung vermehrt auf Beiträge

der EU angewiesen ist. Sollte diese Praxis beibehalten werden, wird die Schweiz ihre Beteiligung am GIF kaum mehr absichern können. Auf anderen Gebieten stellte die praxisorientierte Nachfrage der Industrie bisher sicher, dass die zentralen Kompetenzen erhalten bleiben.

Insgesamt lassen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Kernspaltung den Schluss zu, dass ohne Gegensteuer die Ausstiegspolitik des Bundesrats zu einem Kompetenzverlust führen dürfte, der schwer wieder gut zu machen wäre. Nötig ist auf Bundesebene eine Strategielinie für den Kompetenzerhalt, wobei hier die Öffentliche Hand finanziell Farbe bekennen muss. Andernfalls droht bei den Nuklearsystemen der dritten und vierten Generation in der Schweiz ein finanziell erzwungener «Denkstopp», mit dem de facto ein Technologieverbot einhergeht, das Bundesrat und Parlament ausdrücklich vermeiden wollen.

Erfreulich ist dagegen die Ausgangslage bei der Fusionsforschung, nachdem die Eidgenössischen Räte in der Herbstsession 2013 beschlossen haben, dass die Schweiz auch weiterhin an den Forschungs- und Innovationsprogrammen der EU («Horizon 2020») teilnehmen soll (siehe S. 12).

Angebot in Lehre und Forschung an den kantonalen Universitäten

Universität Basel

Am Institut für Physik wurde von 1959 bis 2013 ein kleiner Schulungsreaktor betrieben. Der Basler Reaktor zeichnete sich dadurch aus, dass er während des Betriebs gut zugänglich war. So war der Blick auf die Brennelemente auch während des Betriebs möglich und das Cherenkov-Leuchten konnte beobachtet werden. Der Reaktor wurde deswegen auch zur Ergänzung der Ausbildung der Reaktoroperateure der Schweizer Kernkraftwerke eingesetzt. Zudem erlaubte er bestimmte Experimente, die mit den Reaktoren von PSI und ETH Lausanne nicht möglich waren. So war die Universität Basel die einzige Institution der Schweiz, die über die Infrastruktur zur Anwendung der sogenannten Neutronenaktivierungsanalyse verfügte. Dabei handelt es sich um eine Methode zum Nachweis von Substanzen in sehr geringen Konzentrationen. Einsatzgebiete sind die Natur- und Umweltwissenschaften, die Archäologie, die Qualitätskontrollen von Lebensmitteln und Werkstoffen sowie die Epidemiologie und die Forensik.

Der Betrieb dieses Schulungsreaktors wurde im Laufe von 2013 eingestellt, da das Departement Physik in den nächsten Jahren in ein neues Gebäude umziehen soll und das Verlegen des Reaktors ausgeschlossen ist. Erhalten bleibt jedoch die Infrastruktur zur Strahlungsmessung, so dass Strahlenschutzschulen weiterhin dort tätig sein können.

Universität Bern

Das 1993 an der Universität Bern geschaffene Radiochemiezentrum stellt ein gesamtschweizerisches Lehrangebot in Radiochemie sicher. Getragen wird es vom Bund (via PSI) und vom Kanton Bern. Radiochemische Forschung umfasst die chemische Untersuchung seltener radioaktiver Elemente und die Anwendung radioaktiver Stoffe zur Nachverfolgung von chemischen Reaktionsabläufen in der Umwelt. Die Radiochemie hilft auch mit bei der Entwicklung neuer Diagnostik- und Therapieformen in der Nuklearmedizin. Mit zukunftsweisenden Projekten im Rahmen der Entwicklung der Reaktorsysteme der vierten Generation eröffnen sich weitere attraktive Perspektiven in dieser Fachdisziplin.



Radiochemische Labors am Berner Inselspital. (Bild: Nuklearforum Schweiz)

Universität Lausanne

Beurteilung des Angebots der kantonalen Universitäten

Anfangs 2012 ist auf dem Campus des Berner Inselspitals (Universitätsspital) das neue Isotopen-Haus der Inselspital-Tochter SWAN Isotopen AG eröffnet worden. Die Anlagen umfassen ein Zyklotron (Teilchenbeschleuniger), radiopharmazeutische Labors und eine moderne nuklearmedizinische Bettenstation. Nachts werden im Zyklotron auf kommerzieller Basis Radioisotope zur Erkennung von Tumorgewebe hergestellt und anschliessend Patienten behandelt. Tagsüber steht die Anlage der Forschung zur Verfügung. Die Universität Bern ist im Isotopenhaus eingemietet und betreibt dort ein Labor zur Herstellung neuartiger Radiopharmaka für klinische Studien.

Das Institut universitaire de radiophysique (IRA) ist dem Waadtländer Universitätsspital CHUV angegliedert. Schwerpunkt der Lehre ist die Strahlenschutz Ausbildung für die gesamte Romandie. Eingebunden sind weitere Arbeitsgebiete wie die Basis-messung von Radioaktivität (Dosimetrie) im Auftrag des Bundesamts für Metrologie und die Überwachung der Umweltradioaktivität im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit.

Mit der Stilllegung des Schulungsreaktors in Basel verliert die Reaktorschule des PSI die bisherige Infrastruktur für die praktische Zusatzausbildung für Anlagen- und Reaktor-operateure in der Schweiz (siehe S. 10). Eine weitere bedeutende Lücke im universitären Angebot ist die Strahlenbiologie (Auswirkungen der Strahlung radioaktiver Substanzen auf Menschen, Tiere und Pflanzen). Auf diesem Gebiet gibt es in der Schweiz gegenwärtig keinen Lehrstuhl.

Angebot in Lehre und Forschung an den Fachhochschulen

Im Fachhochschulbereich befassen sich traditionell mehrere Ingenieurschulen mit Themen, die für den Schweizer Kernenergiesektor von Bedeutung sind, auch wenn sie nicht ausdrücklich nuklear ausgerichtet sind.

Hochschule für Technik der FH Nordwestschweiz

Das einzige spezifische Angebot in der Schweiz im Bereich der Kerntechnik findet sich heute an der Hochschule für Technik der Fachhochschule Nordwestschweiz in Brugg-Windisch. Im Rahmen des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau wird in der Vertiefungsrichtung Energietechnik ein Modul mit Kerntechnik angeboten. Die Vertiefungsrichtung vermittelt die Grundlagen für Ingenieure, die in der Energietechnik tätig sein wollen und ist nicht spezifisch auf Berufe in Kernkraftwerken ausgerichtet. FH-Ingenieure in Kernkraftwerken absolvieren eine nukleartechnische Zusatzausbildung im Rahmen der Reaktorschule des PSI.

Gegenwärtig besuchen etwa 20 Studierende die Vertiefung Energietechnik. Das Modul «Energie- und Kerntechnik» wird von etwa 30 Studierenden des Maschinenbaus besucht.

Beurteilung des Angebots der Fachhochschulen

Im Hinblick auf den künftigen Bedarf an FH-Ingenieuren ist es ratsam, die Motivation für die Kerntechnik über ein attraktives Studienprogramm zu erhalten und allenfalls die Lektorenzahl in Brugg-Windisch sogar auszubauen. Umgekehrt stehen die Kernkraftwerke in der Verantwortung, FH-Studierenden eine ausreichende Anzahl an Praktikumsplätzen und Masterprojekten zu offerieren, um den Stärken der Fachhochschulen – die praxisnahe Ausbildung – entgegenzukommen.

Angebote der Technikerschulen

Vorbereitungskurse des VSE

Der Verband der Schweizerischen Elektrizitätsunternehmen (VSE) organisiert und führt in Zusammenarbeit mit den Kernkraftwerken Vorbereitungskurse für die Berufsprüfung «Anlagenoperator mit eidgenössischem Fachausweis» durch. Der VSE als Trägerschaft und seine Prüfungskommission sind vom Bund beauftragt, die Berufsprüfung abzunehmen. Die mehrwöchige Ausbildung beinhaltet theoretische Fächer wie Kernphysik, Thermodynamik, Maschinentechnik und praktische Fächer wie Arbeitsschutz, Brandschutz und Strahlenschutz.

Der Anlagenoperator sorgt für den sicheren Betrieb der KKW-Anlage. Er kontrolliert in regelmässigen Intervallen die technischen Komponenten, leistet Reparatur- und Wartungsarbeiten und rapportiert den Reaktoroperatoren im Kommandoraum. Die Ausbildung zum Anlagenoperator geht der Ausbildung zum Reaktoroperator (siehe nächster Abschnitt) voraus.

Reaktorschule des PSI



Gut eingeführt:
Reaktorschule am PSI
(Bild: PSI)

Das PSI bietet gut eingeführte Ausbildungseinheiten im Rahmen der Reaktorschule an, einer höheren Fachschule für Technik mit einem eidgenössisch anerkannten Abschluss. Ihr hauptsächliches Tätigkeitsfeld ist die kerntechnische Grundausbildung von zulassungspflichtigem Betriebspersonal von Kernkraftwerken, insbesondere der Reaktoroperatoren. Des Weiteren wird ein Kompaktkurs für Ingenieure FH und ETH durchgeführt, die die Zulassung als Pikettingenieur erwerben wollen (S. 5). In diesen Lehrgängen wird das Wissen vermittelt, um Prüfungen im Rahmen der Zulassung abzulegen. Diese Lehrgänge enthielten bisher auch praktische Arbeiten am Schulungsreaktor der Universität Basel, am Forschungsreaktor der ETH Lausanne und am schuleigenen Kompaktsimulator. Für den bisherigen Ausbildungsteil am Basler Reaktor (S. 8) wird eine Alternative im Ausland gesucht.

Schliesslich gibt es an der Reaktorschule einen Einführungskurs Kerntechnik. Er richtet sich an nicht-zulassungspflichtiges Kernkraftwerkspersonal gemäss einer Richtlinie des ENSI. Der Kurs ist offen für alle Interessenten. Voraussetzung ist eine Ausbildung im technischen Bereich.

Strahlenschutzschulen

Die Schule für Strahlenschutz des PSI richtet sich an alle Berufsgruppen und Personen, die ionisierende Strahlen oder radioaktive Quellen bei ihrer Arbeit einsetzen. Die Kurse sind vom BAG und vom ENSI anerkannt. Auch die private Strahlenschutzschule SafPro in Basel bietet vom BAG anerkannte Lehrgänge an. Allerdings gilt die Lizenz nur für den medizinischen Laborbereich. Das Institut universitaire de radio-physique appliquée der Universität Lausanne führt die Strahlenschutz Ausbildung für die Romandie durch.

Beurteilung des Angebots

Für Schweizer Reaktoroperatoren, die sich in Ausbildung befinden, ist mit der Reaktorschule und der Strahlenschutzschule ein umfassendes Ausbildungsangebot vorhanden.

Die Zusammenarbeit zwischen Nuklearindustrie und Behörden ist etabliert. So bieten die Schulen die für die Industrie notwendigen und gleichzeitig von den Behörden geforderten Unterrichtsinhalte an. Es besteht daher kein weiterer Handlungsbedarf. Das Angebot der Schulen ist flexibel und richtet sich nach der Nachfrage.

Europäische Lehre und Forschung

Lehre

European Nuclear Education Network Association (ENEN)

Ziel der ENEN ist die Qualitätssicherung von Lehre und Ausbildung durch Konvergenz der europäischen akademischen Studiengänge auf dem Gebiet der Kernspaltung [12]. Mittel dazu sind die Harmonisierung der Masterstudiengänge und die Förderung von Doktoratsstudien auf europäischer Ebene. Im Rahmen von ENEN werden verschiedene weiterführende Studiengänge und Kurse angeboten und ECTS-Punkte vergeben. Die Schweiz ist in der ENEN durch die ETH Lausanne und die ETH Zürich vertreten.

2005 schuf ENEN den «European Master of Science in Nuclear Engineering» (EMSNE), bei dem die Studierenden an mehreren Universitäten und Forschungsinstituten studieren können bei Anerkennung der Ausbildungsmodule als Teil eines festen Studienprogramms.

Beurteilung des europäischen Lehrangebots

Die Weiterbildungsangebote auf europäischer Ebene sind vielfältig und als Ergänzung zum nationalen Angebot willkommen.

Forschung

EU-Forschungsplattform für nachhaltige Kernspaltung

Im September 2007 hat die EU/Euratom zur fokussierten Förderung der nuklearen F&E die «Sustainable Nuclear Energy Technology Platform» (SNE-TP) eingerichtet [7]. Die Forschungsthemen dieser Technologieplattform umfassen drei zentrale Aktivitäten:

- Die weitere Optimierung der heutigen Kernkraftwerke (Generationen II und III) und insbesondere die Weiterentwicklung ihrer sicherheitstechnischen Robustheit bei extremen Einwirkungen von aussen (Nuclear Generation II & III Association, NUGENIA).
- Die Entwicklung fortgeschrittener Technologien zur Ressourcenschonung und Minimierung der radioaktiven Abfälle (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative, ESNII). Dazu gehört die Inbetriebnahme des natriumgekühlten Schnellen Brütters ASTRID und des beschleunigergetriebenen Vielzweck-Forschungsreaktors MYRRHA noch vor 2025. Parallel dazu sollen die Forschungsarbeiten am bleigekühlten Schnellen Brüter ALFRED und am gasgekühlten Schnellen Brüter ALLEGRO vorangetrieben werden.
- Die Entwicklung eines Hochtemperaturreaktors (HTR), mit dem neben Strom auch Prozesswärme und Wasserstoff produziert werden könnten (Nuclear Cogeneration Industrial Initiative, NC2I TF).

Am 7. Oktober 2009 hat die EU-Kommission ihre Vorschläge zur Umsetzung des «Strategic Energy Technology Plan» (SET-Plan) vorgelegt. Mit diesem Plan will sie im Rahmen der Forschungsförderungsprogramme die Entwicklung CO₂-armer Energietechnologien beschleunigen, unter anderem durch die Entwicklung nachhaltiger Reaktorsysteme. Die EU-Kommission rechnet in diesem Jahrzehnt mit einem zusätzlichen Forschungs- und Entwicklungsbedarf von insgesamt EUR 50 Mrd., was die Verdreifachung der jährlich von der EU investierten Mittel bedeutet. Davon möchte die Kommission EUR 7 Mrd. für die nachhaltige Kernspaltung reservieren. Über Euratom sind die EU-Länder auch mit dem «Generation IV International Forum» (GIF) verbunden.

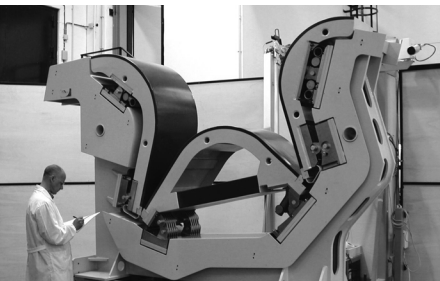
Euratom

Die Schweiz betreibt seit über fünfzig Jahren eine Forschungsk Kooperation mit der Europäischen Atomgemeinschaft Euratom [13]. Von 1978 bis 2004 stand dabei aufgrund eines bilateralen Abkommens die Entwicklung der Kernfusion im Vordergrund. Seit 2004 beteiligt sich die Schweiz – als ein an den Europäischen Rahmenprogrammen assoziierter Staat – auch an den Euratom-Forschungs- und Trainingsprogrammen.

Für die Jahre 2012 und 2013 hat der Bundesrat einen aufgrund des nationalen Bruttoinlandsprodukts berechneten Schweizer Beitrag in der Höhe von CHF 100 Mio. genehmigt. In der Herbstsession 2013 haben die Eidgenössischen Räte mit deutlichen Mehrheiten beschlossen, dass die Schweiz weiterhin an den Forschungs- und Innovationsprogrammen der EU («Horizon 2020») teilnehmen sollen und dem Bundesrat grünes Licht für die entsprechenden Verhandlungen mit Brüssel gegeben. Anträge, die Beteiligung an Euratom – einem Bestandteil von «Horizon 2020» – nur bis 2018 statt bis 2020 sicherzustellen, wurden abgelehnt.

Im Dezember 2011 hat die EU das 7. Euratom-Programm um zwei Jahre verlängert, um die Lücke zum siebenjährigen EU-Forschungsrahmenprogramm (2007–2013) zu schliessen. Das Budget für die beiden Jahre 2012 und 2013 umfasst gut EUR 2,5 Mrd., wobei der Schwerpunkt auf dem Bau des Internationalen Thermo-nuklearen Experimentalreaktors (ITER) im südfranzösischen Cadarache liegt. Für Forschungsprojekte im Bereich der Kernspaltung (einschliesslich Strahlenschutz) wurden EUR 118 Mio. bereitgestellt. Die Nuklearforschungsarbeiten der Gemeinsamen Forschungsstelle der EU-Kommission und ihre Arbeiten zur Gewährleistung der kerntechnischen Sicherheit werden mit EUR 233 Mio. unterstützt.

Fusionsreaktor ITER



ITER-Komponente im Test in Finnland.
(Bild: ITER Organization)

Am Bau von ITER [6] sind China, Indien, Japan, Russland, Südkorea, die USA und die EU beteiligt, wobei die Europäer vier Elftel des auf CHF 20 Mrd. geschätzten Kostenrahmens tragen. In Europa wird die Fusionsforschung über ein koordiniertes Programm durchgeführt, an dem die meisten EU-Mitgliedsländer und über Euratom auch die Schweiz beteiligt sind.

Vor dem Hintergrund von Bau und anschliessendem Betrieb von ITER zeigt sich, dass in Europa die Zahl der Fusionsspezialisten im Abnehmen begriffen ist. Inzwischen gibt es zwei Förderprogramme im Rahmen des European Fusion Development Agreements (EFDA). ITER ist jedoch ein weltweites Projekt und kann weltweit rekrutieren. Insbesondere in Süd- und Ostasien gibt es – dank der intensiven dortigen Kernkraftwerks-Bauprogramme – viele geeignete Fachkräfte.

Beurteilung der Forschung auf europäischer Ebene

In der EU ist die Kernenergie Teil des Portfolios für die künftige Stromversorgung und die Forschung auf diesem Gebiet wird verstärkt. Die mit dem europäischen Forschungsraum eng vernetzte Schweiz kann von diesen zukunftsgerichteten Aktivitäten profitieren.

Forschungsfinanzierung in der Schweiz

Die Fördermittel des Bundes verteilen sich auf den ETH-Rat, den Schweizer Nationalfonds (SNF), die Kommission für Technologie und Innovation (KTI), das Bundesamt für Energie (BfE), das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) und das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI). Die Summe der Fördermittel aus diesen Quellen betrug in 2011 schätzungsweise CHF 23 Mio. für Kernfusion und CHF 27 Mio. für die Kernspaltung. Die Entwicklung der vergangenen Jahre ist in den Abb. 1 und 2 festgehalten [14].

Der Bund investiert darüber hinaus in das Euratom Programm. In 2012 waren dies in der Grössenordnung CHF 35 Mio. in die Fusion und CHF 8 Mio. in die Kernspaltung. Diese Gelder fliessen zunächst an die Europäische Kommission. Schweizer Forscher profitieren indirekt von diesen Geldern, indem sie sich mit qualitativ hochwertigen Forschungsprojekten bewerben. Dies war in der Vergangenheit sehr erfolgreich und mit einem guten Rückfluss der Fördergelder in die Schweiz verbunden.

Neben dem Bund tritt die Industrie als wichtiger Partner in der Forschungsfinanzierung auf. In 2012 investierten die Kernkraftwerke und die Nagra über 22 Mio. CHF in die Forschung für den sicheren, zuverlässigen und wirtschaftlichen Betrieb der Kernkraftwerke sowie für Stilllegung, Rückbau und Entsorgung.

Kernspaltung

Das Paul Scherrer Institut in Würenlingen ist das massgebliche Kompetenzzentrum der Schweiz für Forschung im Bereich der Kernspaltung. Der Bereich Nukleare Energie und Sicherheit (NES) des PSI verfügt über einen Anteil von 14 % des Gesamtbudgets des PSI, was in 2012 einer Summe von CHF 47,2 Mio. entspricht.

Kernfusion

Im Bereich der Kernfusion geht der weitaus grösste Teil der öffentlichen Mittel an die ETH Lausanne (2009: 22,8 Mio.) an das Centre de Recherches en Physique des Plasmas (CRPP). Das Labor beteiligt sich am European Fusion Research Programme (Bau von ITER) und betreibt einen eigenen Tokamak-Versuchsreaktor.

Abb. 1

Aufwendungen der öffentlichen Hand für die Energieforschung

inkl. Pilot- und Demonstrationsprojekte; Werte nicht teuerungskorrigiert

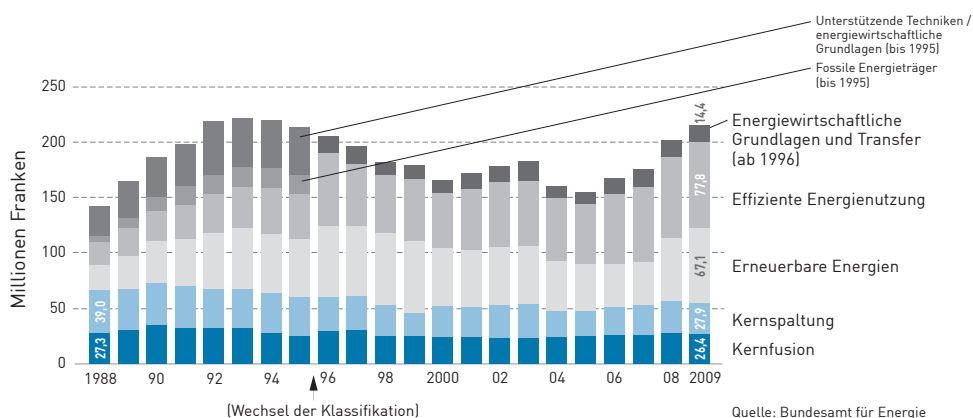
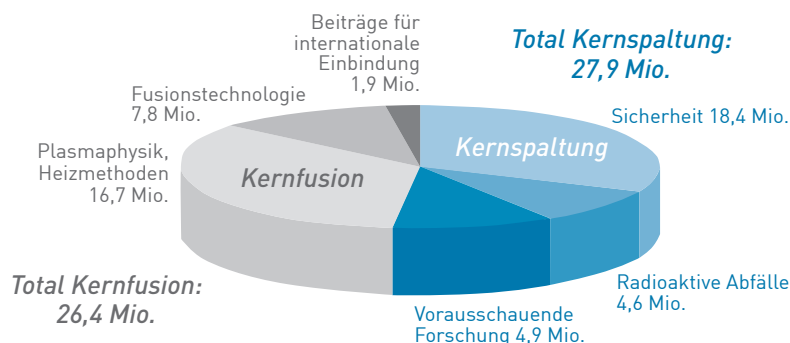


Abb. 2

Öffentliche Mittel für die Kernenergieforschung im Jahr 2009

(in Schweizer Franken)



Quelle: Bundesamt für Energie, Projektliste der Energieforschung des Bundes 2008/2009

Beurteilung der Forschungsfinanzierung

Kernspaltung:

In diesem Bereich wird die Forschung heute zu 60 % vom Staat und 40 % von der Wirtschaft getragen. Dieser Verteilschlüssel erscheint vernünftig und sollte beibehalten werden. Aus Sicht der Industrie ist es wichtig, dass es an den staatlichen Forschungsinstitutionen der Schweiz «honest brokers» gibt, die von der Öffentlichkeit als unabhängige Experten anerkannt werden.

Zu hinterfragen ist daher die von der Politik geförderte Tendenz, die Finanzierung von Forschung und auch der Lehre immer mehr der Wirtschaft zu übertragen, um so die Staatskasse zu schonen. Immerhin handelt es sich bei der Grundlagenforschung und bei der Lehre um klassische Staatsaufgaben.

Kernfusion:

Ein Merkmal des europäischen Fusionsprogramms ist der ständige Wissensaustausch zwischen Hochschulforschung und Industrie. Die Industrie der beteiligten Länder – und damit auch der Schweiz – profitiert dabei nicht nur von Aufträgen beim Bau von ITER. Das Programm stimuliert auch die Entwicklung von Spitzentechnologien (z.B. Robotik) und neuartigen Materialien, die in breiten kommerziellen Bereichen zum Einsatz kommen können – von der Medizin über die allgemeine Energietechnik und die Raumfahrt bis hin zur Abfallwirtschaft.

Bedarf an Hochschulabsolventen für den Weiterbetrieb der Kernkraftwerke

Nachwuchssituation in den Kernkraftwerken

Die Belegschaft für den Betrieb eines Kernkraftwerks besteht zu rund 80 % aus Personen mit einer Berufslehre oder Weiterbildungen bis zur höheren Fachprüfung. Die technischen Mitarbeiter werden, wo nötig, gezielt im nuklearen Bereich weitergebildet. Zu diesem Zweck finanzieren die Kernkraftwerksbetreiber die Reaktorschule am PSI (S. 10).

Rund 20 % des Kernkraftwerkspersonals sind Hochschulabsolventen. Davon verfügen etwa zwei Drittel über einen Fachhochschulabschluss und ein Drittel über einen universitären Hochschulabschluss (Naturwissenschaftler, Ingenieure ETH). Von ihnen hat ein Teil eine nukleartechnische Grundausbildung absolviert.

Bisher ist es den Kernkraftwerken immer gelungen, auf allen Qualifikationsstufen die benötigten Fachleute zu rekrutieren. Die Rekrutierung erfolgt je nach Funktion und Ausbildung auch im Ausland.

Bedarfserhebung 2009

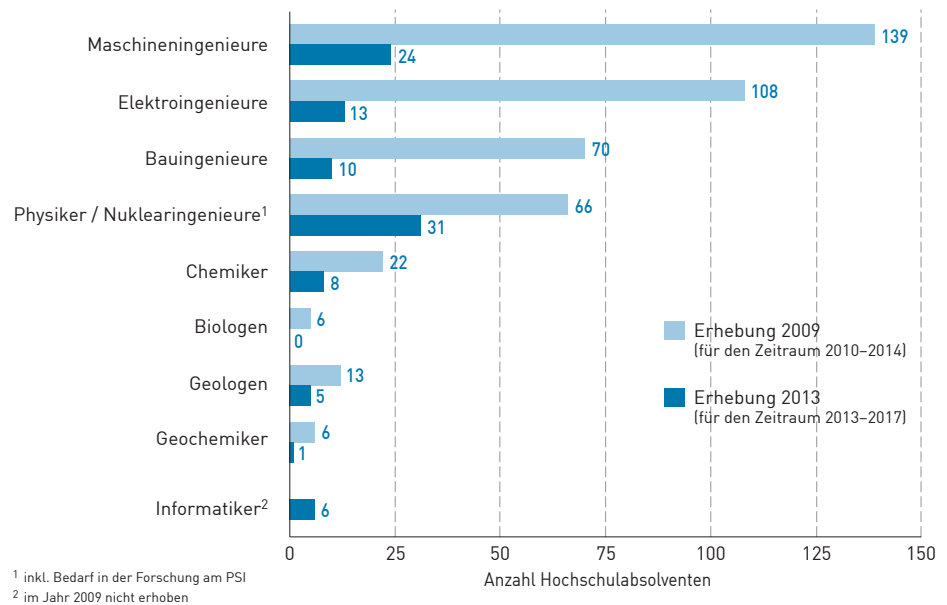
Im Sommer 2009 haben swissnuclear und das Nuklearforum Schweiz erstmals den Bedarf an hochqualifiziertem Personal in der Kernenergiebranche erhoben. Dazu wurde eine Umfrage bei den Kernkraftwerken, den Planungsgesellschaften, bei Zwiilag, Nagra, ENSI und PSI durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass der Rekrutierungsbedarf hoch war, denn die Stromwirtschaft hatte Rahmenbewilligungsgesuche für den Bau von drei Kernkraftwerken eingereicht und blickte mit Zuversicht auf langfristige Investitionen in die Kernenergie in der Schweiz.

Als Folge der politischen Kehrtwende des Bundesrats nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima hat sich die Bedarfssituation fundamental verändert. Die Rahmenbewilligungsgesuche sind sistiert. Die Planungsgesellschaft Resun für die neuen Kraftwerke wurde aufgelöst.

Bedarfserhebung 2013

Eine erneute Bedarfsumfrage wurde im Frühjahr 2013 durchgeführt. Es wurden dieselben Unternehmen und Institutionen angefragt wie in 2009 (allerdings ohne die Planungsgesellschaften). Das Ergebnis der Bedarfserhebung ist in Abb. 3 wiedergegeben.

Abb. 3

Rekrutierungsbedarf von ETH/Uni/FH-Absolventen für die kommenden fünf Jahre

Quelle: swissnuclear/Nuklearforum Schweiz, Erhebungen 2009 und 2013

Der Vergleich mit den Erhebungsdaten aus dem Jahr 2009 zeigt die Trendwende, die sich aus dem Entscheid des Bundesrats ergeben hat, schrittweise aus der Kernenergie auszustiegen.

Die neuen Zahlen spiegeln den Bedarf wieder, den die Unternehmen im Routinebetrieb haben, um Personalfuktuationen auszugleichen. Der Bedarf von 31 Physikern bzw. Nuklearingenieuren ist mit einem Anteil von gut zwei Dritteln dem Paul Scherrer Institut (Forschungsbereich NES) zuzuordnen. Die Geologen und Geochemiker werden bei Nagra und ENSI gebraucht. Die Informatiker werden im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Leittechnik in den Werken angestellt.

Beurteilung der Nachwuchssituation**Nuklearingenieure**

Mit der Schaffung des gemeinsamen Studiengangs «Master of Science in Nuclear Engineering» an der ETH Zürich und der EPF Lausanne lässt sich der künftige Bedarf der Schweiz an Nuklearingenieuren grundsätzlich decken. Die Zahl der Absolventen bewegt sich mit rund einem Dutzend Studierenden klar im Rahmen des inländischen Bedarfs. Allerdings kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle Absolventen in den schweizerischen Arbeitsmarkt eintreten, nicht zuletzt wegen der Sprachhürden für Ausländer (das Masterstudium wird auf Englisch durchgeführt;

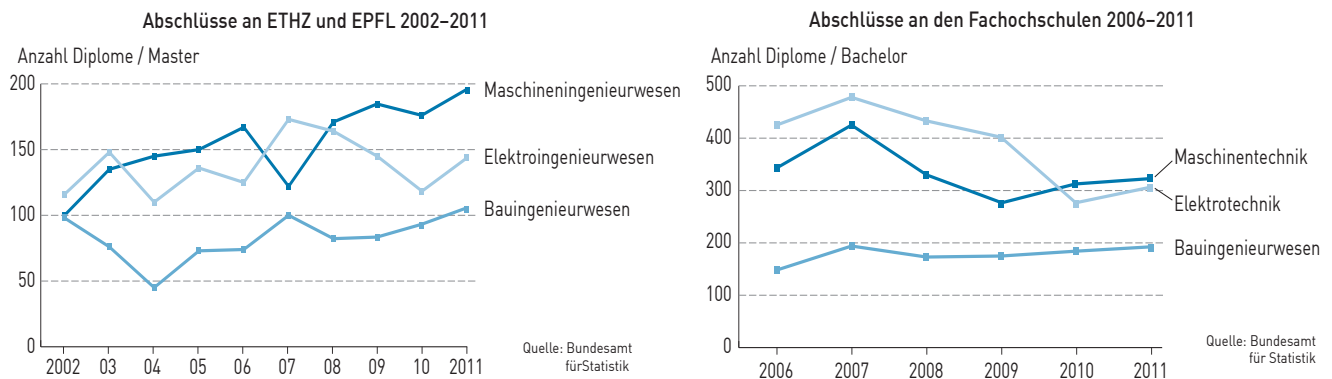
siehe S. 5). Zudem wird nicht jeder Absolvent mit Nuklearausbildung im Nuklearsektor beruflich tätig werden. Daher rekrutieren die Schweizer Kernkraftwerke weiterhin auch Spezialisten aus dem Ausland.

Die Schweizer Industrie ist aufgerufen, den Einstieg von jungen Hochschulabsolventen in die Berufswelt zu begünstigen. Die ETH sind aufgerufen, die Anstrengungen von Studierenden, die sich sprachlich integrieren möchten, zu fördern.

Maschinen-, Elektro- und Bauingenieure

Die Nachwuchssituation ist in der Schweiz bei allen Fachrichtungen von Ingenieuren angespannt. Die Zahl der Ingenieurabschlüsse an den beiden ETH zeigte in den letzten Jahren bei erheblichen Schwankungen einen leichten Aufwärtstrend, im Gegensatz zu den Abschlüssen an den Fachhochschulen (Abb. 4). Die Nuklearbranche steht hier vor der gleichen Herausforderung wie jeder andere Industriezweig auch.

Abb. 4 Studienabschlüsse von Ingenieuren in der Schweiz



Wie bei den Nuklearingenieuren kann auch hier davon ausgegangen werden, dass die Schweiz in den kommenden Jahren auf die Rekrutierung von Maschinen-, Elektro- und Bauingenieuren im Ausland angewiesen sein wird. Dies ist nicht unbedingt ein Nachteil, da der internationale Austausch von Fachspezialisten an sich erwünscht ist.

Arbeitskräfte aus dem Ausland

Grundsätzlich besteht immer die Möglichkeit, Ingenieure und akademische Nuklearspezialisten im Ausland zu rekrutieren. Die praktischen Erfahrungen in den Kernkraftwerken wie auch bei den Aufsichtsbehörden zeigen jedoch, dass die komplexen Aufgaben in der Welt der Kernenergie nur dann effizient erledigt werden können, wenn neben der Fachkompetenz und guten Sprachkenntnissen auch die Arbeitskultur und die Denkweisen zusammenpassen.

Daraus ergibt sich die Konsequenz, dass auch in Zukunft eine Mindestzahl von Ingenieuren und Nuklearspezialisten in der Schweiz ausgebildet werden muss. Ihre Nationalität spielt dabei keine Rolle; entscheidend ist, dass sie in der Schweiz studiert und gearbeitet haben.

Referenzen

- [1] VGB Power Tech: Stromerzeugung, Zahlen und Fakten 2012/2013
 - [2] European Commission: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy. Green Paper of 8 March 2006.
 - [3] Grundsatzerklärung von Günther Oettinger am 19. Mai 2011 anlässlich des 6th European Nuclear Energy Forums in Prag
 - [4] Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften, www.satw.ch/publikationen/schriften/stromversorgung/index
 - [5] Generation IV International Forum, www.gen-4.org
 - [6] ITER Organisation, www.iter.org
 - [7] EU Sustainable Nuclear Energy Technology Platform, www.snetp.eu
 - [8] PSI, ETHZ, EPFL, EMPA: Energieforschung im ETH-Bereich. Zusammenfassung für Entscheidungsträger. PSI, Mai 2005.
 - [9] Energy Science Center, www.esc.ethz.ch/publications/energy/energy/Energiestrategie.pdf
 - [10] Energy Science Center, www.esc.ethz.ch/publications/Energiezukunft_Schweiz_2011_11.pdf
 - [11] Studiengang «Master of Science in Nuclear Engineering», www.master-nuclear.ch
 - [12] European Nuclear Education Network Association, www.enen-assoc.org
 - [13] The European Atomic Energy Community (EURATOM), www.euratom.org
 - [14] Bundesamt für Energie: Projektliste der Energieforschung des Bundes 2008/2009. Bern, Mai 2011.
-