



Brüssel, den 4.4.2016
COM(2016) 177 final

MITTEILUNG DER KOMMISSION

Hinweisendes Nuklearprogramm

**Vorlage gemäß Artikel 40 des Euratom-Vertrags zur Stellungnahme durch den
Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss
{SWD(2016) 102 final}**

1. EINFÜHRUNG

Diese Mitteilung über ein Hinweisendes Nuklearprogramm (PINC), die auf einer Verpflichtung nach Artikel 40 des Euratom-Vertrags beruht, gibt einen Überblick über die Investitionen in der EU im Zusammenhang mit allen Phasen des Lebenszyklus kerntechnischer Anlagen. Es handelt sich um die erste derartige Mitteilung der Kommission nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011.

Die Kernenergie ist in der Hälfte der EU-Mitgliedstaaten Teil des Energiemix. In diesen Ländern übernimmt sie eine Rolle bei der Sicherung der Stromversorgung. Vor diesem Hintergrund wird in der Strategie der Energieunion¹ und der Strategie für eine sichere europäische Energieversorgung² hervorgehoben, dass die Mitgliedstaaten die höchsten Standards für die technische Sicherheit, die Sicherungsmaßnahmen, die Entsorgung von Abfällen und die Nichtverbreitung von Kernmaterial anwenden und ihre Versorgung mit Kernbrennstoffen diversifizieren müssen. Dies wird zur Verwirklichung der Ziele der Klima- und Energiepolitik bis 2030 beitragen.

Mit Anteilen an der Stromerzeugung von jeweils 27 % für die Kernenergie und für erneuerbare Quellen³ ist die EU derzeit eine der drei großen Volkswirtschaften⁴, die mehr als die Hälfte ihres Stroms ohne Treibhausgasemissionen erzeugen.

Das PINC liefert die Grundlage für die Erörterung der Frage, wie die Kernenergie zu den Zielen der EU im Energiebereich beitragen kann. Die nukleare Sicherheit ist weiterhin oberste Priorität der Kommission. Daher behandelt das PINC auch ausdrücklich Investitionen zur Verbesserung der Sicherheit im Anschluss an den Unfall von Fukushima und Investitionen im Zusammenhang mit dem Langzeitbetrieb bestehender Kernkraftwerke. Außerdem wird es aufgrund der Tatsache, dass die Nuklearindustrie der EU in eine neue Phase eintritt, in der die Tätigkeiten am Ende des Lebenszyklus umfangreicher werden, zu einer fundierten Debatte über den damit zusammenhängenden Investitionsbedarf und die Abwicklung der Nuklearverbindlichkeiten beitragen.

Ferner werden in dem Programm Fragen behandelt, die Investitionen in Forschungsreaktoren und den damit verbundenen Brennstoffkreislauf (auch in die Herstellung medizinischer Radioisotope) betreffen.

2. KERNENERGIE

2.1. Jüngste Entwicklungen in der Nuklearpolitik

In 14 Mitgliedstaaten sind 129 Kernreaktoren mit einer Gesamtkapazität von 120 GWe und einem Durchschnittsalter von nahezu 30 Jahren in Betrieb. Neubauten sind in 10 Mitgliedstaaten vorgesehen. In Finnland, Frankreich und der Slowakei sind vier Reaktoren bereits im Bau. Für weitere Projekte in Finnland, Ungarn und dem Vereinigten Königreich läuft das Genehmigungsverfahren, Projekte in anderen Mitgliedstaaten (Bulgarien, Litauen, Polen, Rumänien und Tschechische Republik) sind in Vorbereitung. Das Vereinigte Königreich hat kürzlich seine Absicht bekannt gegeben, bis 2025 sämtliche Kohlekraftwerke

¹ COM(2015) 80.

² COM(2014) 330.

³ Eurostat, Mai 2015.

⁴ Die anderen sind Brasilien und Kanada.

zu schließen und die fehlenden Kapazitäten vor allem durch neue Gas- und Kernkraftwerke zu ersetzen.

Viele Länder in Europa und in anderen Teilen der Welt werden in den kommenden Jahrzehnten einen Teil ihres Stroms durch Kernenergie erzeugen. Die EU verfügt über den fortschrittlichsten rechtsverbindlichen und durchsetzbaren regionalen Rahmen für die nukleare Sicherheit weltweit, und trotz der unterschiedlichen Auffassungen der Mitgliedstaaten zur Kernkraft erkennen alle an, dass die höchstmöglichen Standards für die sichere und verantwortungsvolle Nutzung der Kernenergie und den Schutz der Bürger vor radioaktiver Strahlung gewährleistet werden müssen.

Seit der Aktualisierung des letzten PINC im Jahr 2008 hat die EU im Nuklearbereich bedeutende Veränderungen zu verzeichnen: sie organisierte nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi umfassende Risiko- und Sicherheitsbewertungen (Stresstests) der Kernkraftwerke in der EU und verabschiedete grundlegende Rechtsvorschriften über die nukleare Sicherheit⁵, die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle⁶ und den Strahlenschutz⁷.

Bei den *Stresstests* wurde zwar festgestellt, dass die Sicherheitsstandards der Kernkraftwerke in der EU, der Schweiz und der Ukraine hoch sind, es wurden jedoch weitere Verbesserungen empfohlen. Die Betreiber kerntechnischer Anlagen setzen diese derzeit im Einklang mit ihren nationalen Aktionsplänen um, die von der Europäischen Gruppe der Regulierungsbehörden für nukleare Sicherheit (ENSREG) bewertet wurden.

Mit der geänderten Richtlinie über nukleare Sicherheit⁵ erreichen die nuklearen Sicherheitsstandards ein noch höheres Niveau. Sie enthält ein klares EU-weites Ziel im Hinblick auf die Verringerung der Unfallgefahr und die Vermeidung umfangreicher Freisetzungen von Radioaktivität. Mit ihr wird ferner ein europäisches Peer-Review-System eingeführt, bei dem spezifische Sicherheitsaspekte im Sechsjahres-Rhythmus überprüft werden. Diese Anforderungen müssen stets berücksichtigt werden, wenn Investitionen in neue kerntechnische Anlagen getätigt werden und – soweit vernünftigerweise durchführbar – wenn bestehende Anlagen modernisiert werden.

Anfang 2015 spielte Euratom eine zentrale Rolle bei der Annahme der „Wiener Erklärung“. Mit dieser Erklärung verpflichten sich die Vertragsparteien des Übereinkommens über nukleare Sicherheit der Internationalen Atomenergie-Organisation, Sicherheitsstandards zu erreichen, die denen der geänderten Richtlinie über nukleare Sicherheit vergleichbar sind. Mit dem Ausbau der Kernenergie weltweit und der wachsenden Zahl der Anbieter ist es wichtig, dafür zu sorgen, dass überall hohe Sicherheitsstandards angewandt werden und dies nicht dadurch in Frage gestellt wird, dass kostengünstigere oder veraltete Technologien eingesetzt werden.

Der EU-Rechtsrahmen verlangt mehr Transparenz und eine stärkere Beteiligung der Öffentlichkeit in nuklearen Fragen sowie eine bessere Zusammenarbeit aller Beteiligten. Alle genannten Richtlinien über nukleare Sicherheit, radioaktive Abfälle und Strahlenschutz enthalten Vorschriften für die Verfügbarkeit von Informationen und die Beteiligung der Öffentlichkeit. Die Zusammenarbeit zwischen den für die nukleare Sicherheit zuständigen Behörden der EU-Mitgliedstaaten ist inzwischen durch die Europäische Gruppe der Regulierungsbehörden für nukleare Sicherheit (ENSREG) gut etabliert. Darüber hinaus wird

⁵ ABl. L 219 vom 25.7.2014, S. 42-52.

⁶ ABl. L 199 vom 2.8.2011, S. 48-56.

⁷ ABl. L 13 vom 17.1.2014, S. 1-73.

die Kommission auch weiterhin den Dialog zwischen den Beteiligten im Rahmen des Europäischen Kernenergieforums fördern.

2.2. EU-Nuklearmarkt und wichtigste Entwicklungen

Der Kernenergiemarkt der EU muss angesichts der potenziellen Auswirkungen der Entwicklungen in anderen Regionen auf die Nuklearindustrie der EU, die globale nukleare Sicherheit, Sicherungsmaßnahmen, Gesundheit und öffentliche Meinung im globalen Kontext analysiert werden. Die Zusammenarbeit mit den Kandidatenländern und Nachbarländern der EU, insbesondere mit der Ukraine, Belarus, der Türkei und Armenien, sollte weiter ausgebaut werden. Stresstests zur nuklearen Sicherheit wurden in der Ukraine bereits durchgeführt, müssen in Armenien 2016 noch abgeschlossen werden und sind in Belarus und der Türkei geplant.

Die Nuklearindustrie der EU ist heute weltweit in allen kerntechnischen Industriesegmenen technisch führend und beschäftigt direkt zwischen 400 000 und 500 000 Personen⁸. Etwa 400 000 weitere Arbeitsplätze werden durch sie unterstützt⁹. Diese Spitzenposition ist auf internationaler Ebene ein wichtiger Vorteil. Der Investitionsbedarf im Zusammenhang mit dem Nuklearbereich wird weltweit auf etwa 3 Billionen EUR bis 2050 veranschlagt¹⁰, wobei die meisten Investitionen in Asien erwartet werden. Die Zahl der Länder, die Kernkraftwerke betreiben, sowie die weltweit installierten Nuklearkapazitäten dürften bis 2040 zunehmen. Allein die installierten Kapazitäten Chinas werden sich wahrscheinlich um 125 GWe erhöhen; dieser Wert liegt über den derzeitigen Kapazitäten der EU (120 GWe), der USA (104 GWe) und Russlands (25 GWe).

Die Kommission rechnet angesichts der Entscheidungen einiger Mitgliedstaaten, die Kernenergie auslaufen zu lassen oder ihren Anteil am Energiemix zu verringern¹¹, in der EU bis 2025 mit einem Rückgang der Kapazitäten zur Erzeugung von Kernenergie. Diese Entwicklung dürfte sich bis 2030 umgekehrt haben, da den Erwartungen zufolge neue Reaktoren an das Netz angeschlossen werden und bei anderen die Lebensdauer verlängert wird. Die Nuklearkapazitäten dürften leicht zunehmen und um das Jahr 2050 zwischen 95 und 105 GWe konstant bleiben¹² (s. Abbildung 1). Da damit zu rechnen ist, dass die Nachfrage nach Strom im gleichen Zeitraum steigen wird, wird der Anteil der Kernenergie in der EU von derzeit 27 % auf etwa 20 % zurückgehen.

Abbildung 1 – Nuklearkapazitäten der EU insgesamt(GWe)

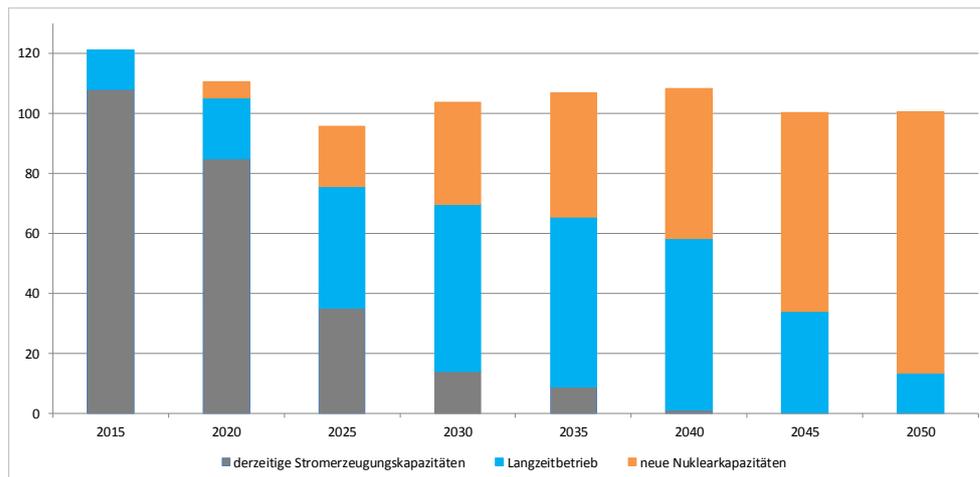
⁸ SWD(2014) 299.

⁹ http://ec.europa.eu/research/energy/euratom/publications/pdf/study2012_synthesis_report.pdf

¹⁰ Quelle: Kernenergie-Agentur (NEA) und Internationale Energieagentur (IEA), 2015 (1 USD = 0,75 EUR).

¹¹ Z. B. die Entscheidung Deutschlands und das neue französische Gesetz für den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung.

¹² Schätzung auf der Grundlage der Analysen der Kommission während der Vorbereitung des Rahmens für die Klima- und Energiepolitik bis 2030. Siehe SWD(2014) 255 und SWD(2014) 15.



Bei der Ersetzung von Kapazitäten bis 2050 wird höchstwahrscheinlich in die fortschrittlichsten Reaktoren wie EPR, AP 1000, WWER 1200, ACR 1000 und ABWR investiert werden.

3. INVESTITIONEN IM NUKLEARBEREICH BIS 2050

Für den Umbau des Energiesystems im Einklang mit der Strategie für die Energieunion werden erhebliche Investitionen erforderlich sein. Zwischen 2015 und 2050 wird die EU zwischen 3,2 und 4,2 Billionen EUR in ihre Energieversorgung investieren müssen¹³.

Nach Artikel 41 des Euratom-Vertrags müssen Investitionsvorhaben im Nuklearbereich der Kommission gemeldet werden. Seit 2008 wurden insgesamt 48 Vorhaben gemeldet. Neun Projekte betrafen Anlagen für Tätigkeiten, die dem Kernbrennstoffkreislauf vorgeschaltet sind, 20 wesentliche Änderungen oder Modernisierungen in Kernkraftwerken im Zusammenhang mit dem Langzeitbetrieb oder Verbesserungen nach dem Unfall von Fukushima, sieben neue kommerzielle Reaktoren oder Forschungsreaktoren und 12 Anlagen am Ende des Brennstoffkreislaufs. Zu allen Vorhaben gab die Kommission eine nicht verbindliche Stellungnahme mit Anmerkungen und/oder Vorschlägen für Verbesserungen ab, denen die Mitgliedstaaten bei der Genehmigung der Vorhaben Rechnung tragen sollten. Besonderes Augenmerk galt der nuklearen Sicherheit, der Abfallentsorgung, den Sicherheitsmaßnahmen und der Versorgungssicherheit.

Die Kommission wird noch in diesem Jahr einen Vorschlag für eine Aktualisierung und bessere Definition der Anforderungen an diese Meldungen vorlegen. Zusammen mit der Empfehlung für die Anwendung des Artikels 103 des Euratom-Vertrags wird die Kommission dadurch besser in der Lage sein, dafür zu sorgen, dass neue Investitionen und bilaterale Kernenergie-Abkommen mit Drittländern mit dem Euratom-Vertrag vereinbar sind und die jüngsten Versorgungssicherheitserwägungen berücksichtigen.

3.1. Investitionen in dem Kernbrennstoffkreislauf vorgeschaltete Tätigkeiten

¹³ SWD(2014) 255. Hierzu gehören Investitionen in das Stromnetz, in Kraftwerke (Strom, KWK) und Dampferzeuger. Alle Zahlen in dieser Mitteilung sind in konstanten Werten ausgedrückt, sofern nicht anders angegeben.

Der Prozess der Brennstoffherstellung umfasst verschiedene Phasen, die von der Exploration und dem Abbau von Uranerzen bis zur Herstellung der Brennelemente reichen.

In der EU findet Uranbergbau nur in begrenztem Umfang statt, weltweit existieren jedoch umfangreiche Uranressourcen. Europäische Unternehmen gehören zu den weltweit größten Herstellern von Kernbrennstoffen.

Die EU-Nachfrage nach Natururan macht etwa ein Drittel der weltweiten Nachfrage aus. Die Lieferanten stammen aus unterschiedlichen Ländern. Kasachstan (27 %) war 2014 der Hauptlieferant, gefolgt von Russland (18 %) und Niger (15 %). Aus Australien und Kanada wurden 14 % bzw. 13 % des Natururans eingeführt.

Im Einklang mit der Strategie für eine sichere europäische Energieversorgung ergreift die Kommission Maßnahmen zur Gewährleistung eines gut funktionierenden Binnenmarkts für Kernbrennstoffe und zur weiteren Stärkung der Versorgungssicherheit. Die Euratom-Versorgungsagentur (ESA) beurteilt diese Aspekte fortlaufend in ihren Beschlüssen über Lieferverträge, wobei sie besonders auf Neubauprojekte achtet.

Einige Unternehmen machen integrierte Angebote für Dienstleistungen, die den gesamten Kernbrennstoffkreislauf umfassen. Die Kommission wird jedoch sicherstellen, dass dies andere Unternehmen, die in einem einzelnen Segment des Kernbrennstoffkreislaufs tätig sind, nicht behindert, da dadurch der Wettbewerb eingeschränkt würde.

In der Vergangenheit wurden größere Investitionen in Umwandlungs- und Anreicherungsanlagen getätigt. In den kommenden Jahren wird der Schwerpunkt auf deren Modernisierung liegen, damit die EU ihre technologische Führungsposition aufrechterhält. Was die Herstellung von Kernbrennstoffen angeht, könnte mit den Kapazitäten der EU der gesamte EU-Bedarf für Reaktoren westlicher Bauart gedeckt werden, die Entwicklung und Genehmigung von Brennelementen für Reaktoren russischer Bauart würde jedoch einige Jahre erfordern (Voraussetzung hierfür wäre das Vorhandensein eines ausreichend großen Marktes, damit die entsprechenden Investitionen für die Industrie attraktiv sind). Die Kommission wird weiterhin die dem Kernbrennstoffkreislauf vorgeschalteten Tätigkeiten beobachten und alle ihr zur Verfügung stehenden Instrumente zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit in der EU, der Diversifizierung und des globalen Wettbewerbs einsetzen.

3.2. Investitionen und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für neue Kernkraftwerke

Alle Mitgliedstaaten, die Kernkraftwerke betreiben, investieren in die Verbesserung der Sicherheit. Aufgrund des Durchschnittsalters der Kernkraftwerke in der EU sehen sich mehrere Mitgliedstaaten auch mit politischen Entscheidungen über Ersatz oder Langzeitbetrieb ihrer Kernkraftwerke konfrontiert.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, würden ohne Programme für den Langzeitbetrieb etwa 90 % der existierenden Reaktoren bis 2030 stillgelegt und es müssten umfangreiche Kapazitäten ersetzt werden. Beschließt ein Mitgliedstaat, Reaktoren länger zu betreiben, sind eine Genehmigung der nationalen Regulierungsbehörden und eine sicherheitstechnische Nachrüstung der Anlagen erforderlich, damit die Richtlinie über nukleare Sicherheit eingehalten wird. Unabhängig davon, welche Option die Mitgliedstaaten wählen, müssen bis 2050 90 % der vorhandenen Nuklearkapazitäten, die der Stromerzeugung dienen, ersetzt werden.

Sollen die Nuklearkapazitäten in der EU bis 2050 und darüber hinaus in einer Größenordnung zwischen 95 und 105 GWe liegen, wären in den nächsten 35 Jahren weitere Investitionen erforderlich. Um den größten Teil der bestehenden Nuklearkapazitäten zu ersetzen, müssten

zwischen 350 und 450 Mrd. EUR in neue Kraftwerke investiert werden. Da neue Kernkraftwerke für einen Betrieb von mindestens 60 Jahren ausgelegt sind, würden sie bis zum Ende des Jahrhunderts Strom produzieren.

Im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Finanzmitteln für Investitionen in neue Nuklearkapazitäten spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Für die beiden wichtigsten Kostenelemente, die Baukosten (overnight costs)¹⁴ und die Finanzierungskosten, sind die voraussichtliche Bauzeit und der für das Projekt veranschlagte Abzinsungssatz von großer Bedeutung.

In mehreren Mitgliedstaaten werden unterschiedliche Finanzierungsmodelle geprüft bzw. verwendet, z. B. der „Contract for Difference“ (Differenzvertrag)¹⁵, der für das Kernkraftwerk Hinkley Point C im Vereinigten Königreich vorgeschlagen wurde, oder das für das Hanhikivi-Projekt in Finnland erwogene Mankala-Modell¹⁶.

Bei einigen neuartigen Projekten in der EU waren Verzögerungen und Kostenüberschreitungen festzustellen. In Zukunft sollten Projekte, die auf denselben Technologien basieren, jedoch von diesen Erfahrungen sowie von Möglichkeiten zur Kostensenkung profitieren, sofern eine geeignete Strategie entwickelt wird.

Bei dieser Strategie sollte der Schwerpunkt auf der Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Regulierungsbehörden bei der **Genehmigung** neuer Reaktoren sowie auf der Förderung der **Standardisierung** von Reaktorkonzepten durch die Industrie liegen. Dadurch würden neue Kernkraftwerke nicht nur kosteneffizienter, sondern auch sicherer.

Die **Genehmigungsverfahren** fallen zwar in die ausschließliche Zuständigkeit der nationalen Aufsichtsbehörden, bieten jedoch Möglichkeiten für eine verstärkte Zusammenarbeit, z. B. im Vorfeld der Genehmigung oder bei der Auslegungszertifizierung.

Ziel der Zusammenarbeit in Bezug auf die Genehmigungsaufgaben sollte es sein, dafür zu sorgen, dass eine Auslegung, die in einem Land als sicher gilt, nicht wesentlich geändert werden muss, um die Genehmigungsaufgaben in einem anderen Land zu erfüllen. Hierdurch würden Zeit und Kosten gespart. In diesem Bereich plant die Kommission die Anhörung der Europäischen Gruppe der Regulierungsbehörden für nukleare Sicherheit (ENSREG) und des Europäischen Netzes der Organisationen für technische Sicherheit (ETSON).

Was die **Standardisierung** betrifft, so legen alle an Auslegung und Bau von Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Anlagen Beteiligten¹⁷ Bauvorschriften als gemeinsame Referenz zugrunde. Angesichts der Möglichkeit, dass neue Anbieter in Erscheinung treten, und der Notwendigkeit, die Kontrolle über etwaige neue Modelle/Technologien zu behalten, sollte Anbietern und Lieferanten eine stärkere Standardisierung ihrer Komponenten und Vorschriften nahegelegt werden, um Folgendes sicherzustellen: a) eine raschere Auftragsvergabe, b) eine leichtere Vergleichbarkeit sowie transparentere und bessere Sicherheitsstandards, c) bessere Möglichkeiten der

¹⁴ Die Overnight Costs umfassen: Bau, große Ausrüstungen, Steuer- und Regeltechnik, indirekte Kosten und Eigentümerkosten.

¹⁵ Differenzverträge beinhalten eine variable Prämie auf der Grundlage des Marktpreises für Strom.

¹⁶ Vereinbarung, die dem genossenschaftlichen System in anderen europäischen Ländern entspricht. Dieses Modell sieht keine Gewinnspanne vor. Die Aktionäre erhalten einen relativen Anteil des vom Kernkraftwerk produzierten Stroms zum Selbstkostenpreis.

¹⁷ Technologielieferanten, Architekten, Ingenieure, Betreiber sowie Inspektoren und Sicherheitsbehörden.

Technologiekontrolle und des Wissensmanagements. Da der Schwerpunkt auf der optimalen Nutzung der bestehenden Ressourcen liegt sowie auf der gegenseitigen Anerkennung, um zusätzliche Möglichkeiten zu eröffnen, verfolgt die Kommission aufmerksam die Arbeiten des Europäischen Komitees für Normung, um zu ermitteln, welche politischen Lösungen möglicherweise auf EU-Ebene erforderlich sind.

3.3. Investitionen und wirtschaftliche Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der sicherheitstechnischen Nachrüstung und dem Langzeitbetrieb bestehender Kernkraftwerke

Um die nukleare Sicherheit fortlaufend zu verbessern, werden regelmäßig Maßnahmen ergriffen, um die Robustheit der Kernkraftwerke zu erhöhen, insbesondere im Anschluss an Einzelüberprüfungen, regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen oder Peer Reviews wie die EU-Stresstests.

Zahlreiche Betreiber in Europa haben ihre Absicht bekundet, ihre Kernkraftwerke länger zu betreiben, als es nach der ursprünglichen Auslegung vorgesehen war. Im Hinblick auf die nukleare Sicherheit erfordert die Fortführung des Betriebs eines Kernkraftwerks zwei Dinge: den Nachweis der Übereinstimmung des Kraftwerks mit den geltenden rechtlichen Anforderungen und deren Aufrechterhaltung sowie die Verbesserung der Anlagensicherheit.

Auf der Grundlage der von den Mitgliedstaaten übermittelten Informationen werden bis 2050 schätzungsweise 45-50 Mrd. EUR in den Langzeitbetrieb bestehender Reaktoren investiert werden müssen. Die entsprechenden Investitionsvorhaben müssen der Kommission gemäß Artikel 41 des Euratom-Vertrags gemeldet werden, woraufhin diese eine Stellungnahme abgibt.

Je nach Reaktormodell und -alter gehen die nationalen Regulierungsbehörden davon aus, dass sich durch Genehmigungen für den Langzeitbetrieb die Lebensdauer der Kraftwerke durchschnittlich um 10 bis 20 Jahre verlängert.

Versorgungsunternehmen und Regulierungsstellen müssen die Sicherheitsnachweise im Zusammenhang mit diesen Plänen im Einklang mit der geänderten Richtlinie über nukleare Sicherheit erstellen bzw. überprüfen und genehmigen. Die Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Regulierungsbehörden im Rahmen der Genehmigungsverfahren, z. B. durch die Festlegung gemeinsamer Kriterien, wird dazu beitragen, dass hier angemessen und zeitnah vorgegangen wird.

3.4. Intensivierung der Arbeiten am Ende des Brennstoffkreislaufs: Herausforderungen und Chancen

Dem Ende des Brennstoffkreislaufs werden wir immer mehr Aufmerksamkeit schenken müssen. Es wird geschätzt, dass mehr als 50 der 129 derzeit in der EU in Betrieb befindlichen Reaktoren bis zum Jahr 2025 stillgelegt werden. Hier sind eine sorgfältige Planung und eine verstärkte Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten erforderlich. Politisch heikle Entscheidungen in Bezug auf die geologische Endlagerung und die langfristige Entsorgung der radioaktiven Abfälle werden von allen Kernkraftwerke betreibenden Mitgliedstaaten zu treffen sein. Es ist wichtig, dass Maßnahmen und Investitionsentscheidungen in diesem Zusammenhang nicht aufgeschoben werden.

3.4.1. Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

In der Richtlinie über die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle werden rechtsverbindliche Anforderungen für eine sichere und verantwortungsvolle

langfristige Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle festgelegt, um zu vermeiden, dass künftigen Generationen unangemessene Lasten aufgebürdet werden.

Jeder Mitgliedstaat kann weiterhin sein Vorgehen in Bezug auf den Brennstoffkreislauf festlegen. Abgebrannte Brennelemente können entweder als wertvolle, wiederaufbereitbare Ressource oder als unmittelbar für die Endlagerung bestimmter radioaktiver Abfall eingestuft werden. Unabhängig davon, welche Option gewählt wird, sollte die Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle, die bei der Wiederaufarbeitung abgetrennt werden, oder abgebrannter Brennelemente, die als Abfall angesehen werden, Thema sein.

Frankreich und das Vereinigte Königreich betreiben Wiederaufbereitungsanlagen. Das Vereinigte Königreich hat allerdings beschlossen, seine Anlage bis 2018 zu schließen. Eine Reihe von Reaktoren in Deutschland, Frankreich und den Niederlanden setzten 2014 Mischoxid(MOX)-Brennstoff ein.

Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle existieren in den meisten Mitgliedstaaten bereits. Die Betreiber beginnen nun im Anschluss an Forschungsarbeiten mit dem Bau der ersten Endlager in geologischen Formationen für hoch radioaktive abgebrannte Brennelemente und Abfälle. Diese Einrichtungen dürften in Finnland, Schweden und Frankreich zwischen 2020 und 2030 in Betrieb genommen werden. Andere europäische Unternehmen sollten auf diese Kompetenzen zurückgreifen, um die erforderlichen Fähigkeiten und das erforderliche Know-how zu konsolidieren und Geschäftsmöglichkeiten auf internationaler Ebene zu nutzen.

Es gibt Spielraum für eine bessere Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten, unter anderem durch den Austausch empfehlenswerter Praktiken und sogar durch gemeinsame Endlager. Gemeinsame Endlager sind im Rahmen der Richtlinie rechtlich möglich, es sind jedoch noch mehrere Fragen zu klären, insbesondere in Bezug auf die Kommunikation mit und die Schaffung von Akzeptanz in der Öffentlichkeit. Ein weiterer entscheidender Punkt ist festzulegen, wer bei einem multinationalen Konzept letztlich für die Endlagerung der radioaktiven Abfälle verantwortlich ist.

Mitgliedstaaten, die Kernkraftwerke betreiben, nutzen derzeit Abfalllager für eine Dauer zwischen 40 und 100 Jahren. Allerdings ist die Lagerung radioaktiver Abfälle – einschließlich der Langzeitlagerung – eine Übergangslösung und keine Alternative zur Endlagerung.

3.4.2. Stilllegung

Erfahrung mit der Stilllegung von Leistungsreaktoren ist weltweit kaum vorhanden. In Europa waren im Oktober 2015 89 Kernreaktoren endgültig abgeschaltet, aber nur 3 sind bisher vollständig stillgelegt¹⁸ (alle in Deutschland).

Europäische Unternehmen haben die Möglichkeit, in diesem Zusammenhang weltweit führend zu werden, wenn sie die erforderlichen Kompetenzen – einschließlich Maßnahmen zur Förderung der Beteiligung von KMU – innerhalb Europas entwickeln. Die Anwendung der besten Praktiken in den verschiedenen Stadien des Stilllegungsprozesses – z. B. eines stufenweisen Ansatzes, der es ermöglicht, aufsichtsrechtliche Maßnahmen anzupassen, um die radiologischen Risiken während des gesamten Prozesses angemessen widerzuspiegeln – brächte Vorteile in Bezug auf Effizienz und Sicherheit. Die Anwendung der besten Praktiken könnte durch ein europäisches Exzellenzzentrum gefördert werden, das öffentliche und private Akteure zusammenführt, oder auch im Rahmen der Gruppe für Stilllegungsfinanzierung.

¹⁸ D. h. die Standorte wurden aus der aufsichtsrechtlichen Kontrolle entlassen.

3.4.3. Vorschriften für die Finanzierung der Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie der Stilllegung

Mit der Richtlinie über die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle wird anerkannt, dass die Betreiber die volle Verantwortung für die Entsorgung radioaktiver Abfälle von der Erzeugung bis zur Endlagerung tragen. Sie müssen die Finanzmittel ab dem Beginn des Betriebs zweckgebunden ansparen, um das Risiko für die Regierungen, finanziell eingreifen zu müssen, so gering wie möglich zu halten. Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass dieser Grundsatz eingehalten wird, indem sie nationale Programme einführen und aufrechterhalten, die u. a. eine Bewertung der Kosten und die geltende Finanzierungsregelung beinhalten.

Laut den jüngsten von den Mitgliedstaaten übermittelten Angaben¹⁹ veranschlagten im Dezember 2014 die europäischen Betreiber kerntechnischer Anlagen für Stilllegung und Entsorgung radioaktiver Abfälle einen Betrag von 253 Mrd. EUR bis 2050; hiervon sind 123 Mrd. EUR für Stilllegungsarbeiten und 130 Mrd. EUR für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie für die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen erforderlich.

Die Mitgliedstaaten haben auch Angaben zu den für die erwarteten Investitionen eingeplanten Vermögenswerten gemacht, die sich auf etwa 133 Mrd. EUR belaufen. Die Vermögenswerte werden in der Regel in speziellen Fonds zusammengefasst, die für die Stilllegung und die Entsorgung radioaktiver Abfälle bestimmt sind. Die am häufigsten verwendete Methode der Mittelbeschaffung ist die Zahlung eines festen Beitrags durch die Kernkraftwerke auf der Grundlage des erzeugten Stroms.

Die Mitgliedstaaten wenden unterschiedliche Methoden zur Schätzung der Kosten der Arbeiten am Ende des Brennstoffkreislaufs an. Die Kommission wird weiterhin mit Hilfe der Gruppe für Stilllegungsfinanzierung zusätzliche Daten sammeln und plant noch 2016 die Abfassung eines Berichts über die Anwendung der Richtlinie über die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle.

4. ANWENDUNGEN AUSSERHALB DER STROMERZEUGUNG

Für Nuklear- und Strahlentechnologien gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in Medizin, Industrie, Landwirtschaft und Forschung, die der Gesellschaft in allen Mitgliedstaaten erhebliche Vorteile bringen.

Jährlich werden in Europa mehr als 500 Millionen Diagnosen unter Einsatz von Röntgenstrahlung oder Radioisotopen gestellt, und mehr als 700 000 medizinische Fachkräfte setzen täglich Nuklear- bzw. Strahlentechnologien ein. Es existiert ein bedeutender europäischer Markt für bildgebende Geräte, der ein Volumen von über 20 Mrd. EUR und jährliche Wachstumsraten von rund 5 % aufweist.

In der EU werden verschiedene Arten von Forschungsreaktoren betrieben. Sie werden für die Material- und Brennstoffprüfung sowie für Grundlagenforschung und Entwicklung eingesetzt. Einige stellen auch medizinische Radioisotope für Diagnose und Behandlung von Krankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Krankheiten und Hirnerkrankungen her. In über 10 000 Krankenhäusern weltweit werden Radioisotope für die In-vivo-Diagnose oder -Behandlung

¹⁹ Fragebogen für die Mitglieder der Gruppe für Stilllegungsfinanzierung sowie die im Rahmen der Richtlinie 2011/70/Euratom übermittelten nationalen Programme, soweit verfügbar.

von etwa 35 Millionen Patienten jährlich verwendet, wovon 9 Millionen europäische Patienten sind.

Europa ist der zweitgrößte Verbraucher von Technetium-99 m (Tc-99 m), dem am häufigsten verwendeten diagnostischen Radioisotop. Mehrere europäische Forschungsreaktoren, die an der Herstellung medizinischer Radioisotope beteiligt sind, nähern sich dem Ende ihrer Lebensdauer, was die Versorgung mit medizinischen Radioisotopen immer stärker gefährdet und zu gravierenden Engpässen führt.

Vor kurzem wurden innerhalb und außerhalb der Europäischen Union Maßnahmen zur Koordinierung des Betriebs der Forschungsreaktoren und zur Minimierung der Unterbrechungen bei der Produktion von Radioisotopen ergriffen, z. B. wurde 2012 die Europäische Beobachtungsstelle für die Versorgung mit medizinischen Radioisotopen eingerichtet²⁰. Trotz dieser Bemühungen müssen sich alle Interessenträger, insbesondere in Europa, der Frage der Herstellungskapazitäten für medizinische Radioisotope noch intensiv widmen, da diese für wichtige medizinische Diagnosen und Behandlungen in der Europäischen Union von grundlegender Bedeutung sind.

Die Kommission hält für die nicht der Stromerzeugung dienenden Verwendungszwecke von Nuklear- und Strahlentechnologien einen stärker koordinierten europäischen Ansatz für erforderlich.

5. AUFRECHTERHALTUNG DER TECHNOLOGISCHEN FÜHRUNGSPPOSITION DER EU IM NUKLEARBEREICH DURCH WEITERE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSTÄTIGKEITEN

Die EU muss ihre technologische Führungsposition auf dem Gebiet der Kerntechnik behaupten, auch durch den ITER (Internationaler Thermonuklearer Versuchsreaktor)²¹, damit die Abhängigkeit der EU in Bezug auf Energie und Technologien nicht zunimmt und Geschäftsmöglichkeiten für europäische Unternehmen eröffnet werden. Dies wiederum wird Wachstum, Beschäftigung und Wettbewerbsfähigkeit in Europa fördern.

In der vor Kurzem vorgelegten Mitteilung über einen neuen Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan)²² wird ferner darauf hingewiesen, dass die Priorität im Bereich der Kernenergie darauf liegt, die Entwicklung der fortschrittlichsten Technologien zu unterstützen, um bei Kernreaktoren auch in Zukunft das höchste Sicherheitsniveau gewährleisten und die Effizienz des Betriebs, der Arbeiten am Ende des Brennstoffkreislaufs und der Stilllegung verbessern zu können.

Die laufenden Euratom-Forschungsinitiativen umfassen:

- Durchführung der Europäischen Industrieinitiative auf dem Gebiet der nachhaltigen Kernspaltung (ESNII)²³, die der Vorbereitung der Einführung des Nuklearsystems der Generation IV dient, bei dem schnelle Neutronen bei geschlossenem Brennstoffkreislauf eingesetzt werden. Mehrere Reaktoren befinden sich in der

²⁰ http://ec.europa.eu/euratom/observatory_radioisotopes.html

²¹ Der in Frankreich im Bau befindliche ITER ist ein groß angelegtes wissenschaftliches Experiment, mit dem die technologische und wissenschaftliche Realisierbarkeit der Fusionsenergieproduktion demonstriert werden soll. Es handelt sich um ein internationales Kooperationsprojekt zwischen der EU, China, Indien, Japan, Südkorea, Russland und den Vereinigten Staaten.

²² COM(2015) 6317.

²³ Diese Initiative gehört zur Technologieplattform „Nachhaltigkeit der Kernenergie“ (SNETP).

Forschungsphase (z. B. ALLEGRO, ALFRED, MYRRHA und Astrid); dabei werden bis 2050 möglicherweise bereits erhebliche Fortschritte erreicht werden.

- Forschung über die Sicherheit kleiner modularer Reaktoren. Diese haben den Vorteil einer geringeren Bauzeit aufgrund hoher Modularität und integrierter Auslegung. Das Vereinigte Königreich hat kürzlich angekündigt, dass es Investitionen in die Entwicklung kleiner modularer Reaktoren plant.
- Unterstützung für berufliche Laufbahnen im Nuklearbereich. Der Ausbau und die Aufrechterhaltung angemessener Kenntnisse und eines angemessenen Know-hows im Bereich der Kernenergie durch kontinuierliche Aus- und Weiterbildung sind unerlässlich.

6. FAZIT

Als CO₂-arme Technologie und bedeutender Faktor im Hinblick auf Versorgungssicherheit und Diversifizierung dürfte die Kernenergie bis 2050 weiterhin ein wichtiger Bestandteil des Energiemixes der EU bleiben.

In den Mitgliedstaaten, die Nukleartechnologien einsetzen, müssen die höchsten Standards für Sicherheit und Sicherungsmaßnahmen, die Entsorgung von Abfällen und die Nichtverbreitung von Kernmaterial während des gesamten Brennstoffkreislaufs gewährleistet werden. Die nach dem Unfall von Fukushima erlassenen Rechtsvorschriften müssen unbedingt rasch und umfassend umgesetzt werden. Die Zusammenarbeit zwischen den nationalen Regulierungsbehörden bei den Genehmigungen und der allgemeinen Aufsicht wird als hilfreich eingestuft.

Die Kernkraftwerke in Europa altern; daher sind erhebliche Investitionen erforderlich, wenn Mitgliedstaaten sich für die Verlängerung der Lebensdauer von Reaktoren (und die damit verbundenen sicherheitstechnischen Verbesserungen) entscheiden, aber auch für die erwarteten Stilllegungsarbeiten und die langfristige Lagerung radioaktiver Abfälle. Ferner sind Investitionen notwendig, um bestehende Kernkraftwerke zu ersetzen. Diese Mittel könnten zum Teil auch in neue Kernkraftwerke fließen. Die Investitionen in den Kernbrennstoffkreislauf zwischen 2015 und 2050 werden auf insgesamt 650 bis 760 Mrd. EUR veranschlagt²⁴.

Schließlich ist die rasche Entwicklung der Kernenergienutzung außerhalb der EU (China, Indien usw.) auch ein Grund dafür, dass wir unsere weltweite Führungsposition und Exzellenz in den Bereichen Technologie und Sicherheit erhalten müssen; hierfür werden kontinuierliche Investitionen in Forschung und Entwicklung unerlässlich sein.

²⁴ Siehe Einzelheiten in der Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen.