



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 28.11.2024
COM(2024) 549 final

**BERICHT DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT
UND DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS**

Ex-post-Bewertung des Euratom-Programms für Forschung und Ausbildung 2014-2020

{SWD(2024) 271 final} - {SWD(2024) 272 final}

1 Einleitung

1.1 Zweck der Bewertung

Dieser Bericht enthält die Ergebnisse der Ex-post-Bewertung der Euratom-Programme für Forschung und Ausbildung für die Jahre 2014-2018¹ und 2019-2020² (im Folgenden „Programm“).³ Zweck dieses Berichts ist es, die Grundlagen, die Durchführung und die Erfolge des Programms sowie die längerfristigen Auswirkungen und die Nachhaltigkeit der im Rahmen des Programms ergriffenen Maßnahmen zu analysieren und die dabei gewonnenen Erkenntnisse in die Vorbereitung und Gestaltung künftiger Euratom-Programme einfließen zu lassen.

Die Bewertung stützt sich auf die rechtlichen Anforderungen in den Verordnungen, in denen die Programme festgelegt sind.⁴ Die Bewertung wurde von der Kommission mit Unterstützung unabhängiger Sachverständiger durchgeführt, die im Rahmen eines transparenten Verfahrens ausgewählt wurden. Der Bericht ist entsprechend den Hauptaspekten der Bewertung gegliedert und wird mit Schlussfolgerungen abgeschlossen. In den Anhängen zu diesem Bericht werden die Ergebnisse und Empfehlungen der Sachverständigen sowie die Beobachtungen der Kommission dargelegt. Die Bewertung stützt sich auf umfangreiches Material, darunter i) vier thematische Studien, die von Sachverständigen zu indirekten Maßnahmen im Rahmen des Programms erstellt wurden (diese thematischen Berichte basieren auf Projektberichten, Arbeitsergebnissen und Gesprächen mit Koordinatoren); ii) der Bericht der Sachverständigengruppe der Kommission für direkte Maßnahmen; und iii) eine Konsultation von Interessenträgern. Dem Bericht sind zwei Arbeitsunterlagen der Kommissionsdienststellen beigelegt, eine für direkte Maßnahmen und eine weitere für indirekte Maßnahmen. Diese beiden Arbeitsunterlagen der Kommissionsdienststellen enthalten eine detaillierte Bewertung der Tätigkeiten im Rahmen des Programms, der angewandten Methodik und der Ergebnisse der Konsultation der Interessenträger. Die wichtigste Einschränkung dieser Bewertung besteht darin, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur ein Teil der Ergebnisse und Auswirkungen des Programms erkennbar ist. Die Bewertung findet drei Jahre nach dem Ende des Programms statt, doch fast ein Drittel der Projekte (29) wird erst 2024 oder 2025 abgeschlossen sein. Die größte Herausforderung für die Bewerter besteht darin, dass sich die Auswirkungen der Projekte erst langfristig zeigen werden, was die Überwachung und die Bewertungsprozesse erschwert. Das Programm hat zwar zu wichtigen Forschungsergebnissen beigetragen, allerdings werden

¹ Verordnung (Euratom) Nr. 1314/2013 des Rates vom 16. Dezember 2013 über das Programm der Europäischen Atomgemeinschaft für Forschung und Ausbildung (2014-2018) in Ergänzung des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation Horizont 2020 (ABl. L 347 vom 20.12.2013, S. 948).

² Verordnung (Euratom) 2018/1563 des Rates vom 15. Oktober 2018 über das Programm der Europäischen Atomgemeinschaft für Forschung und Ausbildung (2019-2020) in Ergänzung des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation Horizont 2020 und zur Aufhebung der Verordnung (Euratom) Nr. 1314/2013 (ABl. L 262 vom 19.10.2018, S. 1).

³ In Artikel 7 des Euratom-Vertrags, der Rechtsgrundlage der Programme für Forschung und Ausbildung, ist die Laufzeit dieser Programme auf fünf Jahre begrenzt. Um dem Siebenjahreszyklus des mehrjährigen Finanzrahmens der EU zu entsprechen, werden die Euratom-Programme zunächst als Fünfjahresprogramm und anschließend als Zweijahresprogramm vorgeschlagen.

⁴ Artikel 22 Absatz 1 der Verordnung (Euratom) Nr. 1314/2013 des Rates und Artikel 22 Absatz 1 der Verordnung (Euratom) Nr. 2018/1563 des Rates.

deren erhebliche Auswirkungen (z. B. die Einführung neuer Lösungen und Techniken durch die Betreiber von Kernkraftwerken (KKW) und neue Entwürfe oder Einflüsse auf den Rechtsrahmen) erst längerfristig sichtbar werden. Zudem sind diese langfristigen Auswirkungen durch die üblichen Indikatorssysteme schwieriger zu erfassen; häufig können die Ergebnisse früherer Projekte erst viele Jahre später, mitunter in unterschiedlichen technischen Bereichen, ihren praktischen Ergebnissen zugeordnet werden. Auch hinsichtlich der Datenverfügbarkeit und der Messbarkeit der Ergebnisse bestehen Einschränkungen. Um die Auswirkungen dieser Einschränkungen in Grenzen zu halten, sind die Datenquellen in den Arbeitsunterlagen der Kommissionsdienststellen transparent angegeben.

1.2 Das Euratom-Programm für Forschung und Ausbildung (2014-2020)

Das Programm war für diesen Zeitraum das wichtigste Finanzierungsprogramm der EU auf dem Gebiet der nuklearen Forschung; das jeweils verfügbare Budget ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

	Programm 2014-2018 (in EUR)	Programm 2019-2020 (in EUR)	Insgesamt (in EUR)
Direkte Maßnahmen (nur Kernspaltung)	559 562 000	268 807 000	828 369 000
Indirekte Maßnahmen (Kernspaltung)	315 535 000	151 579 000	467 114 000
Indirekte Maßnahmen (Kernfusion)	728 232 000	349 834 000	1 078 066 000
<i>Insgesamt</i>	<i>1 603 329 000</i>	<i>770 220 000</i>	<i>2 373 549 000</i>

Die Schwerpunkte des Programms bildeten die Erhaltung höchster Standards der nuklearen Sicherheit und der Kompetenzen der in der Nuklearindustrie der EU tätigen Fachkräfte. Daher waren Hauptziele des Programms i) die Unterstützung von Forschung und Ausbildung; ii) die Verbesserung der Sicherheit bestehender und künftiger KKW; und iii) die Verbesserung des Schutzes vor ionisierender Strahlung, unter anderem durch sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle und Stilllegung von Reaktorsystemen. Darüber hinaus wurde mit dem Programm auch die Entwicklung von Fusionsenergie finanziert, eine langfristige Option zur großmaßstäblichen Erzeugung von CO₂-armem Strom, die künftig einen Beitrag zur Deckung

Kasten 1. Spezifische Ziele für die Euratom-Programme 2014-2020

Indirekte Maßnahmen (Finanzhilfen für die Forschung)	Direkte Maßnahmen (der Gemeinsamen Forschungsstelle)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sicherheit von Nuklearsystemen 2. Lösungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle 3. Nukleares Fachwissen und Exzellenz in der EU 4. Strahlenschutz und medizinische Anwendungen von Strahlung 5. Demonstration der Durchführbarkeit der Stromerzeugung durch Kernfusion 6. Schaffung der Grundlagen für künftige Fusionskraftwerke 7. Förderung von Innovation und industrieller Wettbewerbsfähigkeit 8. Forschungsinfrastrukturen von europaweiter Nuklearbereich 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kernreaktor- und Kernbrennstoffsicherheit, Entsorgung radioaktiver Abfälle, Stilllegung und Notfallvorsorge 2. Gefahrenabwehr im Nuklearbereich (Sicherungsmaßnahmen, Nichtverbreitung, Bekämpfung des illegalen Kernmaterialhandels und Nuklearforensik) 3. Nuklearwissenschaftliche Grundlagen für die Normung 4. Wissensmanagement, Aus- und Fortbildung 5. Unterstützung der Politik der Europäischen Union zur Sicherheit und Gefahrenabwehr im Nuklearbereich

des Energiebedarfs leisten könnte. Nähere Angaben zu den spezifischen Zielen des Programms sind Kasten 1 zu entnehmen.

Das Programm wurde durchgeführt mittels i) direkten Maßnahmen im Bereich der Kernspaltung in Form von Forschungsarbeiten der Gemeinsamen Forschungsstelle (JRC) der Kommission; ii) indirekten Maßnahmen in den Bereichen Kernspaltung und Kernfusion durch Forschung im Rahmen wettbewerbsorientierter Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen (in den Bereichen Sicherheit der Kernspaltung, Abfallentsorgung und Strahlenschutz); und iii) einer umfangreichen Kofinanzierungsmaßnahme mit namentlich bezeichnetem Begünstigten im Bereich der Fusionsenergie, die von der Generaldirektion Forschung und Innovation der Kommission verwaltet wurde. Die Euratom-Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Kernspaltung erfolgt sowohl durch direkte als auch durch indirekte Maßnahmen, während die gesamte Forschungstätigkeit der Euratom im Bereich der Kernfusion durch indirekte Maßnahmen unter Federführung der GD Forschung und Innovation erfolgt.

Das erste Euratom-Programm für Forschung und Ausbildung wurde von der Kommission 1959 aufgelegt. In den Verordnungen des Rates zu diesen Programmen sind die Grundzüge der Maßnahmen und der Richtbetrag für ihre Finanzierung festgelegt. Euratom-Arbeitsprogramme für direkte und indirekte Maßnahmen werden von der Kommission erlassen, die in der Regel auf Zweijahresbasis die genauen Prioritäten, den Haushalt und die Instrumente festlegt.

2 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

2.1 Relevanz des Programms

Das allgemeine Ziel des Programms im Zeitraum 2014-2020 bestand darin, Forschungs- und Ausbildungsmaßnahmen im Nuklearbereich durchzuführen, wobei der Schwerpunkt auf der kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheit, der Gefahrenabwehr und des Strahlenschutzes im Nuklearbereich lag. Zweitens wurde mit dem Programm das Ziel verfolgt, zur langfristigen sicheren und effizienten Senkung der CO₂-Emissionen des Energiesystems beizutragen. Die Ziele und der Anwendungsbereich des Programms beruhten auf dem Kompromiss, den der Rat nach dem Nuklearunfall von Fukushima im März 2011 erzielt hatte. Im Einklang mit diesem Kompromiss zielte das Programm darauf ab, für die sichere Nutzung der Kerntechnik zu sorgen und das richtige Gleichgewicht zwischen der Notwendigkeit, die Sicherheit bestehender Nukleartechnologien in Europa zu unterstützen, und der Notwendigkeit, diese Sicherheit auch in der Zukunft zu stärken, zu finden.

Die Ergebnisse der Bewertung zeigen, dass im Rahmen des Programms bedeutende Forschungs- und Ausbildungsmaßnahmen im Bereich der nuklearen Sicherheit, der Gefahrenabwehr und des Strahlenschutzes unterstützt wurden; so trug das Programm unter anderem dazu bei, sicherzustellen, dass Europa in diesen Bereichen die höchsten Standards erfüllt. Gleichzeitig leistete das Programm einen Beitrag zur langfristigen Dekarbonisierung des Energiesystems der EU, indem es eine Wissensbasis und Lösungen bereitstellte für i) den langfristigen Betrieb bestehender KKW; ii) die Entwicklung der Fusionsenergie; und iii) die Sicherheit moderner kerntechnischer Systeme. Die Konsultation ergab, dass das Programm für Forschende und Endnutzer im Bereich der Kernforschung, d. h. für die Nuklearindustrie, die Betreiber von Kraftwerken und Sicherheitsbehörden, ebenfalls relevant war. Die Relevanz der in den Arbeitsprogrammen vorgeschlagenen Maßnahmen wurde auch durch das

anhaltende Interesse an den wettbewerbsorientierten Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen deutlich. Im Einklang mit den Arbeitsprogrammen wurden im Rahmen des Programms 96 Forschungs- und Ausbildungsprojekte, drei gemeinsame europäische Programme (EJP) und JRC-Maßnahmen zur Unterstützung der für spezifische Ziele relevanten Forschung finanziert (siehe nachstehende Tabelle).

Spezifisches Ziel	Im Zeitraum 2014-2020 eingeleitete indirekte Euratom-Maßnahmen
Nukleare Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherheit bestehender KKW und anderer kerntechnischer Anlagen, einschließlich des langfristigen Betriebs: 32 Projekte - Sicherheit fortgeschritten Nuklearsysteme: 13 Projekte - Stilllegung und Rückbau: 7 Projekte - Andere Projekte im Bereich Sicherheit: 6 Projekte
Entsorgung radioaktiver Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> - Geologische Endlagerung abgebrannter Brennstoffe und langlebiger radioaktiver Abfälle, Forschung auf dem Gebiet der Behandlung vor der Endlagerung: Gemeinsames Programm EURAD und Projekt PREDIS - Spezifische wissenschaftliche und technologische Fragen bei der Charakterisierung, Behandlung, Endlagerung und Überwachung von Abfällen: 13 Projekte
Nukleares Fachwissen und Exzellenz	Unterstützung von Ausbildungs- und Mobilitätsmaßnahmen zur Erhaltung multidisziplinärer Kompetenzen im Nuklearbereich: 15 Projekte (zusätzlich sind bei allen von Euratom finanzierten Forschungs- und Innovationsmaßnahmen etwa 4–5 % des Budgets für Ausbildungsmaßnahmen vorgesehen (auf Promotionsebene und darunter))
Strahlenschutz und medizinische Anwendungen von Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> - Forschung zu den Risiken geringer Strahlendosen infolge industrieller, medizinischer oder umweltbedingter Exposition: Gemeinsames Euratom-Programm CONCERT, Projekt RadoNorm - Optimierung des Strahlenschutzes bei medizinischen Anwendungen ionisierender Strahlung (Bildgebung, Strahlentherapie): 4 Projekte - Forschung zur Sicherung der EU-Produktion von Radioisotopen für medizinische Zwecke in Forschungsreaktoren: 1 Projekt
Fusionsenergie (Durchführbarkeit, Schaffung der Grundlagen für künftige Fusionskraftwerke, Innovation)	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung einer neuen Organisation für Fusionsforschung (Konsortium EUROfusion) - Entwicklung und Umsetzung des Fahrplans mit folgenden Schwerpunkten: 1) Experimente mit Fusionsanlagen als Grundlage für Extrapolationen auf ITER und Fusionskraftwerke; 2) Entwicklung von Kraftwerkskonzepten und -technologien für künftige Fusionskraftwerke (Materialien, Brutmäntel usw.) - Transfer von Fusionstechnologie an die Industrie (Maßnahme EUROfusion)
Forschungsinfrastrukturen	Unterstützung der Qualifizierung innovativer Brennstoffe für Forschungsreaktoren (2 Projekte), Sicherung der Zugangsrechte zu künftigen Forschungsreaktoren (1 Projekt), Unterstützung der koordinierten Nutzung von Forschungsreaktoren in Europa (1 Projekt), Vorbereitungen für IFMIF-DONES (1 Projekt)

Indirekte Maßnahmen (Finanzhilfen für die Forschung und Ausbildungmaßnahmen)

a) Sicherheit von Nuklearsystemen

Im Rahmen des Programms wurden Projekte im Bereich der Kernspaltungsforschung mit Schwerpunkt auf wichtigen sicherheitsrelevanten Themen finanziert (einschließlich Fragen wie Betriebssicherheit von KKW und Sicherheitsmerkmale für neue Entwürfe); dies erfolgte im Einklang mit den Arbeitsprogrammen und auf der Grundlage von Rückmeldungen aus laufenden Forschungstätigkeiten. Das zunehmende Durchschnittsalter des KKW-Bestands in Europa erforderte – und erfordert weiterhin – eine besondere Aufmerksamkeit für die Alterung der Anlagen und langfristige Strategien für ihren Betrieb. Es ist Forschung erforderlich, um die Mechanismen der Verschlechterung des Zustands sicherheitsrelevanter

Bauteile und die Auswirkungen dieser Zustandsverschlechterung auf die allgemeine Sicherheit zu verstehen. Die im Rahmen dieser Forschung gewonnenen Erkenntnisse können eine wissenschaftlich fundierte Bewertung der Sicherheitsmargen unterstützen und die rechtzeitige Umsetzung von Sicherheitsverbesserungen ermöglichen. Die durch Forschung dieser Art entwickelten Prognoseinstrumente und Bewertungsmethoden werden den regelmäßigen Sicherheitsüberprüfungen bestehender kerntechnischer Anlagen zugutekommen. Zudem werden sie den Regulierungsbehörden bei der Bewertung neuer Entwürfe helfen. Die im Rahmen des Programms finanzierte Forschung, insbesondere die Forschung zur Ermöglichung des langfristigen Betriebs von KKW, hat ebenfalls gezeigt, dass die Kernforschung mit erheblichen bereichsübergreifenden Vorteilen für die Energie- und Klimapolitik sowie für die Energieversorgungssicherheit einhergeht.

b) Entwicklung sicherer, längerfristiger Lösungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle

Forschungsmaßnahmen, die im Rahmen nachfolgender Euratom-Arbeitsprogramme eingeleitet wurden, zielen darauf ab, die Mitgliedstaaten bei der Lösung zentraler Probleme im Zusammenhang mit der sicheren und wirksamen Entsorgung radioaktiver Abfälle in der EU zu unterstützen, wie in der Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle gefordert. Gegenstand dieser Forschungsmaßnahmen waren unter anderem i) die Sicherheit künftiger geologischer Endlagerstätten; ii) die Konditionierung radioaktiver Abfälle; iii) das langfristige Verhalten abgebrannter Brennelemente in einem Endlager; und iv) die Sanierung stillgelegter Standorte. Die Maßnahmen des Programms zielten zudem auf eine gemeinsame Programmplanung in diesem Bereich ab, um die Mitgliedstaaten bei der Entwicklung und Umsetzung ihrer nationalen Abfallprogramme zu unterstützen.

c) Ausbau und Erhaltung des nuklearen Fachwissens und der nuklearen Exzellenz in der Union

Im Rahmen des Programms wurden spezifische Maßnahmen zur Erhaltung wichtiger Fähigkeiten und Kapazitäten im Nuklearsektor finanziert. Im Einklang mit den Arbeitsprogrammen wurde zudem im Rahmen des Programms ein Teil des Budgets aller Forschungs- und Innovationsmaßnahmen speziell für diesen Zweck bereitgestellt. Der Einsatz nuklearer Technologien in allen Anwendungsbereichen sowie die nukleare Sicherheit und Gefahrenabwehr erfordern hochspezialisierte Arbeitskräfte und die Erhaltung der Wissensgrundlage. Die Gesamtsituation auf dem Arbeitsmarkt in der EU war – und ist – aufgrund des Ausscheidens von Arbeitskräften aus dem Erwerbsleben und eines Rückgangs der Zahl der Studierenden in den maßgeblichen Fächer weiterhin problematisch.

d) Strahlenschutz und Entwicklung medizinischer Anwendungen der Strahlung

Auf der Grundlage von Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen wurden im Rahmen des Programms Maßnahmen finanziert, die i) ein besseres Verständnis der schädlichen Auswirkungen von Strahlung aus natürlichen und künstlichen Quellen ermöglichen; und ii) dazu beigetragen haben, die nutzbringenden Anwendungen von Strahlungstechnologien, insbesondere auf dem Gebiet der Medizin (Bildgebung und Radiotherapien), auszuweiten. Zu den für eine Finanzierung im Zeitraum 2014-2020 ausgewählten Maßnahmen gehörte insbesondere das gemeinsame europäische Programm

CONCERT⁵. Dieses Programm beruhte auf einem neuen Ansatz, der von europäischen Forschungsplattformen im Bereich des Strahlenschutzes in den folgenden fünf Schlüsselbereichen gefördert wurde: Risiken geringer Dosen; Dosimetrie; Notfall- und Vorsorgemaßnahmen; Radioökologie; medizinische Anwendungen. Es ist weitere multidisziplinäre Forschung unter Einbeziehung verschiedener wissenschaftlicher Gemeinschaften erforderlich, um die mit diesen Risiken verbundenen Mechanismen zu ermitteln und die Risiken von latenten Krebserkrankungen und Gefäßkrankheiten bei diesen geringen Dosen zu quantifizieren.

e) Fusionsenergieforschung (Demonstration der Durchführbarkeit, Schaffung der Grundlagen für künftige Kraftwerke)

In der Bewertung wird hervorgehoben, dass durch Euratom finanzierte Maßnahmen für Fortschritte bei der Verwirklichung zweier spezifischer Ziele des Programms wichtig sind: Demonstration der Durchführbarkeit der Stromerzeugung durch Kernfusion und Schaffung der Grundlagen für künftige Fusionskraftwerke. Um diese Fortschritte zu erreichen (2020 waren 97 % der Etappenziele erreicht), erforderte die Organisation der von Euratom finanzierten Fusionsforschung einen neuen Ansatz, wie in der Verordnung des Rates vorgeschrieben. Im Jahr 2014 gründeten die europäischen Kernfusionslaboratorien mit dem Konsortium EUROfusion eine neue Forschungsorganisation, die auf der Grundlage des Fahrplans für die Kernfusion und acht thematischer „Missionen“ eine gemeinsame Programmplanung umsetzte. Der Fahrplan für die Kernfusion stellte ein umfassendes, detailliertes und zielorientiertes Konzept für die Entwicklung der Kernfusion mit magnetischem Einschluss als Energiequelle dar. Seine Umsetzung ermöglichte erhebliche Fortschritte bei der Schaffung der wissenschaftlichen Grundlage für den Bau und die Nutzung des ITER⁶, dem internationalen Forschungsprojekt zur Kernfusion, sowie bei der Verbesserung der technischen Grundlagen für ein künftiges Fusionskraftwerk. Die neue Organisation ermöglichte es nationalen Laboratorien mit erheblicher nationaler Kofinanzierung (45 % des Budgets des Konsortiums), ihre Kräfte bei der Nutzung gemeinsamer Forschungseinrichtungen durch 5 815 Forschende, Ingenieure und Unterstützungspersonal (734 aktive Doktoranden im Jahr 2020), zu bündeln, was zu einer Vielzahl von Entdeckungen und neuen Erkenntnissen geführt hat (durch 5 350 von Fachkollegen geprüfte Publikationen). Die Relevanz der EUROfusion-Maßnahmen wurde von ITER und dem Euratom-Ausschuss für Wissenschaft und Technik bestätigt.

Direkte Maßnahmen der JRC

Die Ex-post-Bewertung hat gezeigt, dass die direkten Maßnahmen für die spezifischen Ziele des Programms relevant sind; dies äußert sich in i) der Verbesserung der nuklearen Sicherheit und der Gefahrenabwehr; ii) der Steigerung der Exzellenz bei den nuklearwissenschaftlichen Grundlagen für die Normung; iii) der Unterstützung von Wissensmanagement sowie Aus- und Fortbildung; und iv) der Unterstützung der Nuklearpolitik. Mit dem Erreichen dieser Ziele hat

⁵ Seit „Horizont Europa“ und dem Euratom-Programm 2021-2025 werden die gemeinsamen europäischen Programme als europäische Partnerschaften bezeichnet. Die in den Euratom-Programmen 2014-2020 verwendete Terminologie wird hier beibehalten.

⁶ Siehe <https://www.iter.org/>.

die Kernforschung der JRC dazu beigetragen, dem bestehenden Bedarf und den Herausforderungen im Nukleurbereich Rechnung zu tragen, womit sie ihre anhaltende Relevanz aufzeigte. Die Relevanz wurde kontinuierlich: i) durch notwendige Änderungen des zweijährigen Arbeitsprogramms der JRC sichergestellt, ii) anhand der spezifischen Ziele des Programms überprüft; und iii) an Veränderungen im Nukleurbereich angepasst.

Im bewerteten Zeitraum wurde die Relevanz der Tätigkeiten der JRC ferner durch ihre Forschung zu Kernmaterial belegt. Durch diese Forschungsarbeiten wurde i) die Sicherheitsanalyse für den möglichen langfristigen Betrieb des derzeitigen KKW-Bestands in der EU verstärkt; und ii) die Grundlage für die Sicherheitsbewertung neuer nuklearer Konstruktionen wie kleiner modularer Reaktoren (SMR) geschaffen. Direkte Forschungstätigkeiten zu Referenzmaterialien haben dazu beigetragen, die Messung der Radioaktivität in der Umwelt innerhalb und außerhalb der EU zu harmonisieren und damit das übergeordnete Ziel einer verstärkten Standardisierung zu erreichen. Mit ihrem Fachwissen unterstützte die JRC außerdem die Umsetzung des kerntechnischen Sicherungssystems der Euratom in Europa. Im Zeitraum 2014-2020 trug die Entwicklung des Ausbildungszentrums EUSECTRA durch die JRC entscheidend dazu bei, das Ziel zu erreichen, die Kapazitäten für die nukleare Sicherheit in den EU-Mitgliedstaaten durch die Ausbildung von mehr als 1 600 im aktiven Einsatz und im Vollzug tätigen Bediensteten für den Nachweis radioaktiver Strahlung und die nuklearwissenschaftliche Kriminaltechnik zu stärken. Langjähriges Fachwissen und bahnbrechende Forschung der JRC, die durch die direkten Maßnahmen im Bereich medizinischer Anwendungen der Nuklearwissenschaft ermöglicht wurden, hatten zudem erhebliche Auswirkungen auf die Krebsbehandlung.

Mit ihren Tätigkeiten unterstützte die JRC folgende Ziele: i) Aufbau und Erhaltung grundlegender Kompetenzen; und ii) Unterstützung des Wissensmanagements in den Bereichen nukleare Sicherheit, Gefahrenabwehr und Sicherungsmaßnahmen in der EU. Dies wurde zum großen Teil auch durch das Programm des offenen Zugangs zu ihren Forschungseinrichtungen ermöglicht, das im Bewertungszeitraum 84 Einrichtungen aus 23 Mitgliedstaaten und assoziierten Ländern zugutekam und zu dessen direkten Ergebnissen 140 wissenschaftliche Arbeiten und 64 Dissertationen gehörten.

Das von der JRC im Rahmen des Programms erworbene unabhängige technische und wissenschaftliche Fachwissen unterstützte andere Generaldirektionen der Europäischen Kommission in drei Durchführungsgebieten. Auf diese Weise wurde die Umsetzung der Richtlinien des Rates zur nuklearen Sicherheit⁶, zur Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle⁷, zu Verbringungen radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente⁷ sowie grundlegende Sicherheitsstandards⁸ unterstützt. Das technische und wissenschaftliche Fachwissen der JRC unterstützte außerdem die Umsetzung des Instruments

⁷ Richtlinie 2006/117/Euratom des Rates vom 20. November 2006 über die Überwachung und Kontrolle der Verbringungen radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente.

für Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Sicherheit⁸ und trug den nuklearen und radiologischen Aspekten des Stabilitäts- und Friedensinstruments⁹ Rechnung.

Um die im Programm festgelegten Ziele zu erreichen, beteiligt sich die JRC an relevanten Foren, Netzwerken und Technologieplattformen, wie z. B.: i) SNE-TP (Technologieplattform für nachhaltige Kernenergie); ii) IGD-TP (Technologieplattform für die Verwirklichung der Endlagerung radioaktiver Abfälle in geologischen Formationen); iii) das gemeinsame Programm des EERA (europäisches Energieforschungsbündnis) für Kernmaterialien; und iv) das Europäische Bildungsnetz im Bereich der Kernenergie. Die JRC hat auch Kooperationsvereinbarungen mit einer Vielzahl von Partnern unterzeichnet; zu diesen gehören i) wichtige Interessenträger aus Forschungseinrichtungen der Union; ii) internationale Partner (wie die Internationale Atomenergie-Organisation und die OECD-Nuklearenergie-Agentur); und iii) Einrichtungen aus Drittländern wie das US-Energieministerium oder die japanische Atomenergiebehörde. Ziel der mit diesen Partnern abgeschlossenen Kooperationsvereinbarungen ist es, die kritischen Bereiche der Kernforschung zu ermitteln, in denen die Tätigkeiten der JRC im Nuklearbereich am relevantesten und für die Euratom-Gemeinschaft von entscheidender Bedeutung sind.

2.2 Wirksamkeit des Programms

Aus den abgeschlossenen und laufenden Maßnahmen geht hervor, dass direkte und indirekte Maßnahmen einen spürbaren Beitrag zur Verwirklichung aller Programmziele geleistet haben.¹⁰

Indirekte Maßnahmen – Kernspaltung

Bis Ende 2020 hatte die Kommission fünf Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen zur Kernspaltungsforschung veröffentlicht. Es wurden 98 Projekte ausgewählt, an denen schätzungsweise rund 8 000 Personen beteiligt waren, darunter 200 wissenschaftliche Führungskräfte (2,5 % der 8 000 Beteiligten), 5 000 erfahrene Forschende (62,5 %), 500 Forschende (6,25 %), 800 Doktoranden, die in Teil- oder Vollzeit bei einem Projekt mitarbeiteten, (10 %) und 1 500 Personen aus anderen Sektoren (Ingenieure, Techniker, administrative Unterstützung) (18,75 %).

Die Projekte zur nuklearen Sicherheit gingen mit zahlreichen relevanten Ergebnissen einher. In einigen Fällen wurden mit diesen Ergebnissen erhebliche Fortschritte im Vergleich zum ursprünglichen Stand der Technik in den Hauptbereichen der Sicherheit und des langfristigen Betriebs bestehender KKW, künftiger Konzepte und der Stilllegung von Anlagen erzielt. Nachfolgend einige der wichtigsten Ergebnisse:

⁸ Verordnung (Euratom) Nr. 237/2014 des Rates vom 13. Dezember 2013 zur Schaffung eines Instruments für Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Sicherheit.

⁹ Verordnung (EU) Nr. 230/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. März 2014 zur Schaffung eines Instruments, das zu Stabilität und Frieden beiträgt.

¹⁰ Weitere Einzelheiten sind den beiliegenden Arbeitsunterlagen der Kommissionsdienststellen zu entnehmen.

- Entwicklung fortgeschrittener Computermodelle und -simulationen für die Sicherheitsanalyse – auch bei schweren Unfällen – verschiedener Reaktorsysteme (KKW der Generation II und III);
- Ausarbeitung von Strategien zur Bewältigung schwerer Unfälle, um sicherzustellen, dass der Kern des geschmolzenen Reaktors im Behälter zurückgehalten wird;
- Beitrag zum Nachweis der Sicherheit und zur Bewertung des allgemeinen Entwurfs von Reaktoren der Generation IV sowie zum Testen und zur Qualifikation sicherheitsrelevanter Bauteile;
- Erstellung von Datenbanken über Unfallszenarien für alle bestehenden und neuen Arten von KKW in Europa;
- Erstellung von Datenbanken über bestrahlte Materialien und Modelle zur Bewertung der langfristigen Integrität von Primärsystemen und -komponenten;
- Ausarbeitung von Protokollen für Ermüdungstests von KKW-Komponenten;
- Entwurf und Erprobung innovativer Backup-Kühlsysteme, mit denen bestehende KKW nachgerüstet und die in künftige KKW integriert werden können;
- Entwicklung fortgeschrittener Werkstoffe für Nuklearsysteme, darunter Computermodelle zur Bewertung der Strahlungswirkungen, sowie Entwicklung neuer Baustoffe und Durchführung von Stresstests mit diesen Baustoffen;
- Instrumente und Methoden für die sichere Stilllegung und den sicheren Rückbau, die die Risiken verringern sollten.

In einigen Fällen werden Outputs und Ergebnisse bereits von Projektbeteiligten (Industrie, Versorgungsunternehmen, Übertragungsnetzbetreiber, Sicherheitsbehörden usw.) und Endnutzern genutzt.

Das Programm ist im Bereich des Strahlenschutzes durch folgende Maßnahmen erfolgreich: i) erstmalige Zusammenführung mehrerer Forschungsplattformen, -organisationen und -institute in der Union; und ii) Ausarbeitung des ersten gemeinsamen Fahrplans für den Strahlenschutz. Die bei der Ausarbeitung dieses ersten Fahrplans gewonnenen Erkenntnisse finden bereits in der Entwicklung einer spezifischeren strategischen Forschungsagenda (SRA) für den medizinischen Bereich im Rahmen des Projekts EURAMED rocc-n-Roll Niederschlag. Darüber hinaus wurden auf der Plattform CONCERT die ersten Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen veröffentlicht, wobei die gewonnenen Erkenntnisse aus anderen Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen im Rahmen von EJPs berücksichtigt wurden. Parallel zur Erarbeitung der SRA wurden erfolgreich 13 Grundlagenforschungsprojekte mit vielversprechenden Ergebnissen durchgeführt. Das Programm leistete einen klaren Beitrag zur Risikobewertung, zur Optimierung des Strahlenschutzes und zum Umgang mit Radon und natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien.

Im Zeitraum 2014-2020 wurden bei der geologischen Endlagerung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennstoffe wichtige Erfolge erzielt, wie z. B. i) die Erteilung von Genehmigungen für Endlager in kristallinem Felsgestein in Finnland und Schweden; ii) die

Beantragung einer Bau- und Betriebsgenehmigung für ein Endlager in Ton in Frankreich; und iii) Fortschritte bei der Standortsuche (z. B. in der Schweiz). Demnach haben die unterschiedlichen Konzepte der geologischen Endlager in verschiedenen Wirtsgesteinen die erforderliche wissenschaftliche und technologische Reife erreicht, um die Sicherheitsbewertung und die industrielle Nutzung zu unterstützen. In diesen führenden Mitgliedstaaten waren starke nationale FuE-Programme und Euratom-Projekte, die im Laufe der Jahrzehnte kofinanziert wurden, einschließlich der zu überprüfenden Projekte, von entscheidender Bedeutung dafür, dass der aktuelle Stand bei der Einrichtung von Endlagern für abgebrannte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle erreicht werden konnte. In den aufeinanderfolgenden Programmen wurden schrittweise die Unsicherheiten (z. B. in Bezug auf Entsorgungsleistungen und Sicherheitsmargen) ermittelt, und die Beseitigung dieser Unsicherheiten wurde auf der richtigen Ebene in Angriff genommen. Daraus resultierend ermöglichte die Wissensbasis die Entwicklung eines soliden Sicherheitskonzepts. Inzwischen wurden erste Schritte unternommen, um Bereiche mit Potenzial für Optimierungen und mögliche technische Innovationen zu ermitteln.

Indirekte Maßnahmen – Kernfusion

Die Nutzung von Fusionsenergie bleibt zwar weiterhin ein langfristiges Projekt, jedoch zeigt die Bewertung, dass das EUROfusion-Konsortium im Zeitraum 2014-2020 in Umsetzung des Fahrplanes schrittweise Fortschritte erzielen und 97 % der für 2014-2020 festgelegten Etappenziele erreichen konnte.

Das EUROfusion-Konsortium hat außerdem erheblich die Risiken verringert und die prognostizierte Leistung des ITER verbessert, wodurch das Vertrauen gestärkt wurde, dass der ITER nach seiner Fertigstellung seine grundlegenden Ziele erreichen wird. Die am 21. Dezember 2021 im Joint European Torus (JET) erreichte Rekordmenge von 59 MJ Fusionsenergie ist ein klarer Erfolg und das krönende Ergebnis des Programms. Aus dem JET-Ergebnis werden die Kernziele und integrierten Szenarien für den ITER abgeleitet; gleichzeitig wird er durch die erheblichen Fortschritte beim Verständnis der plasmaphysikalischen Grundlagen der Einschließung unterstützt. Auf der Grundlage experimenteller Ergebnisse wurden in verschiedenen Laboratorien in Europa prädiktive Simulationstools validiert.

Fortschritte wurden auch bei spezifischen Technologien für künftige Fusionskraftwerke (Materialien, Brutmäntel usw.) und bei der Bemühung um die Entwicklung des Entwurfskonzepts DEMO¹¹ erzielt. Für alle Komponenten künftiger Fusionsreaktoren wurden bereits potenzielle Materialien ausgewählt, für die eine spezielle Prüfanlage errichtet werden muss. Die technischen Arbeiten hinter dem vorkonzeptionellen Entwurf von DEMO haben sowohl in Bezug auf eine Reihe kritischer Entwurfsfragen als auch in Bezug auf die allgemeine Herausforderung der Integration für erheblich mehr Klarheit gesorgt.

Dennoch hat die Forschung im Zusammenhang mit DEMO bisher nicht zu einem Konzept geführt, das ausreichend risikoarm ist, um mit den technischen Entwurfsarbeiten fortfahren zu

¹¹ Das DEMOnstrations-Kraftwerk, weitere Informationen siehe <https://euro-fusion.org/programme/demo/>.

können; dies gilt insbesondere hinsichtlich der Szenarien in Bezug auf den Umgang mit Plasma und Leistungssteuerung.

Im Bereich der Aus- und Fortbildung zeigen die Daten von EUROfusion einen positiven Trend bei der Zahl der Doktoranden, die in relevanten Fächern arbeiten (Anstieg um 9 % gegenüber dem Vorjahr auf 734 Doktoranden im Jahr 2020) und Postdoktoranden (Erhöhung um 100 % auf 34 pro Jahr im Jahr 2020). Dadurch sollte die Anzahl der im Bereich der Kernfusion arbeitenden Forschender auf einem für die Umsetzung des Fahrplans erforderlichen Niveau gehalten werden.

Insgesamt ist die durch das Programm unterstützte Fusionsforschung eine Maßnahme, die dazu beiträgt, künftig sicherzustellen, dass die EU über das Know-how und die Fähigkeiten verfügt, um den ITER nach seiner Fertigstellung zu betreiben und gleichzeitig bei der Schaffung der wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für ein künftiges Fusionskraftwerk Fortschritte zu erreichen. Diese beiden Ziele waren und bleiben für die Entwicklung der Kernfusion als Energiequelle von grundlegender Bedeutung. Die Relevanz dieser Maßnahmen wird noch deutlicher, wenn man sie in einem aktuelleren Kontext betrachtet, der gekennzeichnet ist durch i) eine Intensivierung des internationalen Wettbewerbs im Bereich der Fusionsforschung, auch um Nachwuchsfachkräfte; ii) die Entstehung eines in diesem Bereich tätigen Privatsektors, einschließlich Start-up-Unternehmen; und iii) ein starkes Interesse von Investoren.

Direkte Maßnahmen – Kernspaltung

Die Bewertung der Wirksamkeit der JRC-Aktivitäten bestätigte den Einfluss der JRC auf die Wissenschaft und politische Entscheidungen in den Bereichen, die durch die spezifischen Ziele des Programms ermittelt wurden. Der Beitrag der JRC war tatsächlich von enormer Bedeutung für die Gestaltung und Unterstützung der Umsetzung der EU-Politik in diesen Bereichen, wie die folgenden konkreten Fallbeispiele zeigen, die von unabhängigen Sachverständigen ausgewählt und bewertet wurden. Diese Aktivitäten tragen dazu bei, jedes der für die direkten Maßnahmen festgelegten Einzelziele zu erreichen, wie durch die folgenden Fallbeispiele gezeigt wird:

- die Europäische Koordinierungsstelle für das Feedback zum Kernkraftwerksbetrieb
- die Beteiligung der JRC an der European Safeguards Research and Development Association
- den offenen Zugang zu den kerntechnischen Forschungseinrichtungen der JRC
- die Forschung im Bereich der gezielten Alpha-Therapie
- die CBRN-Exzellenzzentren zur Eindämmung chemischer, biologischer, radiologischer und nuklearer Bedrohungen und Risiken
- die Forschung zur Charakterisierung abgebrannter Brennelemente als Beitrag zur Verbesserung der Sicherheitsbewertung bei einer verlängerten Zwischenlagerung
- die Unterstützung der Umsetzung des Instruments für Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Sicherheit (INSC)

- die Umsetzung des Stabilitäts- und Friedensinstruments

Bei den bewerteten Maßnahmen wurde davon ausgegangen, dass sie in über 90 % der Fälle langfristige gesellschaftliche Auswirkungen haben und zu Lösungen von Problemen in den Bereichen Umwelt, Soziales oder Gesundheit beitragen. Im Rahmen der Bewertung wurde zudem festgestellt, dass sich die Zusammenarbeit der JRC mit Interessenträgern sowie ihre politische Relevanz verbessert haben. Mit viel zitierten, von Fachkollegen geprüften Publikationen, die in den wichtigsten wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden, leistete die JRC einen spürbaren Beitrag zu den wissenschaftlichen Erkenntnissen. Ausgehend von der Bewertung ihrer Forschungsaktivitäten ist die JRC insgesamt eine kompetente und leistungsstarke wissenschaftliche Einrichtung.

Ziel 1: Verbesserung der nuklearen Sicherheit (auch in Bezug auf Kernreaktoren und Kernbrennstoffe, Entsorgung radioaktiver Abfälle und Notfallvorsorge):

Die Forschungsarbeiten der JRC trugen zur Verbesserung der Sicherheit von Kernreaktoren und Kernbrennstoffen bei und unterstützten die Sicherheitsbewertung alternder KKW für den langfristigen Betrieb durch die Entwicklung von Software für die Unfallmodellierung, Instrumente und Referenzdaten sowie Codes. Diese Forschungsarbeiten unterstützten ebenso die Sicherheits- und Leistungsanalyse konventioneller Kernbrennstoffe. Dank der Tätigkeit der von der JRC betriebenen Europäischen Koordinierungsstelle für das Feedback zum Kernkraftwerksbetrieb wurde die nukleare Sicherheit verbessert, und zwar durch i) den Austausch über bewährte Verfahren; ii) die Erarbeitung thematischer Studien; und iii) die Pflege von Daten und Analysen über Zwischenfälle in kerntechnischen Anlagen. Die JRC hat ferner technisches Fachwissen für die Pflege und den Betrieb des EURDEP-Systems für den Austausch radiologischer Daten und des ECURIE-Systems für den frühzeitigen Informationsaustausch über radiologische Unfälle und Notsituationen bereitgestellt und damit die Umsetzung der Entscheidung 87/600 des Rates (ECURIE-Vereinbarungen) und der Empfehlung 2000/473/Euratom unterstützt.

Im Bereich der innovativen Technologien und der Systeme der Generation IV hat die JRC Grundlagenforschung und angewandte Forschung betrieben, wobei der Schwerpunkt auf der Entsorgung radioaktiver Abfälle, der nuklearen Sicherheit und der Proliferationsresistenz fortgeschrittener Nuklearsysteme lag. Diese Forschungsarbeiten tragen zur Sicherheitsbewertung innovativer Nukleartechnologien bei. Die Entwicklung und der potenzielle künftige Beitrag dieser Technologien zu einem nachhaltigen Energiesystem (in den Mitgliedstaaten, die sich für ihre Nutzung entscheiden) haben Auswirkungen auf die EU-Politik. In diesem Zusammenhang ist die JRC auch der Durchführungsbeauftragte von Euratom im Internationalen Forum „Generation IV“.

Die direkten Maßnahmen im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle betrafen wissenschaftliche und technische Aspekte, die für eine solide Strategie zur Entsorgung radioaktiver Abfälle relevant sind. Die direkten Maßnahmen unterstützten ferner die Entwicklung von Regulierungs- und Genehmigungsverfahren für die geologische Endlagerung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle. Die Forschungsergebnisse gehen aus der Untersuchung der Merkmale abgebrannter

Brennelemente sowie der Eigenschaften und des Verhaltens abgebrannter Brennelementstäbe während der Lagerung hervor.

Ziel 2: Verbesserung der Gefahrenabwehr im Nukleurbereich (einschließlich Sicherungsmaßnahmen, Nichtverbreitung, Forensik und illegaler Kernmaterialhandel)

Hinsichtlich der Sicherungsmaßnahmen im Nukleurbereich und der Nichtverbreitung hat die JRC durch Forschung und Entwicklung, die Entwicklung von Ausrüstung und die Weiterbildung für Euratom-Inspektoren dazu beigetragen, die wirksame Umsetzung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen im Nukleurbereich sicherzustellen. Diese technische Unterstützung wurde sowohl der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) über das Unterstützungsprogramm der Europäischen Kommission als auch anderen Interessenträgern gewährt, um das System internationaler Sicherungsmaßnahmen zu stärken. Andere Forschungsaktivitäten (z. B. Erfassung von Informationen, Analysetätigkeit und Erarbeitung von Studien zu Gütern mit doppeltem Verwendungszweck) zielten darauf ab, das EU-System für die Nichtverbreitung von Kernwaffen zu stärken. Die nukleare Sicherheit ist ein Bereich, in dem unter den EU-Mitgliedstaaten eine hohe Nachfrage besteht und in dem die Fachkompetenz der JRC auf folgende Schwerpunkte konzentriert ist: i) Aufdeckung des illegalen Handels mit Kernmaterial und anderem radioaktiven Material und Stärkung von Gegenmaßnahmen; und ii) Maßnahmen zum Aufbau von Kapazitäten.

Ziel 3: Steigerung der Exzellenz bei den nuklearwissenschaftlichen Grundlagen für die Normung

Im Bereich der Umweltüberwachung und des Strahlenschutzes zielte die Forschung darauf ab, die von nationalen Laboratorien durchgeführten Radioaktivitätstmessungen durch verschiedene Tätigkeiten zu harmonisieren, einschließlich Vergleichen zwischen Laboratorien zur Weiterbildung des Personals in allen EU-Mitgliedstaaten. Die modernen kerntechnischen Anlagen der JRC ermöglichten i) die Erhebung kerntechnischer Daten; ii) Messungen von Referenzmaterialien; und iii) die Entwicklung von Konformitätswerkzeugen. Diese trugen dazu bei, nukleare Daten auf dem neuesten Stand und verfügbar zu halten, wodurch ein direkter Beitrag zu internationalen Referenzdatenbibliotheken geleistet wurde.

Ziel 4: Unterstützung von Wissensmanagement sowie Aus- und Fortbildung

Die Forschungsinfrastruktur wurde externen Nutzern aus den EU-Mitgliedstaaten über das frei zugängliche Programm verfügbar gemacht, um die nationale Forschung zu ergänzen und die Nutzung hochspezialisierter Infrastrukturen innerhalb von Euratom zu optimieren. Dadurch konnte die JRC weiterhin eine wichtige Rolle beim Wissensmanagement sowie bei der Aus- und Fortbildung einnehmen. Darüber hinaus förderte die JRC die Wissensentwicklung und Fortbildung durch verschiedene Kurse und Schulungen.

Ziel 5: Unterstützung der Politik der Europäischen Union zur Sicherheit und Gefahrenabwehr im Nukleurbereich

Das technische Fachwissen der JRC trug dazu bei, eine Vielzahl von Tätigkeiten im Bereich der nuklearen Sicherheit und der Gefahrenabwehr zu unterstützen. So unterstützte die JRC beispielsweise die Umsetzung der Richtlinie über die sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente, indem sie nationale Programme und die regelmäßigen

nationalen Berichte überprüfte. Die JRC unterstützte im Rahmen der sich aus Kapitel 7 des Euratom-Vertrags ergebenden rechtlichen Verpflichtung ebenfalls die Umsetzung von Sicherungsmaßnahmen in der EU. Die JRC führte spezielle Aktivitäten zur Entwicklung von Konzepten, Instrumenten und Methodiken durch, die die EU-Politik in diesem Bereich unmittelbar unterstützen. Die Verbesserung der nuklearen Sicherheit außerhalb der EU wurde unter anderem durch das Instrument für Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Sicherheit erreicht, dessen wirksame Umsetzung von der JRC unterstützt wird.

Was die nukleare Sicherheit und die chemischen, biologischen, radiologischen und nuklearen Risiken betrifft, so hat die JRC die Programme der Kommission in Drittländern über das Stabilitäts- und Friedensinstrument unterstützt.

2.3 ProgrammWirksamkeit

Indirekte Maßnahmen

Insgesamt zeigt die Ex-post-Bewertung ein hohes Maß an Effizienz sowohl bei der Verwaltung durch die Kommission (z. B. Verwaltung von Finanzhilfen und Bewertung von Vorschlägen für indirekte Maßnahmen) als auch bei der Durchführung durch Forschungskonsortien. Die Kommission hat ihre eigenen Verwaltungsausgaben für indirekte Maßnahmen deutlich unter dem Durchschnitt von 6,5 % der operativen Mittel für den Zeitraum 2014-2020 gehalten. Die seit dem Inkrafttreten von Horizont 2020 und des Programms eingeführten Vereinfachungsmaßnahmen haben die Effizienz erheblich verbessert, insbesondere in Bezug auf die Zeit bis zur Gewährung der Finanzhilfe.

Bis 2020 waren fünf Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen im Rahmen des Programms veröffentlicht worden; in Reaktion darauf gingen bis zum Abschluss dieser Aufforderungen 254 förderfähige Vorschläge ein, in deren Rahmen ein Finanzbeitrag in Höhe von insgesamt 726 Mio. EUR beantragt wurde. Von diesen förderfähigen Vorschlägen wurden 98 für eine Finanzierung ausgewählt, zu der Euratom mit 415 Mio. EUR beitrug.

Die durchschnittliche Zeit bis zur Gewährung der Finanzhilfe im Rahmen des Programms betrug 238 Tage (gegenüber 313 Tagen beim Euratom-Programm 2007-2013).

Die Analyse der Effizienz der EJP in den Bereichen Fusionsforschung, Strahlenschutz und radioaktive Abfälle, insbesondere in den Bereichen Verwaltung und Governance, ist besonders wichtig, da diese Instrumente 75 % der Haushaltssmittel für indirekte Maßnahmen ausmachen.

Die Organisationsstruktur für die Fusionsforschung wurde mit dem Start des Programms grundlegend verändert. Die Fusionsforschung war lange Zeit ein gesonderter Bereich, was hauptsächlich auf Folgendes zurückzuführen war: i) die Art und den Umfang der Unternehmung; ii) den einzigartigen Mix der eingesetzten Instrumente; und iii) die einzigartige Koordinierungsfunktion der Kommission, die sich zwar seit den 1990er-Jahren allmählich abgeschwächt hat, jedoch nach wie vor stärker ausgeprägt ist als in anderen Bereichen. Um den Fahrplan für die Kernfusion von 2012 wirksam umsetzen zu können,

bedurfte die Organisation der durch das Programm unterstützten Fusionsforschung eines neuen Ansatzes.¹²

Nach einer unabhängigen Bewertung gewährte die Kommission 2014 dem EUROfusion-Konsortium nationaler Fusionslaboratorien und -institute eine Fünfjahresfinanzhilfe für die Umsetzung eines EJP auf der Grundlage des Fusionsfahrplans. Im Jahr 2019 wurde die Finanzhilfe für EUROfusion nach Erlass der Verordnung über das Euratom-Programm 2019-2020¹³ bis Ende 2022 verlängert. Der Haushaltsbeitrag von Euratom zum EJP belief sich auf insgesamt 679 Mio. EUR, was 51 % des Gesamthaushalts des Konsortiums entspricht. Die Verlängerung über 2020 hinaus ermöglichte einen reibungslosen Übergang zu einer kofinanzierten europäischen Partnerschaft für die Fusionsforschung – EUROfusion –, die auch heute noch aktiv ist.

Die wirksame Integration aller nationalen Anstrengungen in ganz Europa ist unter den von der EU geförderten Forschungsaktivitäten bisher beispiellos und umfasst umfangreiche Forschungsaktivitäten in etwa 33 separaten Arbeitspaketen (Projekte und Taskforces). Diese separaten Arbeitspakete betreffen Maßnahmen im Bereich der Aus- und Fortbildung, Aspekte der internationalen Zusammenarbeit, die Einbindung der Industrie, die zentrale Programmverwaltung und die effiziente Nutzung der wichtigsten Ressourcen durch einen wirklich transnationalen Ansatz für den Zugang zu wichtigen Einrichtungen. Das Programm- und Projektmanagement – und die damit verbundenen Verwaltungsstrukturen – sind transparenter geworden, wobei die entsprechenden Informationen nun der Kommission, die auch weiterhin die Gesamtverantwortung für die Überwachung und Bewertung trägt, zur Verfügung stehen und leicht zugänglich sind. Die Bewertung ergab auch, dass die Organisationsstruktur von EUROfusion 2014-2020 dazu geeignet war, den Fahrplan für die Kernfusion im Programmplanungszeitraum 2021-2025 weiter umzusetzen, wobei davon ausgegangen wurde, dass der Fahrplan hinsichtlich Umfang und Bandbreite jenem des Zeitraums 2014-2020 ähnelt.

Direkte Maßnahmen der JRC

Die Bewertungssachverständige erkannten Folgendes an: i) die Bemühungen um die Einführung einer gemeinsamen Methodik für das Projektmanagement in der gesamten JRC; und ii) die Steigerung der Effizienz, die durch die Zusammenlegung aller kerntechnischen Aktivitäten in einer Direktion erzielt wurde. Für direkte Maßnahmen wurden im Bewertungszeitraum 2014-2020 insgesamt 828 369 000 EUR bereitgestellt.

Im selben Zeitraum erhielt die JRC zusätzliche 30 Mio. EUR pro Jahr als spezifische Mittel zur Finanzierung des Programms zur Stilllegung einiger ihrer veralteten kerntechnischen Forschungseinrichtungen. Während dieser finanzielle Beitrag von den Haushaltssmitteln für direkte Maßnahmen getrennt war, wurden die Ausgaben für das mit Stilllegungstätigkeiten befasste JRC-Personal aus dem Forschungshaushalt finanziert.

¹² Dieser neue Ansatz wurde erstmals in der Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen *Towards a Modern Euratom Fusion Research Programme* (SWD(2013)(213) vorgestellt.

¹³ Verordnung (Euratom) 2018/1563 des Rates vom 15. Oktober 2018 über das Programm der Europäischen Atomgemeinschaft für Forschung und Ausbildung (2019-2020) in Ergänzung des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation Horizont 2020 und zur Aufhebung der Verordnung (Euratom) Nr. 1314/2013 (ABl. L 262 vom 19.10.2018, S. 1).

Bei der Ausführung des Haushaltsplans für direkte Maßnahmen der JRC machten die Personalkosten insgesamt 55 % des Haushalts aus. 710 Personen waren zum Beginn des Berichtszeitraums 2014 bei der JRC beschäftigt, bis 2020 ging die Anzahl der Beschäftigten schrittweise auf 660 Personen zurück. Dazu gehörte Personal, das Tätigkeiten im Rahmen direkter Maßnahmen durchführte (rund 47 %), Personal für Infrastruktur, Instandhaltung und Strahlenschutz (rund 12 %), Personal, das mit Stilllegungstätigkeiten befasst war (11 %) und Personal, das in anderen Unterstützungsfunctionen tätig war (29 %).

Um für eine effiziente Überwachung der Leistung der JRC im Rahmen der Forschungsprogramme zu sorgen, wird jährlich eine organisationsweite Überprüfung durchgeführt. Deren Ziel ist es, sowohl die Produktivität als auch die Wirkung der Einrichtung zu messen, indem die Ergebnisse der politischen Unterstützung und wissenschaftliche Veröffentlichungen in Peer-Review-Zeitschriften einerseits und die Auswirkungen der Ergebnisse auf die politische Unterstützung andererseits bewertet werden.

Im Zeitraum 2014-2020 wurden für bestimmte Nutzer und zur Unterstützung der EU-Politik unterschiedlichste politische Unterstützungsleistungen (1 114 wissenschaftliche und technische Berichte, 147 technische Systeme, 154 Fortbildungsmaßnahmen) bereitgestellt. Im Rahmen der direkten Maßnahmen der JRC wurde auch eine große Zahl wissenschaftlicher Ergebnisse erstellt, wobei 1 076 Artikel und Konferenzbeiträge in Peer-Review-Zeitschriften veröffentlicht wurden; 444 Artikel wurden in Monografien oder anderen Zeitschriften veröffentlicht; zudem wurden 51 Bücher oder Buchkapitel publiziert. 28 Dissertationen wurden erfolgreich von Studierenden abgeschlossen, die von einem Zugang zu den JRC-Einrichtungen profitierten. Gemessen an bibliometrischen Indikatoren und Wirkungsparametern lag die Leistung der JRC in Bezug auf Forschungsveröffentlichungen deutlich über dem Durchschnitt; mit einer beachtlichen Produktivität war die Einrichtung in den am häufigsten zitierten Veröffentlichungen oder in den am häufigsten zitierten Zeitschriften präsent.

Alle diese Ergebnisse haben zu einer wirkungsvollen wissenschaftlichen Unterstützung der EU-Politik geführt, wobei im Bewertungszeitraum 373 greifbare Auswirkungen festgestellt wurden. Die COVID-19-Pandemie hatte im Jahr 2020 erhebliche negative Auswirkungen auf die Forschungsaktivitäten und führte zu einigen Verzögerungen bei der Erbringung der Ergebnisse. Gleichwohl wurde eine Reihe von Abhilfemaßnahmen ergriffen, um in Bereichen wie den Laboratorien für nukleare Sicherungsmaßnahmen die Kontinuität der Arbeiten mit höchster Priorität sicherzustellen. Das Problem des durch die Lockdown-Beschränkungen erschwerten Zugangs zu den kerntechnischen Anlagen der JRC wurde außerdem teilweise durch die Fernüberwachung von Experimenten umgangen, und eine Reihe von Fortbildungen wurden virtuell angeboten.

Im Zwischenbericht zur Bewertung des Euratom-Programms für den Zeitraum 2014-2018 wurde empfohlen, dass die JRC ihre Kosteneffektivität nachweist. In Reaktion auf diese Empfehlung wurde eine vergleichende Studie zu drei Projekten im Rahmen indirekter Maßnahmen durchgeführt, bei denen die Rolle der JRC besonders relevant war. Diese Studie zeigte, dass die Kostenwirksamkeit der Beteiligung der JRC jener anderer Partner entsprach. Die Experten haben in ihrer Bewertung zwar auch empfohlen, dass die JRC wesentliche

Leistungsindikatoren zur Messung der Effizienz ihrer wissenschaftlichen Unterstützung der Politik entwickelt, allerdings ist darauf hinzuweisen, dass mittlerweile für das Euratom-Programm 2021-2025 ein vollständiger Satz von Indikatoren vorgeschlagen wurde. Dieser vollständige Satz von Indikatoren wird dazu beitragen, die kurz-, mittel- und langfristige Wirkungsintensität zu messen.

2.4 Programmkokärent und EU-Mehrwert

Das Programm war intern und mit anderen Programmen und Strategien der EU kohärent. Im Rahmen des eigentlichen Programms sorgte die Kommission auch für die themenübergreifende Forschungstätigkeit in den Bereichen Kernspaltung und Kernfusion, indem sie Projekte unterstützte, die sich auf Themen beziehen, die für beide Bereiche relevant sind, wie Materialforschung und Tritium-Management. Synergien und Komplementaritäten zwischen direkten und indirekten Maßnahmen wurden auch durch die Beteiligung der JRC an 38 der 86 im Rahmen der indirekten Maßnahmen gewährten Projekte (als Mitglied von Forschungskonsortien) und durch die Gewährung des Zugangs zu ihren Forschungsinfrastrukturen für eine Vielzahl von Forschenden sichergestellt.

Dadurch wurde für den allgemeinen Austausch von Fachwissen und Know-how Sorge getragen. Die JRC sorgte für Kohärenz zwischen den fünf spezifischen Zielen der im Programm beschriebenen direkten Maßnahmen und zwischen den verschiedenen Forschungsbereichen (Sicherheit und Entsorgung radioaktiver Abfälle; Sicherungsmaßnahmen und Gefahrenabwehr; Aus- und Fortbildung; sowie Wissensmanagement). Um eine gute Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Tätigkeitsbereichen zu fördern, wurde die JRC 2016 umstrukturiert, sodass nun alle Zuständigkeiten für die Durchführung der direkten Euratom-Maßnahmen in einer einzigen Direktion zusammengefasst sind. Dies führte zu einer besseren Kommunikation und Transparenz und wirkte sich positiv auf die Effektivität, Effizienz und Kohärenz der Arbeit aus.

Die Kohärenz mit anderen EU-Programmen und -Strategien wurde durch die JRC-Dienststellen und die eingereichten Anträge auf Beihilfen zu indirekten Maßnahmen zur Unterstützung der Umsetzung der Euratom-Richtlinien und -Instrumente sichergestellt.¹⁴ Verbesserungspotenzial besteht hinsichtlich der Notwendigkeit, Synergien mit anderen Themenbereichen von „Horizont Europa“ zu nutzen, um bereichsübergreifende Aspekte wie Gesundheit, Weltraumenergiesysteme und die Forschung im Bereich der zivilen Sicherheit anzugehen.

Die externe Kohärenz des Programms mit Forschungsprogrammen sowohl der EU-Mitgliedstaaten als auch internationaler Organisationen wurde durch eine sorgfältige Abstimmung des Tätigkeitsbereichs der JRC sichergestellt. Zu diesem Zweck beteiligte sich die JRC auch an Einrichtungen und Organisationen und tauschte sich mit ihnen aus, z. B.: i) Technologieplattformen oder -netzen (z. B. SNE-TP (Technologieplattform für nachhaltige Kernenergie), IGD-TP (Technologieplattform für die Verwirklichung der Endlagerung radioaktiver Abfälle in geologischen Formationen) oder dem gemeinsamen Programm der

¹⁴ Siehe Abschnitt 1.3.

EERA für Kernmaterialien; und ii) Vereinigungen wie dem Europäischen Bildungsnetz im Bereich der Kernenergie. Bilaterale Kooperationsvereinbarungen mit externen Interessenträgern trugen ebenfalls dazu bei, die Kohärenz der Arbeit der JRC im Rahmen des Programms auf EU-Ebene und weltweit zu fördern. Zu diesen externen Interessenträgern gehörten auch die IAEO, die Kernenergie-Agentur der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD-NEA) und Drittländer.

Der EU-Mehrwert des Programms ergab sich aus der Fähigkeit, einen größeren Pool an Exzellenz, Fachwissen und Multidisziplinarität in der Kernspaltungs- und Kernfusionsforschung zu mobilisieren, als dies durch einzelne Mitgliedstaaten allein möglich gewesen wäre.

Dies wird im Bereich der Kernspaltung durch das vielfältige Portfolio der im Rahmen des Programms eingeleiteten Projekte belegt. Ein weiteres Beispiel ist die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen zur Erforschung der Kernfusion, die auf den gemeinsamen Bemühungen von Forschenden und Ingenieuren beruht, die mit Euratom-Mitteln aus ganz Europa unterstützt werden (etwa 8 300 Personen während des Programmzeitraums). Diese breit angelegte Koordinierung ist von besonderem Nutzen für kleinere Mitgliedstaaten, die durch den Pooling-Effekt von Größenvorteilen profitieren können. Auf dem Gebiet der Kernfusionsforschung lässt sich diese Tatsache durch kleinere Laboratorien belegen, die sich auf wissenschaftliche Themen oder Teilsysteme für europäische Einrichtungen spezialisieren können, wodurch sie einen erheblichen Beitrag leisten und gleichzeitig die Sichtbarkeit im europäischen Konsortium wahren.

Der EU-Mehrwert der direkten Maßnahmen beruhte auf der einzigartigen Stellung der JRC als unabhängigem und langjährigem technischem und wissenschaftlichem Dienstleister, der die Vorbereitung, Umsetzung und Überwachung der EU-Politik unterstützt, insbesondere der Richtlinien zur nuklearen Sicherheit¹⁵ (d. h. die Richtlinien zur nuklearen Sicherheit, über grundlegende Sicherheitsnormen, zur Sicherheit radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente sowie über die Überwachung und Kontrolle der Verbringungen radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente). Ein weiteres Beispiel fand sich im Bereich der Sicherungsmaßnahmen, wo das Fachwissen der JRC bei der erforderlichen Unterstützung für das Euratom-System von Sicherungsmaßnahmen von wesentlicher Bedeutung war.

Insgesamt konnte die JRC durch das Programm weitere Kenntnisse entwickeln und Fähigkeiten und Fachwissen aufrechterhalten, was einen Mehrwert für Euratom bedeutet. Dies zeigt sich z. B. in folgenden Aspekten:

- Bündelung operativer Erfahrungen in der EU über die Koordinierungsstelle, die zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit beiträgt;
- Zugang zu kerntechnischen Infrastrukturen der JRC im Rahmen von EU-Projekten, sodass externe Nutzer Experimente durchführen können, die in ihrer Heimorganisation nicht möglich sind;

¹⁵

Siehe Abschnitt 1.3.

- personelle Ausstattung eines EU-Sicherheits-Fortbildungszentrums für die Fortbildung von im Bereich nuklearer Sicherungsmaßnahmen und der nuklearen Sicherheit tätigen Beamten oder Koordinierung der Forschungsanstrengungen von Euratom im System der Generation IV als Durchführungsorgan von Euratom im Internationalen Forum „Generation IV“.

3 Schlussfolgerungen und Erkenntnisse, die in den Entscheidungsprozess einfließen sollen

3.1 Schlussfolgerungen

Bei der Bewertung wird das Fazit gezogen, dass das Programm die nukleare Sicherheit, die Gefahrenabwehr und den Strahlenschutz in der EU erheblich unterstützt und dazu beigetragen hat, dass Europa in diesen Bereichen die höchsten Standards erfüllt. Gleichzeitig trug das Programm zur langfristigen Dekarbonisierung des Energiesystems der EU bei, indem es eine Wissensbasis und Lösungen für den langfristigen Betrieb bestehender KKW bereitstellte. Außerdem trug das Programm zu Fortschritten in folgenden Bereichen bei: i) Kenntnisse und Technologien, die für die Entwicklung der Fusionsenergie erforderlich sind; und ii) Sicherheit moderner kerntechnischer Systeme.

Die Bewertung enthält eine Reihe wichtiger Schlussfolgerungen, von denen sechs in den folgenden Absätzen dargelegt werden.

1. Durch kooperative Forschung ermöglichte das Programm einen europaweiten Ansatz für i) die Verbesserung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes in allen Anwendungsbereichen; und ii) die Herausforderung der Entwicklung von Kernfusion als Energiequelle. Das Programm hat die Fähigkeit der EU, einen breiteren Pool an Exzellenz, Fachwissen und Multidisziplinarität in der Nuklearforschung zu mobilisieren, erheblich verbessert und Wirkungen erzielt, die weit über das hinausgehen, was auf nationaler oder regionaler Ebene erreicht worden wäre. Für kleinere Mitgliedstaaten ist dies von besonderem Nutzen, denn sie konnten Größenvorteile nutzen, die sich aus dem Effekt einer europaweiten Bündelung und dem offenen Zugang zu JRC-Einrichtungen ergeben.

- 402 Organisationen nahmen an EJP zur Forschung in den Bereichen Strahlenschutz, Entsorgung radioaktiver Abfälle und Kernfusion teil.
 - Die Anzahl der Forschenden, die ihre Heimateinrichtung verließen, um an der gemeinsamen Nutzung von experimentellen Einrichtungen im Bereich der Kernfusion zu arbeiten, hat sich annähernd verdoppelt (von 872 im Jahr 2014 auf 1734 im Jahr 2020)
 - 84 Einrichtungen aus 23 Mitgliedstaaten profitierten von freiem Zugang zu JRC-Einrichtungen.

Die Bewertung zeigte ein besonders starkes Engagement von Mitgliedstaaten, die der EU nach 2004 beigetreten sind, da 89 % der Projekte mindestens eine Einrichtung aus diesen Mitgliedstaaten umfassten. Mitgliedstaaten, die keine Kernenergie nutzen, nahmen hauptsächlich an Projekten in den Bereichen Strahlenschutz, medizinische Anwendungen und Entsorgung radioaktiver Abfälle teil. Einige Mitgliedstaaten wie Österreich, Dänemark, Griechenland, Irland und Portugal beteiligten sich ebenfalls an Forschungsarbeiten zur nuklearen Sicherheit und zu Nukleardaten, um die Kompetenzen in diesen Bereichen aufrechtzuerhalten.

2. Bei der Erhaltung kritischer Fähigkeiten und Kapazitäten im Nuklearsektor spielte das Programm eine wichtige Rolle. An den Euratom-Projekten waren rund 13 815 Forschende, Ingenieure und Unterstützungspersonal beteiligt (8 000 im Bereich Kernspaltung und 5 815 im Bereich Kernfusion); die Projekte boten ein unterstützendes Umfeld für den Austausch von Ideen und für die Ausbildung einer neuen Generation von Forschenden.

- Verstärkte Unterstützung für Doktoranden in der Kernfusion – von 675 Doktoranden pro Jahr im Jahr 2014 auf 734 im Jahr 2020
- Rund 800 an Kernspaltungsprojekten beteiligte Doktoranden
- JRC-Fortbildung von 1 600 Strafverfolgungsbeamten im Bereich der Feststellung nuklearer Gefahren und der Forensik für nukleare Sicherheit

Die Ergebnisse des Programms werden vor dem Hintergrund eines grundlegend veränderten politischen Kontexts bewertet. Dieser veränderte politische Kontext ist gekennzeichnet durch i) die neue geopolitische und wirtschaftliche Realität (Dekarbonisierungsziele der EU, Streben nach Energieversorgungssicherheit und Schwerpunkt auf der Sicherheit und der Gefahrenabwehr bei bestehenden Anlagen); und ii) das verstärkte Interesse an Kernenergie und entsprechender Forschungsbedarf (neue Technologien wie SMR). Dieser veränderte politische Kontext hat das Interesse am Nuklearbereich verstärkt und eine Vielzahl neuer Bedarfsfelder in der Forschung aufgezeigt.

3. Bei den Euratom-Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen überstieg die Anzahl der Bewerbungen das Angebot erheblich (auf jedes ausgewählte Projekt entfielen 2,6 Vorschläge). Dieser Umstand deutet auf Folgendes hin: i) ein großes Interesse, sowohl auf Seiten der Forschung als auch der Industrie; und ii) ein hohes Maß an Kapazitäten für exzellente Forschungsprojekte, sowohl in der Forschungsgemeinschaft als auch in der Industrie. Durch den Wettbewerbscharakter des Euratom-Finanzierungsverfahrens ist die Qualität der Vorschläge weiter gestiegen und es wird sichergestellt, dass Forschungsarbeiten in Bereichen durchgeführt wurden, die für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz von erheblicher Bedeutung sind. Die Daten zeigen auch, dass in erheblichem Umfang öffentliche und private Mittel von Interessenträgern, die an Euratom-Forschungsprojekten und EJP teilnehmen, mobilisiert wurden.

- 161 Mio. EUR wurden von Akteuren in der Kernspaltungsforschung mobilisiert.
- 555 Mio. EUR wurden vom EUROfusion-Konsortium mobilisiert.

Dies deutet darauf hin, dass zwar ein eindeutiger Bedarf an mehr öffentlichen Mitteln besteht, eine Mobilisierung von Mitteln privater und öffentlicher Akteure jedoch nach wie vor möglich ist und in Zukunft noch stärker notwendig sein wird, um die Euratom-Ziele voranzubringen. Die Mobilisierung öffentlicher und privater Mittel wird insbesondere erforderlich sein i) für den Erhalt und die Förderung der industriellen Wertschöpfungsketten und der allgemeinen Wettbewerbsfähigkeit im Nuklearsektor der EU; und ii) für die Nutzung des Innovationspotenzials des Privatsektors in der EU, um die Entwicklung der Fusionstechnologie zu beschleunigen.

4. Die im Rahmen des Programms geförderte Forschung hat gezeigt, dass die Kernforschung erhebliche bereichsübergreifende Vorteile bietet für i) die Energie- und Klimapolitik; ii) die Energieversorgungssicherheit; und iii) Anwendungen außerhalb der Stromerzeugung, insbesondere im Gesundheitswesen.

Auswirkungen auf die Energieversorgungssicherheit – Aufrechterhaltung der Sicherheit bestehender und künftiger KKW und Sicherstellung ihres langfristigen Betriebs

- Fortgeschrittene Modellierung und Simulation für die Sicherheitsanalyse für KKW (Projekte CAMIVVER, McSafe, McSafer, IVMR und MUSA)
- Instrumente und Daten zur Sicherstellung der langfristigen Integrität der Schlüsselkomponenten bestehender KKW (STRUMAT-LTO, NOMAD, Soteria, Entente, FRACTESUS, ATLAS+, APAL)
- Entwicklung eines innovativen Backup-Kühlsystems, mit dem bestehende KKW nachgerüstet werden können und das in künftige KKW integriert werden kann (Projekte sCO₂-HeRo, sCO₂-4-KKW)
- Entwicklung fortgeschrittener Werkstoffe für Nuklearsysteme, darunter Computermodelle zur Bewertung der Strahlungswirkungen, Entwicklung neuer Baustoffe und Durchführung von Stresstests mit diesen Baustoffen (Projekte M4F, GEMMA and ORIENT-NM)

Auswirkungen auf die Gesundheitsversorgung in der EU (medizinische Bildgebung und Krebsbehandlung)

- Lösungen zur Sicherung der Produktion von Radioisotopen für medizinische Zwecke innerhalb der EU – Forschung zur Qualifizierung von Kernbrennstoffen für europäische Forschungsreaktoren (Projekte LEU-forever, EU-QUALIFY, HERACLES-CP)
- Lösungen zur Optimierung des Strahlenschutzes für Onkologiepatienten (Projekte SINFONIA, HARMONIC, MEDIRAD)
- Vision für die künftige Forschung – Fahrplan für medizinische Anwendungen ionisierender Strahlung zur Verbesserung der Lebensqualität von Patienten (Projekt EURAMED)

5. Die Ergebnisse des Programms deuten darauf hin, dass hinsichtlich der ausgewogenen Vertretung von Frauen und Männern gewisse Verbesserungen erreicht wurden. Während ähnliche Zahlen auch in vielen anderen technischen und wissenschaftlichen Bereichen zu verzeichnen sind, liegt es auf der Hand, dass die Ungleichheiten zwischen den Geschlechtern in der Nuklearforschung im Rahmen der derzeitigen und künftigen Euratom-Programme viel energischer angegangen werden müssen.

- Bei Forschungsprojekten im Bereich der Kernspaltung waren unter den Forschenden 29 % Frauen.
- Bei Fusionsforschungsprojekten stieg der Frauenanteil unter den Forschenden von 18 % auf 23 %.

6. Die Bewertung des Programms hat gezeigt, dass die Kommunikation und die Sichtbarkeit der Nuklearforschung verbessert werden müssen, was auch dazu beitragen wird, sowohl die Qualität der wissenschaftlichen Bewertung als auch die Aufnahme von Forschungsergebnissen zu verbessern. Die Kommission wird weitere Kontakte zu politischen Entscheidungsträgern und anderen wichtigen Akteuren fördern. In ihrer neuen Nuklearstrategie für den Zeitraum 2021-2025 hat die JRC bereits einen Plan für eine systematische und gezielte Kommunikation über kerntechnische Aktivitäten ausgearbeitet.

3.2 Gewonnene Erkenntnisse

Die Ex-post-Bewertung hat wichtige evidenzbasierte Ergebnisse hervorgebracht, die die wichtigsten Verbesserungsbedürftigen Bereiche verdeutlichen.

Im Hinblick auf indirekte Maßnahmen in der Kernspaltungsforschung (nukleare Sicherheit) deutet die Bewertung darauf hin, dass die Effizienz verbessert werden könnte, würden größere, stärker integrierte Projekte unterstützt, die alle unterschiedlichen Probleme und Aspekte eines bestimmten Themas abdecken, z. B. die Auswirkungen der Alterung in Reaktordruckbehältern. In der Bewertung wurde festgestellt, dass die europäische Industrie Sicherheitsprojekte im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Leistungsreaktoren koordinieren sollte, um einen angemessenen technischen Ansatz und die Systemintegration sicherzustellen. Außerdem sollte weiter daran gearbeitet werden, die mit Unterstützung der Euratom-Finanzhilfen (indirekte Maßnahmen) durchgeföhrten Forschungsarbeiten in folgende Bereiche zu integrieren: i) die einschlägigen Arbeiten auf nationaler Ebene; und ii) einschlägige Arbeiten, die im Rahmen direkter Euratom-Maßnahmen (durch die JRC) durchgeführt werden. Schließlich wurde in der Bewertung empfohlen, die internationale Zusammenarbeit zu verstärken, um relevante Forschungsarbeiten unter der Schirmherrschaft der IAEA und der OECD-NEA einzubeziehen.

Im Ergebnis der Bewertung zeigte sich auch, dass die Berichterstattung der Konsortien, die Euratom-finanzierte Kernspaltungsprojekte durchführen, verbessert werden muss. Eine klare, prägnante und sachliche Berichterstattung ist von entscheidender Bedeutung, um ein umfassendes Verständnis von den im Rahmen der Projekte erreichten Fortschritten und Erfolgen sowie den erwarteten Ergebnissen zu vermitteln.

Die Bewertung zeigt, dass weitere Fortschritte bei der Forschung an neuen Nuklearsystemen eine Konzentration der Anstrengungen und Ressourcen auf die wenigen zukunftsweisenden Nuklearsysteme und -anwendungen, die für die europäische Industrie wirklich von Interesse sind, erfordern.

Die Sachverständigen empfahlen, sich an der Intensivierung der Nuklearforschung zu beteiligen und mit relevanten neuen Partnern außerhalb der Nuklearindustrie zusammenzuarbeiten. Beispiele für Bereiche, in denen die Forschung im Nuklearbereich weiterentwickelt werden könnte, sind künstliche Intelligenz; fortgeschrittene Fertigung; 3D-Druck für Nukleartechnologien; integrierte und hybride Energiesysteme; und andere Kernenergieanwendungen als die Stromerzeugung (z. B. nukleare Wärme, Wasserstofferzeugung, Dekarbonisierung energieintensiver Industrien und nukleare

Entsalzung). Synergien zwischen Kernfusion und Kernspaltung sollten weiterentwickelt werden, und zwar nicht nur im traditionellen Bereich fortgeschrittener Werkstoffe, sondern auch im Hinblick auf künstliche Intelligenz; bei Anwendungen außerhalb der Stromerzeugung; bei der fortgeschrittenen Modellierung und Simulation; bei experimentellen Prüfungen.

Im Bereich des Strahlenschutzes regt die Bewertung an, weiterhin einen multidisziplinären Ansatz zu fördern, um ein breiteres Spektrum wissenschaftlicher Fragen abzudecken, einschließlich der Risiken geringer Dosen und weiterer Fragen im Zusammenhang mit geplanten, bestehenden und Notfall-Expositionssituationen. Der von CONCERT EJP und der SRA ausgearbeitete Fahrplan für den Strahlenschutz bei der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlung ist eine solide Grundlage für künftige Aufforderungen zur Einreichung zukunftsweisender Vorschläge und sollte systematisch weiterentwickelt werden.

Wie die Bewertung zeigt, sollte sich die Forschung – angesichts der bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle erzielten Fortschritte – schrittweise vom Erwerb rein wissenschaftlicher Erkenntnisse lösen und sich stattdessen auf den Betrieb, die Schließung und die Überwachung von Anlagen in tiefen geologischen Formationen konzentrieren sollte. Bei der Steuerung eines gemeinsamen Programms sollte diese Entwicklung berücksichtigt werden, indem die Rolle der für die Entsorgung radioaktiver Abfälle verantwortlichen Einrichtungen sowie der technischen Sicherheitsorganisationen gestärkt wird. Auch die ethische Grundlage für die strategischen Entscheidungen bei der Entsorgung undendlagerung radioaktiver Abfälle verdient mehr Aufmerksamkeit.

Im Rahmen des Programms konnten auf dem Gebiet der Fusionsenergie erhebliche Fortschritte erzielt werden; gleichzeitig ist festzustellen, dass sich dieser Forschungsbereich in den letzten Jahren rasant verändert hat, da der internationale Wettbewerb zunimmt und weltweit ein dynamischer Privatsektor im Bereich der Kernfusion entsteht. Die Bewertung zeigt, dass sich das Euratom-Programm mit Blick auf den technischen Entwurf eines künftigen Fusionskraftwerks jetzt und in den kommenden Jahren darauf konzentrieren sollte, die wichtigsten Probleme und Risiken zu ermitteln und zu bestimmen, welches Risikoniveau akzeptabel ist. Dann werden Innovationen erforderlich sein, um wichtige Grundlagentechnologien für die Erzeugung von Fusionsenergie bereitzustellen und die damit verbundenen Risiken minimieren zu können. Das Programm trug zwar mit Blick auf unser Verständnis der Plasmaphysik für den ITER und darüber hinaus zu erheblichen Fortschritten bei, doch müssen auch Berechnungsinstrumente zur weiteren Vorhersage, Analyse und Interpretation von Versuchsergebnissen entwickelt werden. Ein künftiges Fusionskraftwerk erfordert zudem eine effiziente Projektentwicklung. Obwohl eine solche effiziente Projektentwicklung von der Industrie bereitgestellt werden sollte, könnten durch Euratom finanzierte Maßnahmen ein Fortbildungsprogramm in den Bereichen Projektentwicklung und -steuerung, kombiniert mit der Vermittlung von Fachwissen auf dem Gebiet der Erzeugung von Fusionsenergie, umfassen.

Nächste Schritte: Die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen aus dieser abschließenden Bewertung des Programms sollen nicht nur bei der Gestaltung der laufenden Umsetzung des

Programms für die Jahre 2021-2025 eine entscheidende Rolle spielen, sondern auch die Entwicklung von politischen Maßnahmen für künftige Initiativen im Bereich der Nuklearforschung maßgeblich beeinflussen. Die meisten Hinweise unabhängiger Sachverständiger wurden bereits im laufenden Euratom-Programm 2021-2025 berücksichtigt (Einzelheiten siehe Anhang). In der Bewertung wurden auch eine Reihe von Herausforderungen für die von Euratom finanzierte Forschung ermittelt, darunter: i) die Qualität der Berichterstattung und die Verfügbarkeit von Daten; ii) die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung der Fusionsforschung; und iii) die Bildung von Partnerschaften im Bereich der Kernspaltung unter Berücksichtigung einer im Wandel befindlichen Forschungslandschaft. Diese Aspekte werden zusammen mit der bevorstehenden Zwischenbewertung des laufenden Programms 2021-2025 bei der Vorlage des Vorschlags der Kommission für die Verlängerung des Euratom-Programms für den Zeitraum 2026-2027 und für den nächsten mehrjährigen Finanzrahmen berücksichtigt.

Anhang 1 – Empfehlungen der Sachverständigen zu indirekten Maßnahmen und Antwort der Kommission

Empfehlungen zur Fusionsforschung

1. Um mit der technischen Konzeption eines künftigen Fusionskraftwerks fortzufahren, sollte der Schwerpunkt der Euratom-Programme jetzt und in den kommenden Jahren auf folgenden Aspekten liegen: i) Ermittlung der kritischen Probleme und Risiken; und ii) Ermittlung eines akzeptablen Risikoniveaus. Um diese Risiken zu minimieren, sind daher Innovationen erforderlich. Die eigentliche Herausforderung wird darin bestehen, ein Verfahren zur Ermittlung und Priorisierung dieser Innovationen einzuführen und sie in das Euratom-Programm aufzunehmen.
2. Das Programm hat zwar dazu beigetragen, mit Blick auf das Verständnis der plasmaphysikalischen Grundlagen für den ITER und darüber hinaus wesentliche Fortschritte zu erzielen, doch müssen im Rahmen des Euratom-Programms 2021-2025 Berechnungsinstrumente zur Vorhersage, Analyse und Interpretation von Versuchsergebnissen weiterentwickelt werden. Diese Instrumente können dann genutzt werden, um umfassende Zwischenanalysen für den ITER zu erstellen.
3. Ein künftiges Fusionskraftwerk erfordert eine effiziente Projektentwicklung. Obwohl eine solche effiziente Projektentwicklung von der Industrie bereitgestellt werden sollte, sollte erwogen werden, im Rahmen von EUROfusion ein Fortbildungsprogramm für Projektentwicklung und -steuerung zu entwickeln, in dem auch Fachwissen zum Bereich der Kernfusion vermittelt wird.

Antwort der Kommission

Die Kommission teilt die Ansichten der Sachverständigen und ist bestrebt, die durch das Euratom-Programm finanzierte Fusionsforschung zu verbessern. Die Landschaft der Fusionsforschung verändert sich rasch, da der internationale Wettbewerb zunimmt und im Bereich der Kernfusion weltweit ein dynamischer Privatsektor entsteht. Das europäische Know-how und die industriellen Kapazitäten im Bereich der Kernfusion könnten verloren gehen, wenn die Art und Weise, in der wir unsere Forschung organisieren, nicht angepasst wird und wenn das Innovationspotenzial des Privatsektors in der EU nicht genutzt wird, um die technologische Entwicklung zu beschleunigen. Ein wichtiger Schritt wäre es, in der EU Innovationen im Bereich wichtiger Grundlagentechnologien für die Fusionsenergie zu unterstützen.

Die Zwischenbewertung des laufenden Euratom-Programms 2021-2025 wird ein breites Spektrum von Fragen behandeln, die für die Beschleunigung der Bereitstellung von Fusionsenergie von entscheidender Bedeutung sind. Die Kommission beabsichtigt, nach Abschluss der Zwischenbewertung einen Vorschlag zur Verlängerung des Euratom-Programms für den Zeitraum 2026-2027 vorzulegen, in dem auf die wichtigsten Aspekte eingegangen wird.

Empfehlungen zur Kernspaltungsforschung und Antwort der Kommission

1. Um die Effizienz und Wirksamkeit indirekter Maßnahmen im Bereich der nuklearen Sicherheit zu erhöhen, sollte die Kommission die Einreichung größerer, stärker

integrierter Projekte fördern, die alle verschiedenen Probleme und Aspekte eines bestimmten Themas abdecken, z. B. die Auswirkungen der Alterung in Reaktordruckbehältern. Die Mittel sollten aufgestockt werden, um die allgemeine und berufliche Bildung, das Wissensmanagement, die Entwicklung von Kompetenzen und die Personalkapazität zu unterstützen. Es ist von größter Bedeutung, die mit Unterstützung der Euratom-Finanzhilfen (indirekte Maßnahmen) und durch direkte Euratom-Maßnahmen (durch die JRC) geleistete Arbeit mit den einschlägigen Arbeiten auf nationaler Ebene zu verknüpfen. Um einen angemessenen technischen Ansatz und die Systemintegration sicherzustellen, sollten alle Sicherheitsprojekte im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Leistungsreaktoren durch die europäische Industrie koordiniert werden. Schließlich sollte durch Einbindung der IAEA und der OECD-NEA die internationale Zusammenarbeit ausgeweitet werden.

Antwort der Kommission: Im Programm 2021-2025 hat die Kommission Bestimmungen eingeführt, mit denen einige dieser Empfehlungen bereits umgesetzt werden. Weniger präskriptive Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen als im vorherigen Programm bieten den Konsortien mehr Freiheit bei der Selbstorganisation, was die Effizienz erhöht. Unser Plan für größere Projekte, die systematisch den Zugang zu allgemeiner und beruflicher Bildung und zu Infrastrukturen fördern, dürfte die Situation langfristig verbessern. Die Integration der direkten und indirekten Maßnahmen des Programms sollte durch die Einführung des Zugangs zu Einrichtungen und Know-how der JRC für Konsortien im Rahmen von Euratom-Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen weiter verstärkt werden. Bei der Zwischenbewertung des Programms werden diese Maßnahmen evaluiert, und es werden weitere Leitlinien für die künftige Euratom-Unterstützung bereitgestellt.

2. Für Euratom ist es an der Zeit, die Unterstützung für Forschungstätigkeiten zu straffen und die eigenen Anstrengungen und Ressourcen auf die wenigen zukunftsweisenden Nuklearsysteme und -anwendungen, die für die europäische Industrie wirklich von Interesse sind, zu konzentrieren. Andere Systeme, die für die EU-Industrie nicht von Interesse sind, sollten nicht finanziert werden. Falls doch eine Finanzierung erfolgt, sollte es dabei nur darum gehen, allgemeine Kompetenzen aufrechtzuerhalten.

Antwort der Kommission: Der Schwerpunkt des Programms 2021-2025 sind zukunftsweisende Nuklearsysteme, für die Forschungsprojekte eine wissenschaftliche Grundlage für die Regulierungsbehörden bilden können, um das Sicherheitsniveau zu bewerten und die Einhaltung der Richtlinien zur nuklearen Sicherheit nachzuweisen. Nach der Bewertung der Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen wurden im Rahmen des Programms auf der Grundlage der besten Vorschläge Projekte eingeleitet, die von kompetenten Konsortien, unter anderem aus Forschung und Industrie, unterstützt wurden. Im Rahmen der Zwischenbewertung des Programms werden diese Maßnahmen evaluiert, und es werden weitere Leitlinien für die künftige Unterstützung zukunftsweisender Systeme durch Euratom bereitgestellt. Die Kommission wird außerdem die sich weiterentwickelnde Industrie- und Forschungslandschaft berücksichtigen, einschließlich der Ergebnisse der Industriallianz für SMR und der Arbeiten im Rahmen der Netto-Null-Industrie-Verordnung.

3. Die Qualität der Berichterstattung von Konsortien, die von Euratom finanzierte Kernspaltungsprojekte durchführen, könnte verbessert werden. Folgendes sollte in den

Berichten klar, prägnant und sachlich beschrieben werden: i) die Fortschritte, die im Hinblick auf den ursprünglichen Stand der Technik erzielt wurden; ii) die geschlossenen Lücken; iii) die wichtigsten Erfolge; und iv) die erwarteten Ergebnisse. Die Berichte sollten zudem Angaben zu Interaktionen mit bestehenden und potenziellen Endnutzern der Forschungsergebnisse enthalten.

Antwort der Kommission: Die Kommission wird mit Konsortien zusammenarbeiten, um die Qualität der Berichterstattung zu verbessern und sich auf die in der Bewertung hervorgehobenen Elemente zu konzentrieren, sodass die Projektüberwachung und die künftige Bewertung des Programms erleichtert wird. Zu diesem Zweck wird die Kommission von ihren Befugnissen als Bewilligungsbehörde Gebrauch machen, um regelmäßige Änderungen der Berichte zu verlangen, ehe sie weitere Finanzhilfezahlungen leistet.

4. Im Zusammenhang mit den innovativsten Themen und Technologien, die außerhalb des Nuklearsektors bereits breite Anwendung finden, wird dringend empfohlen, mit relevanten neuen Partnern außerhalb des Nuklearsektors zusammenzuarbeiten und diese einzubeziehen. Beispiele für Bereiche, in denen die Forschung im Nuklearbereich weiterentwickelt werden könnte, sind künstliche Intelligenz; fortgeschrittene Fertigung; 3D-Druck für Nukleartechnologien; integrierte und hybride Energiesysteme; und die Anwendung der Kernenergie zu anderen Zwecken als der Stromerzeugung (z. B. nukleare Wärme, Wasserstofferzeugung, Dekarbonisierung energieintensiver Industrien und nukleare Entsalzung).

Antwort der Kommission: Die Unterstützung sektorübergreifender Synergien, die in verschiedenen Sektoren neuen Lösungen zur Erhöhung der nuklearen Sicherheit zum Durchbruch verhelfen, ist für die Kommission im laufenden Euratom-Programm 2021-2025 von entscheidender Bedeutung. Die Kommission legt ferner großen Wert auf die Sicherheitsaspekte alternativer Anwendungen der Kernenergie. Schließlich werden im Rahmen des Programms Mittel für die Entwicklung von Anwendungen ionisierender Strahlung außerhalb der Stromerzeugung im medizinischen Bereich und in anderen innovativen Bereichen bereitgestellt, darunter i) Nukleartechniken für die strategische Autonomie der EU (Herstellung und Rückgewinnung von Rohstoffen); ii) die Kreislaufwirtschaft (Verringerung nicht radioaktiver Abfälle); und iii) die Überwachung des Klimawandels und der Umweltverschmutzung. Die Kommission befasste sich in den Euratom-Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen 2021-2025 mit diesen Themen, die in der Zwischenbewertung ausführlich erörtert werden.

5. Synergien zwischen Kernfusions- und Kernspaltungsforschung sollten weiterentwickelt werden, und zwar nicht nur im traditionellen Bereich fortgeschrittener Werkstoffe, sondern auch bei der Nutzung künstlicher Intelligenz, bei Anwendungen außerhalb der Stromerzeugung sowie bei zukunftsweisender Modellierung und Simulation und bei experimentellen Prüfungen.

Antwort der Kommission: Im Rahmen des laufenden Programms 2021-2025 legt die Kommission besonderen Wert auf die Entwicklung von Synergien in den Bereichen Kernfusion und Kernspaltung, beispielsweise hinsichtlich der Harmonisierung der Sicherheitsbewertung, des Tritium-Managements und der Nukleardaten. Die Kommission betont auch den weiteren Einsatz von Fusionstechnologien in Anwendungen außerhalb der Stromerzeugung durch das Programm EUROfusion, mit dem der Technologietransfer

unterstützt wird. Die Kommission befasste sich mit diesen Themen sowohl in den Euratom-Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen als auch im Rahmen der EUROfusion-Partnerschaft, die in der Zwischenbewertung ausführlich erörtert wird.

6. Es sollte weiterhin ein multidisziplinärer Ansatz im Strahlenschutz gefördert werden. Euratom sollte ein breiteres Spektrum wissenschaftlicher Fragen abdecken, und zwar nicht nur in Bezug auf Risiken geringer Dosen, sondern auch in Bezug auf verschiedene andere Fragen im Zusammenhang mit geplanten, bestehenden und Notfall-Expositionssituationen.

Antwort der Kommission: Die Kommission hat PIANOFORTE, eine neue kofinanzierte europäische Partnerschaft auf dem Gebiet des Strahlenschutzes, damit beauftragt, im Rahmen des Programms 2021-2025 in diesem Bereich einen umfassenden, multidisziplinären Ansatz für Forschung und Innovation zu verfolgen. Die Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen durch PIANOFORTE bestätigen diesen Ansatz, denn sie betreffen auch Themen wie Bedrohungen aufgrund von Krieg, bewaffneten Konflikten und Naturkatastrophen sowie die Notfallvorsorge und -reaktion in Verbindung mit neuartigen Nukleartechnologien. Im Rahmen der Zwischenbewertung des Programms werden diese Maßnahmen evaluiert, und es werden weitere Leitlinien für die künftige Unterstützung dieser Partnerschaft durch Euratom bereitgestellt.

7. Der strategische Forschungsplan für den Bereich der medizinischen Anwendungen ionisierender Strahlung und des damit verbundenen Strahlenschutzes, der zusammen mit einem entsprechenden Fahrplan durch das Projekt EURAMED rocc-n-roll erstellt wurde, bietet eine ausgezeichnete Grundlage für künftige Aufforderungen zur Einreichung von zukunftsweisenden Vorschlägen. Für alle Bereiche von geplanten, bestehenden und Notfall-Expositionssituationen sollten strategische Forschungspläne entwickelt werden. Der von CONCERT EJP ausgearbeitete gemeinsame Fahrplan für den Strahlenschutz könnte ein guter Ausgangspunkt sein.

Antwort der Kommission: Mit der Gewährung von Euratom-Finanzhilfen und der Bildung der Partnerschaft PIANOFORTE im Jahr 2022 gibt es heute ein spezielles Forum von Interessenträgern, um strategische Forschungspläne und Forschungsfahrpläne im Strahlenschutz und damit zusammenhängenden Bereichen zu erörtern und weiterzuentwickeln. Diese Dokumente werden sowohl die PIANOFORTE-Maßnahmen prägen als auch Informationen für die Durchführung anderer Maßnahmen im Rahmen des Euratom-Programms liefern. Bei der Zwischenbewertung des Programms werden diese Maßnahmen evaluiert, und es werden weitere Leitlinien für die künftige Unterstützung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes durch Euratom bereitgestellt.

8. Die Forschungsarbeiten von EURAD im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle sind das Ergebnis eines gemeinsamen Entscheidungsprozesses zwischen Abfallentsorgern, Organisationen für technische Sicherheit und Forschungseinrichtungen, der ein ausgewogenes Konzept zur Deckung des Forschungsbedarfs ermöglicht. Die gewählten Forschungsrichtungen stehen jedoch nach wie vor im Einklang mit früheren Euratom-Maßnahmen. Da derzeit bereits Entsorgungseinrichtungen lizenziert sind (Finnland, Schweden) oder sich in der Phase der Überprüfung ihrer Lizenzierung befinden (Frankreich), sollte die Forschung schrittweise vom Erwerb rein wissenschaftlicher

Erkenntnisse abweichen und sich stattdessen auf den Betrieb, die Schließung und die Überwachung konzentrieren. Die Leitung von EURAD sollte diese Entwicklung berücksichtigen, indem die Rolle der Abfallentsorger und Übertragungsnetzbetreiber gestärkt und der externe Beratungsausschuss früher und wirksamer in die Entscheidung über Forschungsarbeiten eingebunden wird. Die Forschung muss auf eine strategische Ebene weiterentwickelt werden, um die Lösung entstehender Probleme, die von gemeinsamem Interesse sind, anzugehen. Auch die ethische Grundlage fundamentaler strategischer Entscheidungen hinsichtlich der Entsorgung undendlagerung radioaktiver Abfälle verdient mehr Aufmerksamkeit.

Antwort der Kommission: Im Jahr 2024 will die Kommission eine kofinanzierte europäische Partnerschaft für die Entsorgung radioaktiver Abfälle (EURAD-2) ins Leben rufen. Die Kommission hat bereits mehrere Anforderungen zur Verbesserung der Organisation der Forschung in diesem Bereich formuliert, die insbesondere Folgendes betreffen: i) die Bündelung der Kenntnisse über die sichere Inbetriebnahme und den sicheren Betrieb geologischer Endlager; und ii) die Unterstützung von Mitgliedstaaten mit weniger fortgeschrittenen nationalen Programmen. EURAD-2 muss außerdem regelmäßig mit Regulierungsstellen und Interessenträgern aus der Industrie zusammenarbeiten, um die künftige Partnerschaft umfassend zu gestalten. Darüber hinaus muss EURAD-2 inklusiver sein und auch jene Mitgliedstaaten erreichen, die nicht an EURAD teilgenommen haben, da der Umfang der Partnerschaft alle Mitgliedstaaten mit Beständen an radioaktiven Abfällen umfasst und nicht auf Länder beschränkt ist, in denen Kernenergie erzeugt wird. Im Rahmen der Zwischenbewertung des Programms werden die Fortschritte evaluiert und die künftige Euratom-Unterstützung vorgegeben.

Anhang 2 – Empfehlungen der Sachverständigengruppe der Kommission zu direkten Maßnahmen und Antwort der Kommission

Empfehlungen zur Prioritätssetzung bei der Arbeit

1. Die JRC sollte frühzeitig in die Festlegung von Prioritäten zwischen den federführenden Generaldirektionen einbezogen werden und ein zentralisiertes Verfahren einrichten, um sicherzustellen, dass das Arbeitsprogramm sowohl diese Prioritäten als auch die Bandbreite des für die Unterstützung der Prioritäten erforderlichen Wissens widerspiegelt. Dieser Prozess sollte auch Anreize für die federführenden Generaldirektionen und die JRC schaffen, um verhärtete Strukturen aufzubrechen und geeignete Arbeitsbereiche zu integrieren.
2. Das Gremium fordert die JRC auf, systematisch Kriterien in Bezug auf ihre einzigartigen Stärken und ihre politische Relevanz zu entwickeln und anzuwenden, um zu entscheiden, ob sie sich an einer bestimmten Aktivität beteiligen bzw. ihr diesbezügliches Engagement beenden sollte.

Antwort der Kommission

Die Sachverständigengruppe wies darauf hin, dass angesichts der Bandbreite der Aktivitäten im Zusammenhang mit direkten Maßnahmen der JRC i) seitens der JRC ein gewisses Potenzial für eine bessere Konzentration ihrer Ressourcen auf jene Aktivitäten besteht, mit denen sich die größte Wirkung erzielen lässt; und ii) einige Bereiche vorhanden sind, in denen die JRC in einer einzigartigen Position ist, um die erforderlichen wissenschaftlichen Nachweise zu liefern. Die neue Strategie der JRC im Nuklearbereich umfasst eine ganze Reihe von Maßnahmen, die darauf abzielen, ihre Arbeit zu priorisieren und klare Prioritäten für laufende und künftige Aktivitäten zu setzen.

Das Gremium wies auf eine gewisse mangelnde Integration der verschiedenen Aktivitäten der JRC hin und kam zu dem Schluss, dass dies zuweilen zu einem fragmentierten Ansatz geführt habe. Um diesem Trend entgegenzuwirken, hat die JRC ihr Arbeitsprogramm umstrukturiert und Ressorts eingeführt. Diese Ressorts sollen einen integrierten Überblick und eine bessere Koordinierung der einschlägigen Tätigkeiten im Rahmen klar definierter Prioritäten ermöglichen.

Die Antizipation des Forschungs- und Politikbedarfs anderer Generaldirektionen der Europäischen Kommission wird durch geplante Cluster-Treffen mit mehreren Generaldirektionen sichergestellt, um auf der Grundlage einer koordinierten Bewertung Prioritäten festzulegen. Bei diesen Treffen erhalten mehrere Generaldirektionen der Europäischen Kommission Gelegenheit, ihre Prioritäten gegenüber der JRC zu äußern und zu erörtern. Im Nuklearbereich hält die JRC zusätzliche Koordinierungstreffen mit Partner-Generaldirektionen ab, die für Forschung und Innovation, Energie, internationale Partnerschaften, interne Angelegenheiten usw. zuständig sind, um sich über den künftigen Bedarf auszutauschen.

Insgesamt konstatierten die Sachverständigen innerhalb der JRC ein gutes Bewusstsein für die einzigartigen Stärken der Einrichtung, darunter ihre Unabhängigkeit, ihre solide wissenschaftliche Grundlage, ihr langjähriges Fachwissen, die gemeinsame Nutzung von Forschungseinrichtungen mit anderen Forschenden und ihre Fähigkeit, die Kontinuität der

Forschung sicherzustellen, wenn andere Akteure an unterschiedliche Erfordernisse gebunden sind. Diese Stärken der JRC ergänzen ihre neue Strategie im Nuklearbereich, und die Konzentration auf diese ermittelten Stärken ist weitgehend mit der Umsetzung des Strategieplans der JRC vereinbar, einschließlich der Priorisierung und Optimierung der Forschungsinfrastrukturen und der Open-Access-Programme.

Empfehlungen für einen ganzheitlichen Ansatz im Zusammenhang mit Aktivitäten im Nuklearbereich und auf anderen Gebieten

1. Die JRC sollte bei der Gestaltung ihres Arbeitsprogramms und ihrer Reaktion auf politische Erfordernisse stärker ganzheitliche Ansätze verfolgen. Sie sollte im Rahmen ihres Geschäftsmodells einen strategischen Plan für die Einbeziehung der Sozialwissenschaften in ihre Forschungsarbeit entwickeln.
2. Die JRC sollte die sozialwissenschaftliche Forschung in die Euratom-Aktivitäten einbeziehen, insbesondere in den Bereichen Risikobewertung, Krisenvorsorge und Krisenreaktion, und die für die JRC insgesamt entwickelten Konzepte nutzen.
3. Die JRC sollte das Konzept der Resilienz und des ökologischen und digitalen Wandels stärker in den Euratom betreffenden Teil ihres Arbeitsprogramms integrieren.

Antwort der Kommission

Die Sachverständigen betonten die Notwendigkeit einer stärker ganzheitlichen, multidisziplinären Integration der politischen Prioritäten und wiesen auf den Mehrwert einer Berücksichtigung sozialwissenschaftlicher Aspekte in der Nuklearforschung hin. Im Rahmen der Umstrukturierung des Arbeitsprogramms wurden die Ressorts mit dem Ziel eingerichtet, die Zusammenarbeit und Interaktion zwischen den nuklearen und nichtnuklearen Bereichen zu verbessern. Dadurch wird sich im Laufe der Zeit eine bereichsübergreifende Integration entwickeln. So wurden beispielsweise Anstrengungen unternommen, um die sozialwissenschaftliche Forschung in das Ressort für Risiko- und Krisenmanagement zu integrieren, wobei das nukleare Risiko nun neben anderen CBRN-Risiken, die von einer anderen, im nichtnuklearen Bereich tätigen Direktion der JRC ermittelt wurden, nach einem ganzheitlichen Ansatz bewertet wird. Eine ähnliche Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftlern erfolgt auch in Bezug auf SMR im Rahmen der Forschung zu nichtelektrischen Anwendungen der Nukleartechnologie, etwa in den Bereichen Wasserstofferzeugung, Fernwärme und Medizin. Dieser Ansatz zielt darauf ab, den Einfluss der JRC auf die Politik zu erhöhen und Fachwissen bzw. Ressourcen auszutauschen, während gleichzeitig verschiedene Aspekte derselben Herausforderung abgedeckt werden.

Ein solcher integrierter Ansatz, der nukleare und nichtnukleare Tätigkeiten verbindet, wird auch hinsichtlich der Umsetzung der Nuklearstrategie der JRC verfolgt. Die Sachverständigen wiesen ferner darauf hin, dass die Möglichkeiten zur Integration bereichsübergreifender Themen wie Digitalisierung, künstliche Intelligenz oder maschinelles Lernen in den Bereichen nukleare Sicherheit, Sicherungsmaßnahmen und Entsorgung abgebrannter Brennelemente bewertet werden sollten. Die Bemühungen, diese Querschnittsthemen in die Arbeit der JRC einzubeziehen, haben in einer überarbeiteten Governance und der neuen ressortbasierten Struktur ihren Niederschlag gefunden. Der zukunftsweisende Einsatz digitaler Technologien ist nun der besondere Schwerpunkt einer neuen Direktion in der JRC und insbesondere eines Referats in der Direktion Kerntechnik, das sich mit nuklearen

Sicherungsmaßnahmen und Nichtverbreitungsforschung befasst, aber das Potenzial hat, auf andere Bereiche ausgeweitet zu werden.

Empfehlung zur Kommunikation

1. Die JRC sollte eine Kommunikationsstrategie entwickeln, um ihre Kommunikation auf verschiedenen Ebenen zu verbessern, diese Kommunikation an verschiedene Zielgruppen anzupassen und die am besten geeigneten (digitalen oder traditionellen) Kanäle zu nutzen, um diese Gruppen zu erreichen.

Antwort der Kommission

Die Sachverständigen hoben die Gelegenheit hervor, die Kommunikation auf verschiedenen Ebenen zu verbessern: i) innerhalb der JRC; ii) zwischen der JRC und der Europäischen Kommission; und iii) zwischen der JRC und ihren externen Interessenträgern. Dies würde mehr Klarheit hinsichtlich der von der JRC durchgeführten Forschungsarbeiten und der von ihr erreichten greifbaren Auswirkungen schaffen. Ein Aktionsbereich im Rahmen der Nuklearstrategie der JRC zielt darauf ab, dieses Problem anzugehen, indem eine stärker strategisch ausgerichtete Kommunikation und die Ermittlung von Zielgruppen sowie eine bessere Zusammenarbeit mit relevanten Interessenträgern hervorgehoben werden.

Empfehlung zu den Ressourcen

1. Die JRC sollte bei der Gewinnung von Talenten in allen Dienstaltersstufen einen aktiven Ansatz verfolgen, um eine vielfältigere Belegschaft zu entwickeln, insbesondere im Hinblick auf ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis. Dies gilt für die externe Personalbeschaffung, aber auch für geeignete interne Entwicklungsprogramme, um Anreize und Motivation für potenzielle Bewerber zu schaffen.

Antwort der Kommission

Aufgrund der Kürzung des Euratom-Haushalts im mehrjährigen Finanzrahmen 2021-2027 steht die JRC vor einer schwierigen Situation, denn es gilt, die benötigten qualifizierten Arbeitskräfte zu entwickeln und zu halten. Ungeachtet dieses Problems hat die JRC in ihre Nuklearstrategie eine Reihe von Maßnahmen aufgenommen, die auf Qualifikations- und Personalaspekte ausgerichtet sind, um die Auswirkungen dieser Mittelkürzung im Laufe der Zeit abzumildern. Dadurch soll ein effizientes Wissensmanagement sichergestellt werden, wobei die notwendigen kritischen Kompetenzen zu berücksichtigen sind, die erhalten oder ersetzt werden müssen. Außerdem sollen (im Rahmen der aktuell eingeschränkten Möglichkeiten) vielfältige neue Talente rekrutiert werden, um für die Zukunft hoch qualifiziertes Personal zu entwickeln, das im Einklang mit den sich weiterentwickelnden Prioritäten der JRC Innovationen erarbeiten kann.

Um innerhalb und außerhalb der JRC Kompetenz und Wissen im Nuklearbereich wirksamer zu bündeln, zielt die Strategie darauf ab, das Personalmanagement zu optimieren und die Fragmentierung zu verringern, indem ähnliche Forschungstätigkeiten an einzelnen Standorten in die JRC-Standorte integriert werden. Experimentelle Aktivitäten unter Verwendung von Nuklearmaterial und radioaktivem Material finden an lediglich zwei JRC-Standorten statt, in Geel (Belgien) und in Karlsruhe (Deutschland).

Empfehlungen zur Überwachung der Auswirkungen und der Effizienz

1. Die JRC sollte die Indikatoren für die Messung der Auswirkungen überprüfen und dabei aktuelle Initiativen der Kommission zur Reform der Forschungsbewertungsmethoden berücksichtigen.
2. Die JRC sollte wesentliche Leistungsindikatoren zur Messung der Effizienz ihrer Wissenschaft hinsichtlich der Unterstützung der Politik entwickeln.

Antwort der Kommission

Die Sachverständigengruppe erkannte Folgendes an: i) die Schwierigkeit, in einem Forschungskontext die Effizienz zu messen; und ii) die Anstrengungen, die die JRC in Reaktion auf die Empfehlung zur Zwischenbewertung unternommen hat, um ihre Kostenwirksamkeit nachzuweisen. Die JRC bewertete die Einbeziehung von Ressourcen und Ergebnissen, die sich aus ihrer Beteiligung an mehreren Projekten im Rahmen indirekter Maßnahmen ergeben, mit denen anderer Partner innerhalb des Konsortiums. Auch wenn die Interpretation dieser Vergleiche nicht immer eindeutig ist, stellte die JRC fest, dass ihre Kostenwirksamkeit ähnlich jener anderer Partner war. Die Sachverständigen wiesen ferner auf die kürzlich erfolgte Einführung einer gemeinsamen Projektmanagement-Methodik in der gesamten JRC und die Bündelung von Forschungstätigkeiten im Nuklearbereich in einer Richtung zum Zweck der Effizienzverbesserung hin.

Darüber hinaus wurde im Zuge der Ausarbeitung des Euratom-Programms für 2021-2025 ein vollständiger Satz von Wirkungsindikatoren überprüft und im Rahmen des Beschlusses des Rates in das Programm aufgenommen. Dazu gehören Indikatoren für kurz-, mittel- und langfristige Auswirkungen unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen, gesellschaftlichen, innovationsbezogenen und politischen Dimensionen.

Empfehlungen zu nuklearer Sicherheit, Sicherungsmaßnahmen und Kompetenzen

1. In Bezug auf SMR sollte sich die JRC neben der Untersuchung regulatorischer Aspekte auch auf Konzepte zu Aspekten der Sicherheit, von Sicherungsmaßnahmen und der Gefahrenabwehr im Zusammenhang mit diesen neuen Technologien konzentrieren.
2. Die JRC sollte ihre Fähigkeiten zur Unterstützung von Tätigkeiten im Zusammenhang mit derendlagerung abgebrannter Brennelemente stärken und Strategien zur Erfassung und zum Austausch bewährter Verfahren aus EU-weiten und nationalen Projekten mit allen EU-Mitgliedstaaten entwickeln.

Antwort der Kommission

Die Sachverständigengruppe erkannte an, dass die JRC durch den Aufbau und die Erhaltung von Kompetenzen in den Bereichen nukleare Sicherheit, Gefahrenabwehr und Sicherungsmaßnahmen der Politikgestaltung sowohl der EU als auch der Mitgliedstaaten gedient hat. Das Gremium forderte die JRC ferner auf, sich auch künftig auf eine Vielzahl von Herausforderungen und Antriebsfaktoren zu konzentrieren und auf sie zu reagieren, was insbesondere für neue Technologien wie SMR gilt, aber auch für i) die Stilllegung von KKW; ii) langfristige Aspekte des Betriebs; iii) die Cybersicherheit; iv) Sicherungsmaßnahmen; und v) den offenen Zugang zu nuklearen Infrastrukturen.

In Anerkennung der Tatsache, dass die Regulierung der nuklearen Sicherheit in die nationale Zuständigkeit fällt, hat die JRC im Rahmen der Umstrukturierung ihres Arbeitsprogramms die

Tätigkeiten in einem speziellen Ressort zu SMR zusammengefasst. Ziel dieses Ressorts ist es, den Schwerpunkt auf theoretische, simulationsbasierte und experimentelle Forschung und Entwicklung zu legen, um das Genehmigungsverfahren durch einen Beitrag zur Harmonisierung von Verfahren und Leitlinien auf EU-Ebene zu unterstützen. Andere Ressorts, beispielsweise NUCTEC, befassen sich mit anderen relevanten Themen wie dem langfristigen Betrieb von KKW und der Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle. Der offene Zugang zu nuklearen Infrastrukturen wird möglichst in die einschlägigen Forschungsprojekte einbezogen. Insgesamt gehören die oben genannten Antriebsfaktoren für neue Forschung zu den in der Nuklearstrategie der JRC genannten Prioritäten; hiervon teilweise ausgenommen ist die Stilllegung nukleartechnischer Anlagen. Sie ist Gegenstand eines gesonderten Dokuments¹⁶, in dem auf Folgendes eingegangen wird: i) operative Stilllegungsaktivitäten der JRC; ii) Verwaltung und Verbreitung von Erkenntnissen über die Stilllegung.

Die Sachverständigen hoben insbesondere die Gelegenheit hervor, die Auswahl der Ziele und Tätigkeiten zur Unterstützung der Politik im Bereich der nuklearen Sicherheit zu verbessern, um etwaigen Änderungen der Anforderungen an die Energiesysteme gerecht zu werden. Ferner betonten die Sachverständigen, dass die Sicherstellung der Kontinuität europäischer Ressourcen im Bereich der nuklearen Sicherheit und Gefahrenabwehr von entscheidender Bedeutung ist, um auf unerwartete Ereignisse und Krisen reagieren zu können. Die Aufmerksamkeit und Reaktion der JRC auf sich verlagernde Prioritäten und Anforderungen, sowohl im Bereich von Standards der nuklearen Sicherheit als auch der nuklearen Gefahrenabwehr, schlägt sich in der Entwicklung ihres eigenen Arbeitsprogramms nieder. Dies zeigt sich insbesondere in der Reaktion auf bestimmte Ereignisse, wie die Bewertung der nuklearen Sicherheit nach der Aggression Russlands und dem Einmarsch in die Ukraine. Die JRC half darüber hinaus auf der Grundlage strategischer Geschäftsanalysen und von Fachwissen zur Ausführkontrolle, das für die Zwecke der Nichtverbreitung entwickelt wurde, bei der Ausarbeitung von Sanktionen gegen Russland.

Empfehlungen zu Antizipation und Vorausschau

1. Die JRC sollte vorausschauende Aktivitäten im Zusammenhang mit der Kernenergie entwickeln, um den ökologischen Wandel zu unterstützen und die Widerstandsfähigkeit des Energiesystems zu fördern.
2. Die JRC sollte i) den Antizipationskapazitäten eine hohe Priorität einräumen, wie in der JRC-Strategie 2030 dargelegt; ii) ausreichende Ressourcen bereitstellen; und iii) eine Governance-Struktur einrichten, um die Anstrengungen zu optimieren.
3. Die JRC sollte Kapazitäten und Instrumente entwickeln, um sich auf künftige Schocks vorzubereiten und auf sie reagieren zu können. Zu diesem Zweck sollte sie in die Erhebung und Pflege von Daten über vergangene und künftige Schocks investieren.

Antwort der Kommission

Die JRC setzt die Antizipation im Rahmen ihrer Tätigkeiten im Nuklearbereich vorrangig um, indem sie i) den ständigen Kontakt zu ihren wichtigsten Partnern und Interessenträgern pflegt; und ii) die sich abzeichnenden Erfordernisse und Trends im Nuklearbereich sowohl auf EU-

Ebene als auch auf internationaler Ebene untersucht. Die JRC beteiligt sich außerdem an europäischen Technologieplattformen und Zusammenschlüssen, die die wichtigsten Interessenträger zusammenbringen und Leitlinien für Forschungsprioritäten in verwandten Nuklearbereichen bereitstellen.

Antizipation und Vorausschau sind in den Ressortansatz eingebettet und integrieren Aspekte im Zusammenhang mit der Antizipation von Krisen. Dies gilt für das Ressort zur Lage erfassung im Zusammenhang mit dem Krisenmanagement, das alle Kapazitäten der JRC für Risikoanalyse, Risikobewertung und Frühwarnung umfasst. Dazu gehören auch spezifische Tätigkeiten im Nuklearbereich wie der Betrieb der beiden Warnsysteme EURDEP und ECURIE.

Die Betonung der Vorausschau ist eine der Prioritäten, die in der Nuklearstrategie der JRC genannt werden. Ferner betreibt die Direktion für nukleare Sicherheit und Gefahrenabwehr der JRC ein eigenes Netzwerk zur Zukunftsforschung und verfolgt im Rahmen einer regelmäßigen strategischen Früherkennung („Horizon-Scanning“), die auch andere Direktionen außerhalb des Nuklearbereichs umfasst, eigene Aktivitäten. Zudem existieren Pläne für die Einführung eines „Zukunftsszenarios“ im Einklang mit ähnlichen Bemühungen der IAEA im Jahr 2022 in Bezug auf Sicherungsmaßnahmen. Vor Ende 2023 wurde ein perspektivischer Workshop mit externen Interessenträgern organisiert.

Die Leitung der JRC hat flexible Arbeitsmechanismen eingeführt, die es ermöglichen, Ressourcen zu bündeln, die normalerweise für Forschungs-, Koordinierungs- oder Unterstützungstätigkeiten in Reaktion auf unvorhergesehene Schocks vorgesehen sind.

Empfehlung zu Sicherungsmaßnahmen

1. Die JRC sollte ein starkes Forschungsprogramm für Sicherungsmaßnahmen und Nichtverbreitung im Nuklearbereich beibehalten.

Antwort der Kommission

Die Sachverständigen erkannten die wesentliche Rolle der JRC bei der Unterstützung und Entwicklung von Sicherungsmaßnahmen im Nuklearbereich und der Nichtverbreitung in der EU und weltweit an. Daher sollte sichergestellt werden, dass für die Versuchs- und Modellierungstätigkeiten ausreichend Personal und Infrastrukturen zur Verfügung stehen. Die Bedeutung der Aufrechterhaltung eines starken Forschungsprogramms im Bereich der Sicherungsmaßnahmen findet in der Nuklearstrategie der JRC ihren Niederschlag. Ein wichtiges Element ist in diesem Zusammenhang der direkte Beitrag der JRC zu den Euratom-Sicherungsmaßnahmen, die ausreichend qualifiziertes Personal und die Verfügbarkeit einer Infrastruktur zur Durchführung von Experimenten erfordern. Aufgrund der Kürzung der Haushaltssmittel und des Drucks mit Blick auf die Verfügbarkeit von Personal zielt die Nuklearstrategie darauf ab, alle experimentellen Aktivitäten und Laboratorien, in denen nukleares und radioaktives Material eingesetzt wird, auf zwei Forschungsstandorte (Karlsruhe und Geel) zu konzentrieren, und Möglichkeiten für eine gemeinsame Durchführung von Aktivitäten mit Euratom-Sicherungsmaßnahmen zu prüfen.

Die JRC unterhält ein starkes Forschungsprogramm für Sicherungsmaßnahmen und Nichtverbreitung, indem sie durch Vernetzung und Zusammenarbeit innerhalb der European Safeguards Research and Development Association mit wichtigen Akteuren in der EU zusammenarbeitet. Die JRC leistet zudem gegenüber der IAEA auch über das spezielle

Unterstützungsprogramm der Europäischen Kommission für Sicherungsmaßnahmen erhebliche wissenschaftliche und technische Unterstützung. Im Bereich der Nichtverbreitung stellt die JRC Fachwissen zu strategischen Fragen der Handelsbeschränkung zur Verfügung und vertieft weiter die Integration der Arbeit zwischen den nuklearen und nichtnuklearen Teilen ihres Arbeitsprogramms.