



Brussel, 28.11.2024
COM(2024) 549 final

**VERSLAG VAN DE COMMISSIE AAN HET EUROPEES PARLEMENT, DE RAAD
EN HET EUROPEES ECONOMISCH EN SOCIAAL COMITÉ**

Ex-postevaluatie van het Euratom-programma voor onderzoek en opleiding (2014–2020)

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

1 Inleiding

1.1 Doel van de evaluatie

Dit verslag bevat de resultaten van de ex-postevaluatie van de onderzoeks- en opleidingsprogramma's van Euratom voor de perioden 2014-2018¹ en 2019-2020² ("het programma")³. Met dit verslag wordt beoogd een analyse te maken van de grondgedachte, de uitvoering en de resultaten van het programma, alsook van de langetermijneffecten en de duurzaamheid van de in het kader van het programma genomen maatregelen, als input voor de voorbereiding en het ontwerp van toekomstige Euratom-programma's.

De evaluatie is gebaseerd op de wettelijke vereisten in de verordeningen tot vaststelling van de programma's⁴. De evaluatie is uitgevoerd door de Commissie met de hulp van onafhankelijke deskundigen die op basis van een transparant proces zijn geselecteerd. Het verslag is gestructureerd aan de hand van de belangrijkste evaluatievragen en eindigt met conclusies. In de bijlagen bij dit verslag zijn de bevindingen en aanbevelingen van de deskundigen en de opmerkingen van de Commissie zelf opgenomen. De evaluatie is onderbouwd met een uitgebreide hoeveelheid bewijsmateriaal, waaronder: i) vier thematische studies van deskundigen over acties onder contract in het kader van het programma (deze thematische verslagen zijn gebaseerd op projectverslagen, resultaten en gesprekken met coördinatoren); ii) het verslag van de groep van deskundigen van de Commissie voor eigen acties; en iii) een raadpleging van belanghebbenden. Het verslag gaat vergezeld van twee werkdocumenten van de diensten van de Commissie, een voor eigen acties en een voor acties onder contract. Deze twee werkdocumenten van de diensten van de Commissie bevatten een gedetailleerde beoordeling van de activiteiten van het programma, de gebruikte methodologie en de resultaten van de raadpleging van belanghebbenden. De belangrijkste beperking van deze evaluatie is dat elk beeld van de resultaten en effecten van het programma momenteel slechts gedeeltelijk kan zijn. De evaluatie vindt drie jaar na afloop van het programma plaats, terwijl bijna een derde van de projecten (29) in 2024 of 2025 zal worden afgerond. De belangrijkste uitdaging voor de beoordelaars is de lange tijd die nodig is voordat de effecten van projecten zichtbaar worden, wat de monitoring- en de evaluatieprocessen bemoeilijkt. Hoewel het programma heeft bijgedragen tot belangrijke onderzoeksresultaten, zal het nog langer duren voordat de wezenlijke effecten van deze onderzoeksresultaten (zoals de invoering van nieuwe oplossingen en technieken door exploitanten van kerncentrales en nieuwe ontwerpen of invloeden op het regelgevingskader) duidelijk worden. Deze

¹ Verordening (Euratom) nr. 1314/2013 van de Raad van 16 december 2013 tot vaststelling van een programma voor onderzoek en opleiding van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (2014-2018) ter aanvulling van het "Horizon 2020"-kaderprogramma voor onderzoek en innovatie (PB L 347 van 20.12.2013, blz. 948).

² Verordening (Euratom) 2018/1563 van de Raad van 15 oktober 2018 tot vaststelling van een programma voor onderzoek en opleiding van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (2019-2020) ter aanvulling van het Horizon 2020-kaderprogramma voor onderzoek en innovatie, en tot intrekking van Verordening (Euratom) nr. 1314/2013 (PB L 262 van 19.10.2018, blz. 1).

³ In artikel 7 van het Euratom-Verdrag, dat de rechtsgrondslag vormt voor onderzoeks- en opleidingsprogramma's, wordt de duur van deze programma's beperkt tot vijf jaar. Daarom worden Euratom-programma's, om de cyclus van zeven jaar van het meerjarig financieel kader van de EU te volgen, eerst voorgesteld als een vijfjarig programma, gevolgd door een programma met een looptijd van twee jaar.

⁴ Artikel 22, lid 1, van Verordening (Euratom) nr. 1314/2013 van de Raad en artikel 22, lid 1, van Verordening (Euratom) 2018/1563 van de Raad.

langetermijneffecten zijn ook moeilijker vast te stellen met de gebruikelijke indicatorsystemen en vereisen vaak complexe onderzoekswerkzaamheden om de output van eerdere projecten te koppelen aan eventuele effecten die zich vele jaren later en soms op verschillende technische gebieden voordoen. Er is sprake van gegevensbeperkingen als gevolg van problemen in verband met de beschikbaarheid van gegevens en de meetbaarheid van de resultaten. Om ervoor te zorgen dat zich minder dergelijke beperkingen voordoen, worden de gegevensbronnen van de werkdocumenten van de diensten van de Commissie daarin op transparante wijze vermeld.

1.2 Het onderzoeks- en opleidingsprogramma van Euratom (2014-2020)

Het programma was het belangrijkste financieringsprogramma van de EU voor nucleair onderzoek in deze periode, met een begroting zoals weergegeven in de onderstaande tabel.

	Programma voor 2014-2018 (in EUR)	Programma voor 2019-2020 (in EUR)	Totaal (in EUR)
Eigen acties (uitsluitend kernsplijting)	559 562 000	268 807 000	828 369 000
Acties onder contract (kernsplijting)	315 535 000	151 579 000	467 114 000
Acties onder contract (kernfusie)	728 232 000	349 834 000	1 078 066 000
<i>Totaal</i>	<i>1 603 329 000</i>	<i>770 220 000</i>	<i>2 373 549 000</i>

In het programma werd de nadruk gelegd op het handhaven van de hoogste normen voor nucleaire veiligheid en het behouden van de geschoolde arbeidskrachten op nucleair gebied in de EU. Daartoe was het programma gericht op: i) het ondersteunen van onderzoek en opleiding; ii) het verbeteren van de veiligheid van bestaande en toekomstige kerncentrales; en iii) het verbeteren van de bescherming tegen ioniserende straling, onder meer door een veilig beheer van radioactief afval en een veilige buitengebruikstelling. Met het programma werd ook de ontwikkeling van kernfusie-energie gefinancierd: een langetermijnoptie voor

Tekstvak 1. Specifieke doelstellingen voor de Euratom-programma's 2014-2020

Acties onder contract (onderzoekssubsidies)

1. Veiligheid van nucleaire systemen
2. Oplossingen voor het beheer van radioactief afval
3. Nucleaire expertise en excellentie in de EU
4. Stralingsbescherming en medische toepassingen voor straling
5. Aantonen van de haalbaarheid van kernfusie als energiebron
6. Voorbereidingen voor toekomstige kernfusie-installaties
7. Innovatie en concurrentievermogen van de industrie
8. Onderzoeksinfrastructuren met pan-Europese relevantie

Eigen acties (door het Gemeenschappelijk Centrum voor onderzoek)

1. Kernreactor- en brandstofveiligheid, beheer van radioactief afval, buitengebruikstelling en paraatheid bij noodsituaties
2. Nucleaire beveiliging (veiligheidscontroles, non-proliferatie, bestrijding van illegale handel en nucleair forensisch onderzoek)
3. Fundamenteel kernwetenschappelijk onderzoek met het oog op normalisering
4. Kennisbeheer, onderwijs en opleiding
5. Het Uniebeleid inzake nucleaire veiligheid en beveiliging ondersteunen

grootschalige, koolstofarme elektriciteitsopwekking, waarmee in de toekomst aan de vraag naar energie zou kunnen worden voldaan. Nadere bijzonderheden over de specifieke doelstellingen van het programma zijn te vinden in tekstvak 1.

Het programma werd uitgevoerd door middel van: i) eigen acties op het gebied van kernsplijting in de vorm van onderzoek door het Gemeenschappelijk Centrum voor onderzoek (JRC) van de Commissie; ii) acties onder contract op het gebied van kernsplijting en kernfusie door middel van onderzoek via aanbestedingsberichten (op het gebied van veiligheid van kernsplijting, afvalbeheer en stralingsbescherming); en iii) een grootschalige cofinancieringsactie met genoemde begunstigen op het gebied van kernfusie-energie, beheerd door het directoraat-generaal Onderzoek en Innovatie (RTD) van de Commissie. Het Euratom-onderzoek naar kernsplijting valt onder zowel eigen acties als acties onder contract, terwijl al het Euratom-onderzoek naar kernfusie-energie onder door het DG RTD beheerde acties onder contract valt.

De Commissie voert sinds 1959 onderzoeks- en opleidingsprogramma's van Euratom uit. In de verordeningen van de Raad tot vaststelling van deze programma's zijn de hoofdlijnen van de acties en het indicatieve financiële bedrag voor de financiering ervan uiteengezet. De Euratom-werkprogramma's voor eigen acties en acties onder contract worden vastgesteld door de Commissie. In die werkprogramma's worden de gedetailleerde prioriteiten, de begroting en de te gebruiken instrumenten vastgesteld, gewoonlijk voor een periode van twee jaar.

2 Samenvatting van de belangrijkste conclusies

2.1 Relevantie van het programma

De algemene doelstelling van het programma voor 2014-2020 was het verrichten van onderzoeks- en opleidingsactiviteiten op het gebied van kernenergie, met de nadruk op voortdurende verbetering van nucleaire veiligheid en beveiliging en stralingsbescherming. Daarnaast werd er met het programma naar gestreefd om het energiesysteem op de lange termijn op efficiënte, veilige en betrouwbare wijze koolstofvrij te maken. De doelstellingen en het toepassingsgebied van het programma waren gebaseerd op het compromis dat de Raad na het kernongeval in Fukushima in maart 2011 sloot. In overeenstemming met dit compromis was het programma erop gericht het veilige gebruik van nucleaire technologieën te waarborgen, waarbij het juiste evenwicht moest worden gevonden tussen de noodzaak om de veiligheid van bestaande nucleaire technologieën in Europa te ondersteunen en de noodzaak om de veiligheid in de toekomst te ondersteunen.

Uit de resultaten van de evaluatie blijkt dat met het programma zeer relevante onderzoeks- en opleidingsacties op het gebied van nucleaire veiligheid, beveiliging en stralingsbescherming werden ondersteund om ervoor te zorgen dat Europa aan de hoogste normen op deze gebieden voldoet. Tegelijkertijd werd met het programma bijgedragen tot het koolstofvrij maken van het energiesysteem van de EU op de lange termijn door te voorzien in een kennisbasis en oplossingen voor: i) de langetermijnexploitatie van bestaande kerncentrales; ii) de ontwikkeling van kernfusie-energie; en iii) de veiligheidsanalyse voor geavanceerde nucleaire systemen. Uit de raadpleging bleek dat het programma ook relevant was voor belanghebbenden op het gebied van onderzoek en eindgebruikers van nucleair onderzoek, dat wil zeggen de nucleaire industrie, exploitanten van energiecentrales en veiligheidsautoriteiten. De relevantie van de in de werkprogramma's voorgestelde acties bleek ook uit de

aanhoudende belangstelling voor de aanbestedingsberichten. In overeenstemming met de werkprogramma's werd met het programma een portefeuille gefinancierd van 96 onderzoeks- en opleidingsprojecten, 3 Europese gezamenlijke programma's (European joint programmes, EJP's) en JRC-acties ter ondersteuning van onderzoek dat relevant is voor specifieke doelstellingen (zie onderstaande tabel).

Specifieke doelstelling	In de periode 2014-2020 gestarte Euratom-acties onder contract
Nucleaire veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> – Veiligheid van bestaande kerncentrales en andere nucleaire installaties, met inbegrip van langetermijnexploitatie: 32 projecten – Veiligheid van geavanceerde nucleaire systemen: 13 projecten – Buitengebruikstelling en ontmanteling: 7 projecten – Andere projecten op het gebied van veiligheid: 6 projecten
Beheer van radioactief afval	<ul style="list-style-type: none"> – Geologische berging van verbruikte splijtstof en langlevend radioactief afval, aan opslag voorafgaand onderzoek: gezamenlijk programma EURAD en PREDIS-project – Specifieke wetenschappelijke en technologische kwesties op het gebied van de karakterisering, behandeling, berging en monitoring van afval: 13 projecten
Nucleaire expertise en excellentie	Ondersteuning van opleidings- en mobiliteitsactiviteiten met het oog op het behoud van multidisciplinaire nucleaire vaardigheden: 15 projecten (daarnaast werd in het kader van alle door Euratom gefinancierde onderzoeks- en innovatieacties ongeveer 4-5 % van het budget aan opleiding (op doctoraatsniveau en lager) besteed)
Stralingsbescherming en medische toepassingen voor straling	<ul style="list-style-type: none"> – Onderzoek naar de risico's van lage stralingsdoses als gevolg van industriële, medische of milieublootstelling: gezamenlijk Euratom-programma CONCERT, RadoNorm-project – Optimalisering van stralingsbescherming bij medische toepassingen van ioniserende straling (beeldvorming, radiotherapie): 4 projecten – Onderzoek naar het veiligstellen van de EU-productie van medische radio-isotopen in onderzoeksreactoren: 1 project
Kernfusie-energie (haalbaarheid, voorbereidingen voor toekomstige kernfusie-installaties, innovatie)	<ul style="list-style-type: none"> – Invoering van een nieuwe organisatie voor kernfusieonderzoek (het EUROfusion-consortium) – De ontwikkeling en uitvoering van de routekaart met de nadruk op: 1) experimenten met kernfusiemachines als basis voor extrapolaties naar ITER en kernfusie-installaties; 2) de ontwikkeling van het ontwerp van elektriciteitscentrales en technologieën voor toekomstige kernfusie-installaties (materialen, kweekmantels enz.) – Overdracht van kernfusietechnologie aan de industrie (EUROfusion-actie)
Onderzoeksinfrastructuren	Steun voor de kwalificatie van innovatieve splijtstoffen voor onderzoeksreactoren (2 projecten), het waarborgen van toegangsrechten tot toekomstige onderzoeksreactoren (1 project), steun voor het gecoördineerde gebruik van onderzoeksreactoren in Europa (1 project), voorbereidingen met betrekking tot IFMIF-DONES (1 project)

Acties onder contract (onderzoekssubsidies en opleidingsacties)

a) Veiligheid van nucleaire systemen

In het kader van het programma werden projecten op het gebied van kernsplijtingsonderzoek gefinancierd die gericht waren op cruciale veiligheidsgerelateerde kwesties (waaronder kwesties als de operationele veiligheid van kerncentrales en veiligheidskenmerken voor nieuwe ontwerpen), in overeenstemming met de werkprogramma's en op basis van feedback uit lopend onderzoek. De stijgende gemiddelde leeftijd van de kerncentrales in Europa vereiste — en vereist nog steeds — bijzondere aandacht voor de veroudering ervan en exploitatiestrategieën voor de lange termijn. Er is onderzoek nodig om inzicht te krijgen in de mechanismen van aantasting van veiligheidsrelevante componenten en de gevolgen van deze

aantasting voor de algemene veiligheid. De door dit onderzoek gegenereerde kennis kan bijdragen tot een wetenschappelijk onderbouwde beoordeling van de veiligheidsmarges en kan een tijdige verbetering van de veiligheid mogelijk maken. De voorspellende instrumenten en beoordelingsmethoden die met dit soort onderzoek worden geproduceerd, zullen periodieke veiligheidsbeoordelingen van bestaande nucleaire installaties ten goede komen. Zij zullen de regelgevers ook helpen bij het beoordelen van nieuwe ontwerpen. Uit het door het programma gefinancierde onderzoek, met name onderzoek naar het mogelijk maken van de langetermijnexploitatie van kerncentrales, is ook gebleken dat nucleair onderzoek aanzienlijke horizontale voordelen heeft voor het energie- en klimaatbeleid en voor de zekerheid van de energievoorziening.

b) Ontwikkeling van veilige oplossingen voor de langere termijn voor het beheer van radioactief afval

Onderzoeksacties die in het kader van latere Euratom-werkprogramma's werden gestart, waren bedoeld om de lidstaten te helpen bij het aanpakken van belangrijke kwesties met betrekking tot het veilige en doeltreffende beheer van radioactief afval in de EU, zoals vereist op grond van Richtlijn 2011/70/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval. Deze onderzoeksacties hadden onder meer betrekking op: i) de veiligheid van toekomstige faciliteiten voor geologische berging; ii) het conditioneren van radioactief afval; iii) het gedrag op lange termijn van verbruikte splijtstof op een opslagplaats; en iv) de sanering van buiten gebruik gestelde locaties. De acties van het programma waren ook gericht op gezamenlijke programmering op dit gebied om de lidstaten te helpen hun nationale afvalprogramma's te ontwikkelen en uit te voeren.

c) Ontwikkeling en instandhouding van nucleaire expertise en excellentie in de EU

Met het programma werden specifieke acties gefinancierd om kritieke vaardigheden en capaciteiten in de nucleaire sector op peil te houden. In overeenstemming met de werkprogramma's werd in het kader van het programma bovendien een deel van de begroting voor alle onderzoeks- en innovatieacties daartoe bestemd. Het gebruik van nucleaire technologieën op alle toepassingsgebieden en nucleaire veiligheid en beveiliging vereisen zeer gespecialiseerde arbeidskrachten en het behoud van de kennisbasis. De algemene personeelssituatie in de EU was — en is nog steeds — in gevaar als gevolg van pensioneringen en een afname van het aantal studenten dat relevante vakken studeert.

d) Stralingsbescherming en de ontwikkeling van medische toepassingen voor straling

Via oproepen tot het indienen van voorstellen werden met het programma acties gefinancierd die: i) een beter inzicht in de schadelijke effecten van straling van natuurlijke en kunstmatige bronnen mogelijk hebben gemaakt; en ii) hebben bijgedragen tot de uitbreiding van de nuttige toepassingen van stralingstechnologieën, met name op medisch gebied (beeldvorming en radiotherapie). De in de periode 2014-2020 voor financiering geselecteerde acties omvatten met name het Europese gezamenlijke programma (EJP) CONCERT⁵. In het kader van dit EJP werd een nieuwe aanpak gevolgd die wordt bevorderd door Europese platforms voor onderzoek naar stralingsbescherming op de volgende vijf belangrijke gebieden: risico's bij lage doses; dosimetrie; noodsituaties en paraatheid; radio-ecologie; en medische toepassingen.

⁵ Sinds Horizon Europa en het Euratom-programma 2021-2025 worden EJP's Europese partnerschappen genoemd. Hier wordt de terminologie van de Euratom-programma's van de periode 2014-2020 gebruikt.

Om te bepalen welke mechanismen een rol spelen bij deze risico's en om de risico's van latente vormen van kanker en vaatziekten bij deze lage doses te kwantificeren, is nader multidisciplinair onderzoek nodig waarbij verschillende wetenschappelijke gemeenschappen worden geïntegreerd.

e) Onderzoek op het gebied van kernfusie-energie (aantonen van de haalbaarheid, voorbereidingen voor elektriciteitscentrales)

In de evaluatie wordt gewezen op het belang van door Euratom gefinancierde acties om vooruitgang te boeken in de richting van twee van de specifieke doelstellingen van het programma: het aantonen van de haalbaarheid van kernfusie als energiebron en het voorbereiden voor toekomstige kernfusie-installaties. Om deze vooruitgang te bereiken (97 % van de mijlpalen werden in 2020 bereikt) was voor de organisatie van door Euratom gefinancierd kernfusieonderzoek een nieuwe aanpak nodig, zoals voorgeschreven door de verordening van de Raad. In 2014 richtten Europese kernfusielaboratoria een nieuwe onderzoeksorganisatie op, het EUROfusion-consortium, dat een EJP uitvoerde dat gericht was op de routekaart voor kernfusie en gebaseerd was op acht thematische “missies”. De routekaart voor kernfusie vormde een alomvattende, gedetailleerde en doelgerichte aanpak voor de ontwikkeling van kernversmelting na magnetische opsluiting als energiebron. De uitvoering ervan maakte aanzienlijke vooruitgang mogelijk bij het leggen van de wetenschappelijke basis voor de bouw en exploitatie van ITER⁶, het internationale onderzoeksproject inzake kernfusie, en het bevorderen van de technische basis voor een toekomstige kernfusie-installatie. Dankzij de nieuwe organisatie konden nationale laboratoria met aanzienlijke nationale cofinanciering (45 % van de begroting van het consortium) hun krachten bundelen bij de exploitatie van gemeenschappelijke onderzoeksfaciliteiten door 5 815 onderzoekers, ingenieurs en ondersteunende personeelsleden (734 actieve doctoraatsstudenten in 2020), wat leidde tot een grote verscheidenheid aan ontdekkingen en kenniscreatie (aan de hand van 5 350 collegiaal getoetste publicaties). De relevantie van EUROfusion-acties werd bevestigd door ITER en het Wetenschappelijk en Technisch Comité van Euratom.

Eigen acties van het JRC

Uit de ex-postevaluatie is gebleken dat de eigen acties relevant zijn voor de specifieke doelstellingen van het programma, namelijk: i) de verbetering van de nucleaire veiligheid en nucleaire beveiliging; ii) de bevordering van de excellentie in fundamenteel kernwetenschappelijk onderzoek met het oog op normalisering; iii) de bevordering van kennisbeheer, onderwijs en opleiding; en iv) de ondersteuning van beleid op nucleair gebied. Door deze doelstellingen te verwezenlijken, heeft het nucleair onderzoek van het JRC bijgedragen tot het aanpakken van bestaande behoeften en uitdagingen op nucleair gebied, waardoor het nog steeds relevant is. De relevantie ervan werd voortdurend: i) gewaarborgd door noodzakelijke wijzigingen in het halfjaarlijkse werkprogramma van het JRC; ii) getoetst aan de specifieke doelstellingen van het programma; en iii) aangepast aan veranderingen in het nucleaire landschap.

⁶ Zie <https://www.iter.org/>.

Tijdens de evaluatieperiode werd de relevantie van de activiteiten van het JRC ook geverifieerd aan de hand van zijn onderzoek naar nucleaire materialen. Dankzij dit onderzoek werd: i) de veiligheidsanalyse voor de mogelijke langetermijnexploitatie van de huidige nucleaire installaties van de EU versterkt; en ii) de basis gelegd voor de veiligheidsbeoordeling van nieuwe nucleaire ontwerpen zoals kleine modulaire reactoren (small modular reactors, SMR's). Rechtstreeks onderzoek naar referentiematerialen heeft bijgedragen tot de harmonisatie van de meting van radioactiviteit in het milieu binnen en buiten de EU, zodat de algemene doelstelling van meer normalisatie is verwezenlijkt. De deskundigheid van het JRC heeft ook geholpen bij de uitvoering van het Euratom-systeem van nucleaire veiligheidscontroles. In 2014-2020 heeft de ontwikkeling door het JRC van het Eusectra-opleidingscentrum een belangrijke rol gespeeld bij het verwezenlijken van de doelstelling om de capaciteiten op het gebied van nucleaire veiligheid in de EU-lidstaten te versterken door meer dan 1 600 eerstelijnsfunctionarissen en rechtshandavingsfunctionarissen op het gebied van nucleaire detectie en forensisch onderzoek op te leiden. De bewezen deskundigheid van en het baanbrekende onderzoek door het JRC, mogelijk gemaakt door de eigen acties op het gebied van medische toepassingen van nucleaire wetenschap, hadden ook een aanzienlijke impact op de behandeling van kanker.

Het JRC heeft met zijn activiteiten de volgende doelstellingen ondersteund: i) het opbouwen en op peil houden van essentiële vaardigheden; en ii) het ondersteunen van kennisbeheer op het gebied van nucleaire veiligheid, beveiliging en veiligheidscontroles in de EU. Dit werd voor een groot deel ook mogelijk gemaakt via het programma voor open toegang tot zijn onderzoeksfaciliteiten, dat tijdens de evaluatieperiode ten goede kwam aan 84 instellingen uit 23 lidstaten en geassocieerde landen, waarbij 140 wetenschappelijke publicaties werden opgesteld en de voltooiing van 64 academische proefschriften als directe output mogelijk werd gemaakt.

Met de onafhankelijke technische en wetenschappelijke expertise die het JRC via het programma heeft verworven, werden andere DG's van de Europese Commissie op drie uitvoeringsgebieden ondersteund. Hiermee werd de uitvoering ondersteund van de richtlijnen van de Raad inzake nucleaire veiligheid⁶, het beheer van radioactieve afvalstoffen en bestraalde splijtstof⁷, de overbrenging van radioactieve afvalstoffen en bestraalde splijtstof⁷ en basisnormen voor de bescherming⁸. Met de technische en wetenschappelijke expertise van het JRC werd ook bijgedragen tot de uitvoering van het instrument voor samenwerking op het gebied van nucleaire veiligheid⁸ en werden nucleaire en radiologische aspecten behandeld van het instrument voor bijdrage aan stabiliteit en vrede⁹.

Om de doelstellingen van het programma te verwezenlijken, neemt het JRC deel aan passende fora, netwerken en technologische platforms, zoals: i) het Technologieplatform voor duurzame kernenergie (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform, SNE-TP); ii) het

⁷ Richtlijn 2006/117/Euratom van de Raad van 20 november 2006 betreffende toezicht en controle op overbrenging van radioactieve afvalstoffen en bestraalde splijtstof.

⁸ Verordening (Euratom) nr. 237/2014 van de Raad van 13 maart 2013 tot vaststelling van een instrument voor samenwerking op het gebied van nucleaire veiligheid.

⁹ Verordening (EU) nr. 230/2014 van het Europees Parlement en de Raad van 11 maart 2014 tot vaststelling van een instrument voor bijdrage aan stabiliteit en vrede.

Technologisch platform Implementatie van geologische berging van radioactief afval (Implementing Geological Disposal for radioactive waste Technology Platform, IGD-TP); iii) het gezamenlijke programma voor nucleaire materialen van de Europese alliantie voor energieonderzoek (European Energy Research Alliance, EERA); en iv) de vereniging voor het Europees Netwerk voor Nucleair Onderwijs. Het JRC heeft ook samenwerkingsinstrumenten afgesloten met verschillende partners, waaronder: i) belangrijke belanghebbenden van onderzoeksinstellingen in de EU; ii) internationale partners (zoals de Internationale Organisatie voor Atoomenergie (IAEA) en het Agentschap voor kernenergie van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO-NEA)); en iii) instellingen uit derde landen, zoals het Amerikaanse ministerie van Energie of het Japanse Agentschap voor Atoomenergie. Het doel van de instrumenten voor samenwerking met deze partners is het identificeren van de kritieke gebieden van nucleair onderzoek waarop de nucleaire activiteiten van het JRC het relevantst zijn en van cruciaal belang zijn voor de Euratom-gemeenschap.

2.2 Doeltreffendheid van het programma

Uit gegevens van voltooide en lopende acties blijkt dat met eigen acties en acties onder contract een tastbare bijdrage is geleverd aan de verwezenlijking van alle doelstellingen van het programma over de hele linie¹⁰.

Acties onder contract — kernsplijting

Eind 2020 had de Commissie vijf oproepen tot het indienen van voorstellen voor kernsplijtingsonderzoek gepubliceerd. Er werden 98 projecten geselecteerd, waarbij naar schatting ongeveer 8 000 mensen werkzaam waren, waaronder 200 wetenschappelijke managers (2,5 % van de 8 000 betrokkenen), 5 000 ervaren onderzoekers (62,5 %), 500 onderzoekers (6,25 %), 800 doctoraatsstudenten die gedeeltelijk of voltijds aan een project deelnamen (10 %) en 1 500 personen in andere sectoren (ingenieurs, technici, administratieve ondersteuning) (18,75 %).

De projecten op het gebied van nucleaire veiligheid hebben veel relevante resultaten opgeleverd. In sommige gevallen hebben deze resultaten geleid tot aanzienlijke vooruitgang met betrekking tot de oorspronkelijke stand van de techniek op de belangrijkste gebieden van de veiligheid en exploitatie op de lange termijn van bestaande kerncentrales, toekomstige concepten en buitengebruikstelling. De belangrijkste resultaten zijn onder meer:

- het opzetten van geavanceerde computermodellen en simulaties voor veiligheidsanalyse — ook in geval van ernstige ongevallen — van verschillende reactorsystemen (de tweede en de derde generatie kerncentrales);
- het opstellen van strategieën voor het beheer van ernstige ongevallen om ervoor te zorgen dat de kern van de gesmolten reactor in het vat blijft;

¹⁰ Voor verdere bijzonderheden, zie de begeleidende werkdocumenten van de diensten van de Commissie.

- de bijdrage aan de veiligheidsdemonstratie en -beoordeling van reactoren van de vierde generatie met een generiek ontwerp en aan het testen en kwalificeren van veiligheidsrelevante componenten;
- de productie van databanken over ongevalsscenario's voor alle bestaande en nieuwe typen kerncentrales in Europa;
- de productie van databanken over bestraalde stoffen en modellen voor de beoordeling van de integriteit op de lange termijn van primaire systemen en componenten;
- het opstellen van protocollen voor vermoeidheidstests van componenten van kerncentrales;
- het ontwerpen en testen van innovatieve back-upkoelsystemen die in bestaande kerncentrales kunnen worden ingebouwd en in toekomstige kerncentrales kunnen worden opgenomen;
- de ontwikkeling van geavanceerde materialen voor nucleaire systemen, met inbegrip van computermodellen om de stralingseffecten te evalueren, en de ontwikkeling van nieuwe constructiematerialen en de stresstests daarvan;
- instrumenten en methoden voor een veilige buitengebruikstelling en ontmanteling, die de risico's moeten verminderen.

In sommige gevallen worden de output en de resultaten reeds gebruikt door belanghebbenden bij het project (industrieën, nutsbedrijven, transmissienetbeheerders, veiligheidsinstanties enz.) en eindgebruikers.

Het programma was succesvol op het gebied van stralingsbescherming door: i) voor het eerst verschillende onderzoeksplatforms, -organisaties en -instellingen in de EU samen te brengen; en ii) de allereerste gezamenlijke routekaart voor stralingsbescherming te ontwikkelen. De lessen die uit de opstelling van deze eerste routekaart zijn getrokken, komen reeds tot uiting in de ontwikkeling van een specifiekere strategische onderzoeksagenda (strategic research agenda, SRA) op medisch gebied in het kader van het project EURAMED Rocc-n-Roll. Daarnaast heeft het CONCERT-platform de allereerste oproepen gedaan waarbij gebruik werd gemaakt van de lessen die waren getrokken uit andere oproepen in het kader van EJP's. Parallel aan het opstellen van de strategische onderzoeksagenda werden 13 projecten voor fundamenteel onderzoek met succes uitgevoerd, met veelbelovende resultaten. Met het programma is een duidelijke bijdrage geleverd aan de risicobeoordeling, de optimalisering van de stralingsbescherming en het beheer van zowel radon als van nature voorkomend radioactief materiaal (naturally occurring radioactive materials, NORM).

In de periode 2014-2020 werden er belangrijke resultaten geboekt op het gebied van de geologische berging van radioactief afval en verbruikte splijtstof, zoals: i) het verlenen van vergunningen voor opslagplaatsen in kristallijn gesteente in Finland en Zweden; ii) de aanvraag voor een bouw- en exploitatievergunning voor een opslagplaats in klei in Frankrijk; en iii) vooruitgang op het gebied van de locatiekeuze (bv. in Zwitserland). Dit duidt erop dat verschillende concepten van geologische opslagplaatsen in verschillende gastgesteenten de nodige wetenschappelijke en technologische rijpheid hebben bereikt om de veiligheidsbeoordeling en de industriële toepassing te ondersteunen. In deze geavanceerde

lidstaten waren sterke nationale programma's voor onderzoek en ontwikkeling en Euratom-projecten die in de loop van de decennia gefinancierd werden, met inbegrip van de onderzochte projecten, van essentieel belang om de huidige status te bereiken met betrekking tot de uitvoering van opslagplaatsen voor verbruikte splijtstof en hoogradioactief afval. In de opeenvolgende programma's werden de onzekerheden (bv. met betrekking tot bergingsprestaties en veiligheidsmarges) geleidelijk vastgesteld en op het juiste niveau aangepakt. De kennisbasis maakte het dan ook mogelijk om een solide beeld te krijgen van de veiligheid. De eerste stappen zijn nu gezet om gebieden voor optimalisering en potentiële technologische innovaties in kaart te brengen.

Acties onder contract — kernfusie

Hoewel kernfusie-energie een langetermijninspanning blijft, blijkt uit de evaluatie dat het EUROfusion-consortium in de periode 2014-2020 stapsgewijze vooruitgang heeft geboekt naar aanleiding van het stappenplan en 97 % van de mijlpalen voor 2014-2020 heeft bereikt.

Het EUROfusion-consortium heeft ook de risico's aanzienlijk verminderd en de verwachte ITER-prestaties verbeterd, waardoor het vertrouwen is toegenomen dat ITER, zodra het is voltooid, zijn basisdoelstellingen zal halen. Het record van 59 MJ kernfusie-energie dat op 21 december 2021 in de Joint European Torus (JET) werd bereikt, is een duidelijk succes en een belangrijke verwezenlijking van het programma. Het resultaat van de JET voorziet in de kerndoelen en geïntegreerde scenario's voor ITER en wordt ondersteund door aanzienlijke vooruitgang ten aanzien van het inzicht in de plasmafysica van insluiting. Voorspellende simulatie-instrumenten zijn gevalideerd aan de hand van experimentele resultaten in verschillende laboratoria in Europa.

Er is ook vooruitgang geboekt op het gebied van specifieke technologieën voor toekomstige kernfusie-installaties (materialen, kweekmantels enz.) en de ontwerpinspanningen van DEMO¹¹. Er zijn kandidaatmaterialen geselecteerd voor alle componenten van toekomstige kernfusiereactoren, waarvoor een testfaciliteit voor kernfusiematerialen nodig is. De technische werkzaamheden achter het pre-conceptuele ontwerp van DEMO hebben veel meer duidelijkheid verschaft over zowel een aantal kritieke ontwerpkeuzes als de algemene uitdaging op het gebied van de integratie.

Het DEMO-onderzoek heeft echter nog niet geleid tot een conceptueel ontwerp met een voldoende laag risico om over te gaan tot het technische ontwerp, met name wat betreft scenario's op het gebied van plasma en vermogensregeling.

Op het gebied van onderwijs en opleiding laten de gegevens van EUROfusion een positieve trend zien in het aantal doctoraten die gewijd zijn aan relevante onderwerpen wordt gewerkt (stijging met 9 % op jaarbasis tot 734 doctoraatsstudenten in 2020) en gepromoveerde bursalen (stijging van 100 % tot 34 per jaar in 2020). Hiermee moet het aantal onderzoekers op het gebied van kernfusie op een niveau worden gehouden dat nodig is voor de uitvoering van de routekaart.

¹¹ De energiecentrale DEMOnstration, zie voor meer informatie <https://euro-fusion.org/programme/demo/>.

Over het geheel genomen is het door het programma ondersteunde kernfusieonderzoek een stap om ervoor te zorgen dat de EU over de kennis en vaardigheden beschikt om ITER te exploiteren zodra deze is voltooid, terwijl tegelijkertijd vooruitgang wordt geboekt ten aanzien van de wetenschappelijke en technische basis van een toekomstige kernfusie-installatie. Deze tweeledige doelstellingen waren — en blijven — van fundamenteel belang voor de ontwikkeling van kernfusie als energiebron. De relevantie van deze acties wordt nog duidelijker wanneer deze worden gezien in een recentere context, die wordt gekenmerkt door: i) de intensivering van de internationale concurrentie op het gebied van kernfusieonderzoek, onder meer wat betreft de wedloop om talent; ii) de opkomst van een particuliere sector die actief is op dit gebied, met inbegrip van start-ups; en iii) een grote belangstelling van beleggers.

Eigen acties — kernsplijting

Bij de evaluatie van de doeltreffendheid van de JRC-activiteiten werd het effect van het JRC op de wetenschap en de beleidsvorming op de door de specifieke doelstellingen van het programma vastgestelde gebieden bevestigd. De bijdrage van het JRC was zelfs van groot belang bij het vormgeven en ondersteunen van de uitvoering van EU-beleid op die gebieden, zoals blijkt uit de volgende specifieke casestudy's, die door onafhankelijke deskundigen werden geselecteerd en geëvalueerd. Deze activiteiten dragen bij tot de effectieve verwezenlijking van elk van de specifieke doelstellingen die voor de eigen acties zijn vastgesteld, zoals blijkt uit de volgende casestudy's:

- het Clearinghouse on Operating Experience Feedback (uitwisselingsplaats voor operationele ervaring) van de EU voor kerncentrales;
- de deelname van het JRC aan het Europees verbond voor veiligheidscontroleonderzoek en ontwikkeling;
- de open toegang tot de nucleaire onderzoeksfaciliteiten van het JRC;
- onderzoek naar gerichte alfatherapie;
- de kenniscentra voor CBRN-dreigingen (chemische, biologische, radiologische en nucleaire dreigingen);
- onderzoek naar de karakterisering van verbruikte splijstof om de veiligheidsbeoordeling van verlengde tijdelijke opslag te helpen verbeteren;
- steun voor de uitvoering van het instrument voor samenwerking op het gebied van nucleaire veiligheid (Instrument for Nuclear Safety Cooperation, INSC);
- de uitvoering van het instrument voor bijdrage aan stabiliteit en vrede.

De geëvalueerde activiteiten werden geacht in meer dan 90 % van de gevallen maatschappelijke effecten op de lange termijn te hebben, waarbij milieu-, sociale of gezondheidskwesties werden aangepakt. In de evaluatie werd ook gewezen op een verbetering van de interacties van het JRC met belanghebbenden en van de relevantie ervan voor het beleid. Het JRC heeft een merkbare bijdrage geleverd aan de wetenschappelijke kennis, door goed geciteerde en collegiaal getoetste werken te produceren die in toonaangevende

wetenschappelijke tijdschriften zijn gepubliceerd. Over het algemeen is het JRC, op basis van de beoordeling van zijn onderzoeksactiviteiten, een bekwame en doeltreffende wetenschaps- en kennisdienst.

Doelstelling 1: de nucleaire veiligheid verbeteren (met inbegrip van kernreactor- en brandstofveiligheid, afvalbeheer en het voorbereid zijn op noodsituaties)

Het JRC-onderzoek heeft bijgedragen tot de verbetering van de veiligheid van kernreactoren en brandstoffen, en de veiligheidsbeoordeling van verouderde kerncentrales voor langetermijnexploitatie ondersteund door middel van de ontwikkeling van software voor het modelleren van ongevallen; instrumenten en referentiegegevens; en codes. Dit onderzoek diende ook de veiligheids- en prestatieanalyse van conventionele splijtstoffen. Via het Clearinghouse on Operating Experience Feedback van de EU, dat door het JRC wordt beheerd, is de nucleaire veiligheid verbeterd door: i) beste praktijken te delen; ii) actuele studies te verrichten; en iii) gegevens en analyses over incidenten in nucleaire installaties bij te houden. Het JRC heeft ook technische expertise verstrekt om het EURDEP-systeem voor de uitwisseling van radiologische gegevens en het ECURIE-systeem voor vroegtijdige kennisgeving van een stralingsongeval of noodsituatie in stand te houden en te exploiteren, en zo de uitvoering van Beschikking 87/600 van de Raad (ECURIE-regeling) en Aanbeveling 2000/473/Euratom te ondersteunen.

Wat innovatieve technologieën en systemen van de vierde generatie betreft, heeft het JRC ondersteunend en toegepast onderzoek uitgevoerd, waarbij de nadruk lag op het beheer van radioactief afval, nucleaire veiligheid en de proliferatiebestendigheid van geavanceerde nucleaire systemen. Dit onderzoek draagt bij tot de veiligheidsbeoordeling van innovatieve nucleaire technologieën. De ontwikkeling en potentiële toekomstige bijdrage van deze technologieën aan een duurzaam energiesysteem (in de lidstaten die besluiten ze te gebruiken) hebben gevolgen voor het EU-beleid. In dit verband is het JRC ook de uitvoerende instantie van Euratom op het Generation IV International Forum.

De eigen acties op het gebied van het beheer van radioactief afval hadden betrekking op wetenschappelijke en technische aspecten die relevant zijn voor een degelijke strategie voor het beheer van radioactief afval. Met de eigen acties werden ook de ontwikkeling van regelgevings- en vergunningsprocedures voor de geologische berging van verbruikte splijtstof en hoogradioactief afval ondersteund. De resultaten van het onderzoek vloeiden voort uit het onderzoek naar de kenmerken van verbruikte splijtstof, alsook naar de eigenschappen en het gedrag van afgewerkte splijtstofstaven tijdens de opslag.

Doelstelling 2: de nucleaire beveiliging verbeteren (met inbegrip van veiligheidscontroles, non-proliferatie, forensisch onderzoek en illegale handel)

Wat nucleaire veiligheidscontroles en non-proliferatie betreft, heeft het JRC bijgedragen aan de ontwikkeling en ondersteuning van technologieën voor veiligheidscontroles door middel van O&O, de ontwikkeling van apparatuur, en opleidingen voor Euratom-inspecteurs om de doeltreffende uitvoering van de Euratom-regeling inzake veiligheidscontroles te waarborgen. Deze technische ondersteuning werd ook verleend aan zowel de IAEA via het ondersteuningsprogramma van de Europese Commissie als aan andere belanghebbenden,

teneinde het internationale systeem van veiligheidscontroles te versterken. Andere onderzoeksactiviteiten (zoals het verzamelen van informatie, analyses en studies over goederen voor tweërlei gebruik) hadden tot doel de EU-regeling inzake nucleaire non-proliferatie te versterken. Nucleaire beveiliging is een gebied waarnaar veel vraag is onder de EU-lidstaten, en de deskundigheid van het JRC op dit gebied is gericht op: i) de opsporing — en bestrijding — van illegale handel in kernmateriaal en ander radioactief materiaal; en ii) activiteiten voor capaciteitsopbouw.

Doelstelling 3: de deskundigheid in fundamenteel kernwetenschappelijk onderzoek verhogen met het oog op normalisering

Op het gebied van milieumonitoring en stralingsbescherming was het onderzoek gericht op het harmoniseren van de door nationale laboratoria uitgevoerde radioactiviteitsmetingen door middel van verschillende activiteiten, waaronder vergelijkingen tussen laboratoria om personeel in alle EU-lidstaten op te leiden. De geavanceerde experimentele nucleaire faciliteiten van het JRC maakten de productie mogelijk van: i) nucleaire gegevens; ii) metingen van referentiematerialen; en iii) conformiteitsinstrumenten. Hierbij werd bijgedragen tot het actueel en beschikbaar houden van nucleaire gegevens, waarmee een rechtstreekse bijdrage werd geleverd aan internationale referentiedatabibliotheken.

Doelstelling 4: kennisbeheer, onderwijs en opleiding bevorderen

De onderzoeksinfrastructuur werd via het programma voor open toegang toegankelijk gemaakt voor externe gebruikers uit de EU-lidstaten, als een manier om nationaal onderzoek aan te vullen en het gebruik van zeer gespecialiseerde infrastructuur binnen Euratom te optimaliseren. Hierdoor kon het JRC een sleutelrol blijven spelen op het gebied van kennisbeheer, onderwijs en opleiding. Het JRC heeft ook kennis en opleiding bevorderd door middel van verschillende cursussen en opleidingen.

Doelstelling 5: het Uniebeleid inzake nucleaire veiligheid en beveiliging ondersteunen

Met zijn technische expertise droeg het JRC bij tot de ondersteuning van een verscheidenheid aan activiteiten op het gebied van nucleaire veiligheid en beveiliging. Zo ondersteunde het JRC de uitvoering van de richtlijn inzake het veilige beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstof door nationale programma's en periodieke nationale verslagen te evalueren. Het JRC ondersteunde ook de uitvoering van veiligheidscontroles in de EU als onderdeel van de wettelijke verplichting die voortvloeit uit hoofdstuk 7 van het Euratom-Verdrag. Het JRC heeft specifieke activiteiten uitgevoerd om concepten, instrumenten en methodologieën te ontwikkelen waarmee het EU-beleid op dit gebied rechtstreeks wordt ondersteund. De nucleaire veiligheid buiten de EU is ook verbeterd door middel van het instrument voor samenwerking op het gebied van nucleaire veiligheid, waarvan de effectieve uitvoering wordt ondersteund door het JRC.

Op het gebied van nucleaire beveiliging en CBRN-risico's heeft het JRC programma's van de Commissie in derde landen ondersteund via het instrument voor bijdrage aan stabiliteit en vrede.

2.3 Efficiëntie van het programma

Acties onder contract

Uit de ex-postevaluatie blijkt over het algemeen dat sprake is van een hoog niveau van efficiëntie van zowel het eigen beheer van de Commissie (bv. het subsidiebeheer en de evaluatie van voorstellen voor acties onder contract) en de uitvoering door onderzoeksconsortia. De Commissie heeft haar eigen administratieve uitgaven voor acties onder contract ruim onder het gemiddelde van 6,5 % van de operationele begroting voor de periode 2014-2020 gehouden. De vereenvoudigingsmaatregelen die vanaf het begin van Horizon 2020 en het programma zijn ingevoerd, hebben de efficiëntie aanzienlijk verbeterd, met name wat betreft het de subsidietoekenningstermijn.

Tegen 2020 waren in het kader van het programma vijf oproepen gepubliceerd en op het moment dat deze oproepen waren afgesloten, waren 254 subsidiabele voorstellen ingediend, met een totale financiële bijdrage van 726 miljoen EUR. Van deze subsidiabele voorstellen werden er 98 geselecteerd voor financiering, met een Euratom-bijdrage van 415 miljoen EUR.

De gemiddelde subsidietoekenningstermijn voor het programma bedroeg 238 dagen (ten opzichte van 313 dagen voor het Euratom-programma 2007-2013).

De analyse van de efficiëntie van de EJP's op het gebied van kernfusieonderzoek, stralingsbescherming en radioactief afval, met name op het gebied van beheer en governance, is van bijzonder belang, aangezien deze instrumenten 75 % van de begroting voor acties onder contract uitmaken.

De organisatorische architectuur voor kernfusieonderzoek onderging met de start van het programma een grote herstructurering. Kernfusieonderzoek was al geruime tijd een afzonderlijk gebied als gevolg van: i) de aard en de omvang van de activiteiten; ii) de unieke mix van gebruikte instrumenten; en iii) de unieke coördinerende rol van de Commissie, die, hoewel zij sinds de jaren 1990 geleidelijk is afgenomen, nog steeds afwijkt van wat er op andere gebieden gebeurt. Om de routekaart voor kernfusie van 2012 doeltreffend uit te voeren, was voor de organisatie van kernfusieonderzoek dat via het programma werd ondersteund, een nieuwe aanpak nodig¹².

Na een onafhankelijke evaluatie kende de Commissie in 2014 een subsidie van vijf jaar toe aan het EUROfusion-consortium van nationale kernfusielaboratoria en -instituten voor de uitvoering van een EJP op basis van de routekaart voor kernfusie. In 2019, na de vaststelling van de verordening tot vaststelling van het Euratom-programma 2019-2020¹³, werd de EUROfusion-subsidie verlengd tot eind 2022. De totale begrotingsbijdrage van Euratom aan het EJP bedroeg 679 miljoen EUR, ofwel 51 % van de totale begroting van het consortium. De verlenging tot na 2020 zorgde voor een soepele overgang naar een gecofinancierd

¹² Deze nieuwe aanpak werd voor het eerst gepresenteerd in het werkdokument van de diensten van de Commissie "Towards a Modern Euratom Fusion Research Programme" (SWD(2013)213).

¹³ Verordening (Euratom) 2018/1563 van de Raad van 15 oktober 2018 tot vaststelling van een programma voor onderzoek en opleiding van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (2019-2020) ter aanvulling van het Horizon 2020-kaderprogramma voor onderzoek en innovatie, en tot intrekking van Verordening (Euratom) nr. 1314/2013 (PB L 262 van 19.10.2018, blz. 1).

Europees partnerschap voor kernfusieonderzoek — EUROfusion — dat momenteel nog steeds actief is.

De effectieve integratie van alle nationale inspanningen in heel Europa is een primeur voor door de EU ondersteund onderzoek en omvat uitgebreide onderzoeksactiviteiten in ongeveer 33 afzonderlijke werkpakketten (projecten en taskforces). Deze afzonderlijke werkpakketten hebben betrekking op onderwijs- en opleidingsacties, aspecten van internationale samenwerking, betrokkenheid van de industrie, gecentraliseerd programmabeheer en het efficiënte gebruik van belangrijke hulpmiddelen door middel van een werkelijk transnationale benadering van de toegang tot belangrijke faciliteiten. Het programma- en projectbeheer — en de bijbehorende governancestructuren — zijn transparanter geworden en de informatie is nu gemakkelijk beschikbaar voor de Commissie, die de algemene verantwoordelijkheid op het gebied van toezicht en beoordeling behoudt. Uit de evaluatie is ook gebleken dat de organisatiestructuur van EUROfusion voor de periode 2014-2020 geschikt was om de uitvoering van de routekaart voor kernfusie in de programmeringsperiode 2021-2025 voort te zetten, ervan uitgaande dat het toepassingsgebied en de reikwijdte van het stappenplan vergelijkbaar blijven met die van de periode 2014-2020.

Eigen acties van het JRC

Evaluatiedeskundigen erkennen: i) de inspanningen om een gemeenschappelijke methodologie voor projectbeheer voor het JRC in te voeren; en ii) de verhoging van de efficiëntie als gevolg van het samenbrengen van alle nucleaire activiteiten onder één directoraat. De totale begroting die tijdens de geëvalueerde periode 2014-2020 voor eigen acties was toegewezen, bedroeg 828 369 000 EUR.

In dezelfde periode ontving het JRC nog eens 30 miljoen EUR per jaar als specifiek krediet voor de financiering van het programma voor de buitengebruikstelling van een aantal van zijn verouderde faciliteiten voor nucleair onderzoek. Hoewel deze financiële bijdrage losstond van de begroting voor eigen acties, werden de uitgaven voor JRC-personeel dat betrokken was bij de buitengebruikstelling betaald uit de onderzoeksbegroting.

Bij de uitvoering van de begroting voor eigen acties van het JRC vertegenwoordigden de totale personeelskosten 55 % van de begroting, voor 710 personen aan het begin van de verslagperiode in 2014, geleidelijk verminderd tot 660 tegen 2020. Dit omvatte personeel dat activiteiten uitvoerde in het kader van eigen acties (ongeveer 47 %), personeel toegewezen aan infrastructuur, onderhoud en stralingsbescherming (ongeveer 12 %), personeel dat betrokken was bij de buitengebruikstelling (11 %) en personeel dat werkzaam was in andere ondersteunende functies (29 %).

Om een efficiënte monitoring van de prestaties van het JRC in het kader van de onderzoeksprogramma's te waarborgen, wordt jaarlijks een evaluatie van de volledige organisatie uitgevoerd. Deze exercitie is bedoeld om zowel de productiviteit als het effect te meten, door enerzijds beleidsondersteunende outputs en wetenschappelijke publicaties in collegiaal getoetste tijdschriften te beoordelen, en anderzijds het beleidsondersteunende effect van de output te beoordelen.

In de periode 2014-2020 werden diverse beleidsondersteunende outputs (1 114 wetenschappelijke en technische verslagen, 147 technische systemen, 154 opleidingscursussen) geleverd aan specifieke gebruikers en ter ondersteuning van het EU-beleid. Via de eigen acties van het JRC werd ook een groot aantal wetenschappelijke outputs geproduceerd, met 1 076 artikelen en conferentiebijdragen die in collegiaal getoetste tijdschriften werden gepubliceerd; 444 artikelen die aan monografieën werden bijgedragen of in andere tijdschriften werden gepubliceerd; en 51 boeken of hoofdstukken van boeken. Daarnaast werden 28 academische proefschriften met succes afgerond door promovendi die toegang hadden tot de JRC-faciliteiten. Afgemeten aan bibliometrische indicatoren en impactmaatstaven lagen de prestaties van het JRC op het gebied van onderzoekspublicaties ruim boven het gemiddelde, waarbij het een respectabele productiviteit behaalde en zijn naam verbond aan de meest aangehaalde publicaties of de meest aangehaalde tijdschriften.

Al deze outputs hebben geresulteerd in de wetenschappelijke ondersteuning van het EU-beleid, waarbij tijdens de evaluatieperiode 373 tastbare effecten zijn vastgesteld. De COVID-19-pandemie had in 2020 een aanzienlijk negatief effect op de onderzoeksactiviteiten en leidde tot enige vertraging bij de levering van de output. Niettemin is een aantal risicobeperkende maatregelen genomen om de continuïteit van de werkzaamheden met de hoogste prioriteit op gebieden zoals de laboratoria voor nucleaire veiligheidscontroles te waarborgen. De kwestie van open toegang tot nucleaire faciliteiten van het JRC (bemoedijkt door lockdownbeperkingen) werd ook gedeeltelijk omzeild door middel van monitoring op afstand van experimenten, en een aantal opleidingscursussen werd virtueel beschikbaar gemaakt.

In het tussentijdse evaluatieverslag van het Euratom-programma voor de periode 2014-2018 werd aanbevolen dat het JRC bewijs levert van zijn kosteneffectiviteit. Naar aanleiding van deze aanbeveling werd een vergelijkende studie uitgevoerd naar drie projecten in het kader van acties onder contract waarbij de rol van het JRC bijzonder relevant was. Uit deze studie bleek dat de kosteneffectiviteit van de deelname van het JRC overeenkwam met die van andere partners. Hoewel deskundigen in hun evaluatie ook hadden aanbevolen dat het JRC kernprestatie-indicatoren moet ontwikkelen voor het meten van de efficiëntie van zijn wetenschap voor beleidsondersteuning, is het vermeldenswaard dat voor het Euratom-programma 2021-2025 nu een volledige reeks indicatoren is voorgesteld. Deze volledige reeks indicatoren zal helpen om het effecttraject op korte, middellange en lange termijn te meten.

2.4 Samenhang van het programma en Europese meerwaarde

Het programma was samenhangend, zowel intern als met andere EU-programma's en -beleidsmaatregelen. Binnen het programma zelf zorgde de Commissie voor connecties tussen onderzoek naar kernsplijting en kernfusie door steun te verlenen aan projecten die relevant waren voor beide terreinen, zoals onderzoek naar materialen en beheer van tritium. Synergieën en complementariteit tussen eigen acties en acties onder contract werden ook gewaarborgd door de deelname van het JRC aan 38 van de 86 projecten die in het kader van de acties onder contract werden toegekend (als lid van onderzoeksconsortia) en door diverse onderzoekers toegang te verlenen tot zijn onderzoeksinfrastructuren.

Hiermee werd de algemene uitwisseling van expertise en kennis gegarandeerd. Het JRC heeft gezorgd voor samenhang tussen de vijf specifieke doelstellingen van eigen acties die in het programma zijn beschreven en tussen de verschillende onderzoeksgebieden (veiligheid en beheer van radioactief afval; beveiliging en veiligheidscontroles; onderwijs en opleiding; en kennisbeheer). Om een goede samenwerking tussen de verschillende werkterreinen te bevorderen, is bovendien in 2016 binnen het JRC een nieuwe structuur vastgesteld om de volledige verantwoordelijkheid voor de uitvoering van de eigen acties van Euratom onder één directoraat te groeperen. Dit leidde tot een betere communicatie en transparantie en had een positief effect op de doeltreffendheid, efficiëntie en samenhang van de uitgevoerde activiteiten.

De samenhang met andere EU-programma's en -beleidsmaatregelen werd gewaarborgd door de diensten van het JRC en de subsidievereisten voor de acties onder contract ter ondersteuning van de uitvoering van de Euratom-richtlijnen en -instrumenten¹⁴. Tot de mogelijke verbeterpunten behoort onder meer de noodzaak om synergieën met andere thematische gebieden van Horizon Europa te benutten om horizontale aspecten zoals gezondheid, ruimtevaartenergiesystemen en onderzoek op het gebied van civiele veiligheid aan te pakken.

De externe samenhang van het programma met onderzoeksprogramma's van zowel EU-lidstaten als internationale organisaties werd gewaarborgd door een zorgvuldige afstemming van het werkterrein van het JRC. Deze samenhang werd ook gewaarborgd door de eigen deelname van het JRC aan en uitwisselingen met: i) technologieplatforms of -netwerken (zoals SNE-TP (Sustainable Nuclear Energy TP), IGD-TP (Implementing Geological Disposal TP) of het gezamenlijke programma voor nucleaire materialen van de EERA); en ii) verenigingen zoals het Europees Netwerk voor Nucleair Onderwijs. Bilaterale samenwerkingsovereenkomsten met externe belanghebbenden dienden ook ter ondersteuning van de samenhang van de werkzaamheden van het JRC in het kader van het programma op EU- en mondiaal niveau. Tot deze externe belanghebbenden behoorden ook de IAEA, het OESO-NEA en derde landen.

De Europese meerwaarde van het programma vloeide voort uit het feit dat uit een ruimer aanbod van excellentie, deskundigheid en multidisciplinariteit op het gebied van kernsplijtings- en kernfusieonderzoek kan worden geput dan mogelijk zou zijn geweest als de lidstaten afzonderlijk hadden gehandeld.

Dit blijkt op het gebied van kernsplijting uit de gevarieerde portefeuille van projecten die in het kader van het programma van start zijn gegaan. Een ander voorbeeld is de gezamenlijke exploitatie van infrastructuur voor kernfusieonderzoek, die berust op de collectieve inspanningen van onderzoekers en ingenieurs uit heel Europa die worden ondersteund met Euratom-financiering (ongeveer 8 300 mensen tijdens de looptijd van het programma). Deze brede coördinatie is van bijzonder belang voor kleinere lidstaten, die kunnen profiteren van de schaalvoordelen die het poolingeffect oplevert. Op het gebied van kernfusieonderzoek wordt dit geïllustreerd door kleinere laboratoria die zich kunnen specialiseren in wetenschappelijke onderwerpen of subsystemen voor faciliteiten voor kernfusieonderzoek in Europa om een

¹⁴ Zie deel 1.3.

belangrijke bijdrage te leveren en tegelijkertijd de zichtbaarheid in het Europese consortium te behouden.

De Europese meerwaarde van de eigen acties was gebaseerd op de unieke positie van het JRC als onafhankelijke en reeds lang bestaande technische en wetenschappelijke dienst, die de voorbereiding, uitvoering en monitoring van EU-beleid ondersteunt, met name de nucleaire richtlijnen¹⁵ (d.w.z. de richtlijnen inzake nucleaire veiligheid, basisnormen voor de bescherming, veiligheid van radioactief afval en verbruikte splijtstof, en overbrenging van radioactieve afvalstoffen en bestraalde splijtstof). Een ander voorbeeld was op het gebied van de veiligheidscontroles, waar de deskundigheid van het JRC van essentieel belang was voor het verlenen van de nodige steun aan het systeem van Euratom-veiligheidscontroles.

In het algemeen was het JRC via het programma in staat verdere kennis te ontwikkelen en de vaardigheden en deskundigheid op peil te houden, wat een toegevoegde waarde voor Euratom opleverde. Dit komt bijvoorbeeld tot uiting in:

- het bundelen van operationele ervaringen in de EU via het Clearinghouse, wat bijdraagt tot een betere nucleaire veiligheid;
- de toegang tot de nucleaire infrastructuur van het JRC als onderdeel van EU-projecten, waardoor externe gebruikers experimenten kunnen uitvoeren die in hun thuisorganisatie niet mogelijk zijn;
- het van personeel voorzien van een EU-opleidingscentrum voor beveiliging, dat opleidingen op het gebied van nucleaire veiligheidscontroles en beveiliging aanbiedt aan eerstelijnsfunctionarissen, of de coördinatie van de onderzoeksinspanningen van Euratom op het gebied van systemen van de vierde generatie als uitvoerende instantie van Euratom voor het Generation IV International Forum.

¹⁵ Zie deel 1.3.

3 Conclusies en geleerde lessen die kunnen worden meegenomen in het besluitvormingsproces

3.1 Conclusie

De conclusie van de evaluatie luidt dat met het programma aanzienlijke steun is verleend aan nucleaire veiligheid en beveiliging en stralingsbescherming in de EU, zodat Europa aan de hoogste normen op deze gebieden kan voldoen. Tegelijkertijd werd met het programma bijgedragen tot het koolstofvrij maken van het energiesysteem van de EU op de lange termijn door te voorzien in een kennisbasis en oplossingen voor de langetermijnexploitatie van bestaande kerncentrales. Het programma hielp ook vooruitgang te boeken met betrekking tot: i) de kennis en technologieën die nodig zijn voor de ontwikkeling van kernfusie-energie; en ii) de veiligheidsanalyse voor geavanceerde nucleaire systemen.

De evaluatie bevat een aantal belangrijke conclusies, waarvan er zes in de onderstaande punten worden uiteengezet.

1. Door middel van coöperatief onderzoek werd met het programma een Europabrede aanpak mogelijk gemaakt van zowel: i) de verbetering van de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming op alle toepassingsgebieden; als ii) de uitdaging om kernfusie als energiebron te ontwikkelen. Met het programma is het vermogen van de EU aanzienlijk vergroot om uit een ruimer aanbod van excellentie, deskundigheid en multidisciplinariteit op het gebied van nucleair onderzoek te putten, waardoor effecten worden verwezenlijkt die veel verder reiken dan wat op nationaal of regionaal niveau zou zijn bereikt. Dit is met name gunstig voor kleinere lidstaten, die konden profiteren van de schaalvoordelen die werden geboden door het poolingeffect in heel Europa en de open toegang tot JRC-faciliteiten.

- 402 organisaties namen deel aan EJP's voor onderzoek op het gebied van stralingsbescherming, beheer van radioactief afval en kernfusie.
- Een verdubbeling van het aantal onderzoekers (van 872 in 2014 tot 1 734 in 2020) dat buiten hun thuisinstelling werkt aan de gezamenlijke exploitatie van experimentele faciliteiten op het gebied van kernfusie.
- 84 instellingen uit 23 lidstaten profiteerden van de open toegang tot JRC-faciliteiten.

Uit de evaluatie bleek een belangrijke betrokkenheid van de lidstaten die na 2004 tot de EU zijn toegetreden, aangezien bij 89 % van de projecten ten minste één entiteit uit deze lidstaten betrokken was. De lidstaten die geen gebruik maken van kernenergie namen voornamelijk deel aan projecten op het gebied van stralingsbescherming, medische toepassingen en het beheer van radioactieve afvalstoffen. Sommige lidstaten, zoals Oostenrijk, Denemarken, Griekenland, Ierland en Portugal, namen ook deel aan onderzoek naar nucleaire veiligheid en nucleaire gegevens om de vaardigheden op deze gebieden op peil te houden.

2. Het programma heeft een belangrijke rol gespeeld bij het behoud van kritieke vaardigheden en capaciteiten in de nucleaire sector. Bij Euratom-projecten waren

ongeveer 13 815 onderzoekers, ingenieurs en ondersteunende personeelsleden betrokken (8 000 op het gebied van kernsplijting en 5 815 op het gebied van kernfusie), die een ondersteunende omgeving boden voor de uitwisseling van ideeën en de opleiding van een nieuwe generatie onderzoekers.

- Meer steun voor doctoraatsstudies op het gebied van kernfusie — van 675 per jaar in 2014 tot 734 in 2020.
- Ongeveer 800 doctoraatsstudenten waren betrokken bij kernsplijtingsprojecten.
- JRC-opleiding van 1 600 rechtshandavingsfunctionarissen op het gebied van nucleaire detectie en forensisch onderzoek voor nucleaire beveiliging.

De resultaten van het programma zullen worden beoordeeld in het licht van een ingrijpend gewijzigde beleidscontext vandaag. Deze gewijzigde beleidscontext wordt gekenmerkt door: i) de nieuwe geopolitieke en economische realiteit (de decarbonisatiedoelstellingen van de EU, het streven naar energiezuikerheid, en de nadruk op de veiligheid en beveiliging van bestaande installaties); en ii) een toegenomen belangstelling voor kernenergie en onderzoeksbehoeften (opkomende technologieën zoals SMR's). Deze gewijzigde beleidscontext heeft de belangstelling op nucleair gebied vergroot en een verscheidenheid aan nieuwe behoeften aan onderzoek aan het licht gebracht.

3. Er was een aanzienlijk overinschrijvingspercentage voor onderzoekssubsidies bij Euratom-oproepen tot het indienen van voorstellen (2,6 voorstellen ingediend voor elk geselecteerd project). Dit duidt op: i) een hoge mate van belangstelling bij zowel de onderzoeksgemeenschap als de industrie; en ii) een hoog niveau van capaciteit voor excellente onderzoeksprojecten, zowel in de onderzoeksgemeenschap als in de industrie. Het concurrerende karakter van het Euratom-financieringsproces heeft geleid tot een verdere verbetering van de kwaliteit van de voorstellen en ervoor gezorgd dat onderzoek werd verricht op gebieden die van groot belang zijn voor de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. Uit gegevens blijkt ook dat er aanzienlijke publieke en private financiering is aangetrokken van belanghebbenden die deelnemen aan Euratom-onderzoeksprojecten en EJP's.

- 161 miljoen EUR werd ter beschikking gesteld door belanghebbenden op het gebied van kernsplijtingsonderzoek.
- 555 miljoen EUR werd ter beschikking gesteld door het EUROfusion-consortium.

Dit duidt erop dat, hoewel er een duidelijke vraag is naar meer overheidsfinanciering, het mobiliseren van middelen van private en publieke belanghebbenden nog steeds mogelijk is en in de toekomst nog noodzakelijker zal zijn om de Euratom-doelstellingen te bevorderen. Het mobiliseren van publieke en private financiering zal met name nodig zijn voor: i) het behouden en bevorderen van industriële waardeketens en het algemene concurrentievermogen in de nucleaire sector van de EU; en ii) het benutten van het innovatiepotentieel van de private sector in de EU om de ontwikkeling van kernfusietechnologie te versnellen.

4. Uit het door het programma gefinancierde onderzoek bleek dat sprake was van aanzienlijke horizontale voordelen van nucleair onderzoek voor: i) het energie- en klimaatbeleid; ii) de zekerheid van de energievoorziening; en iii) niet-energetische toepassingen, met name in de gezondheidszorg.

Gevolgen voor de zekerheid van de energievoorziening — handhaving van de veiligheid van bestaande en toekomstige kerncentrales en waarborging van de langetermijnexploitatie ervan:

- geavanceerde modellering en simulatie voor de veiligheidsanalyse van kerncentrales (projecten CAMIVVER, McSafe, McSafer, IVMR en MUSA);
- instrumenten en gegevens om de integriteit op de lange termijn van de belangrijkste componenten van bestaande kerncentrales te waarborgen (STRUMAT-LTO, NOMAD, SOTERIA, ENTENTE, FRACTESUS, ATLAS+, APAL);
- ontwikkeling van een innovatief back-upkoelsysteem dat kan worden ingebouwd in bestaande kerncentrales en kan worden opgenomen in toekomstige kerncentrales (projecten sCO₂-HeRo, sCO₂-4-NPP);
- Ontwikkeling van geavanceerde materialen voor nucleaire systemen, met inbegrip van computermodellen voor de evaluatie van stralingseffecten, ontwikkeling van nieuwe constructiematerialen en stresstests daarvan (projecten M4F, GEMMA en ORIENT-NM).

Gevolgen voor de gezondheidszorg in de EU (medische beeldvorming en kankerbehandeling):

- oplossingen om de productie van medische radio-isotopen in de EU veilig te stellen — onderzoek naar de kwalificatie van splijtstof voor Europese onderzoeksreactoren (projecten LEU-FOREVER, EU-QUALIFY, HERACLES-CP);
- oplossingen om de stralingsbescherming voor oncologische patiënten te optimaliseren (projecten SINFONIA, HARMONIC, MEDIRAD);
- visie voor toekomstig onderzoek — routekaart voor medische toepassingen van ioniserende straling om het leven van patiënten te verbeteren (EURAMED-project).

5. Uit de resultaten van het programma blijkt dat het genderevenwicht enigszins is verbeterd. Hoewel de cijfers in veel andere technische en wetenschappelijke sectoren vergelijkbaar zijn, is het duidelijk dat de genderongelijkheid in nucleair onderzoek veel krachtiger moet worden aangepakt in het kader van de huidige en toekomstige Euratom-programma's.

- Bij projecten voor kernsplijtingsonderzoek vormden vrouwen 29 % van de onderzoekers.
- Bij projecten voor kernfusieonderzoek nam het percentage vrouwen toe, van 18 % tot 23 % van de onderzoekers.

6. Uit de evaluatie van het programma is gebleken dat er behoefte is aan een betere communicatie over en zichtbaarheid van nucleair onderzoek, wat ook zal helpen om zowel de kwaliteit van de wetenschappelijke beoordeling als het gebruik van onderzoeksresultaten te verbeteren. De Commissie zal verdere contacten met beleidsmakers en andere belangrijke belanghebbenden aanmoedigen. In zijn nieuwe

nucleaire strategie voor 2021-2025 heeft het JRC reeds een plan opgesteld voor systematische en gerichte communicatie over nucleaire activiteiten.

3.2 Geleerde lessen

De ex-postevaluatie heeft geleid tot belangrijke empirisch onderbouwde bevindingen, waarbij duidelijk is geworden op welke gebieden verbetering het hardst nodig is.

Wat acties onder contract op het gebied van kernsplijtingsonderzoek (nucleaire veiligheid) betreft, blijkt uit de evaluatie dat de efficiëntie zou kunnen worden verbeterd door steun te verlenen aan grotere, meer geïntegreerde projecten die alle verschillende kwesties en aspecten van een bepaald onderwerp bestrijken, bijvoorbeeld de effecten van veroudering in reactorruimten. Om een passende technische aanpak en systeemintegratie te waarborgen, wordt in de evaluatie gesteld dat de Europese industrie veiligheidsprojecten in verband met de ontwikkeling van nieuwe energiereactoren moet coördineren. Er moet ook verder worden gewerkt aan de integratie van het met steun van de Euratom-subsidies (acties onder contract) verrichte onderzoek met zowel: i) de relevante werkzaamheden die op nationaal niveau worden verricht; als ii) de relevante werkzaamheden die worden verricht in het kader van eigen acties van Euratom (uitgevoerd door het JRC). Tot slot werd in de evaluatie aanbevolen de internationale samenwerking uit te breiden tot relevant onderzoek onder auspiciën van de IAEA en het OESO-NEA.

Uit de evaluatie is gebleken dat er behoefte is aan een betere verslaglegging door consortia die door Euratom gefinancierde kernsplijtingsprojecten uitvoeren. Een duidelijke, beknopte en feitelijke verslaglegging is van cruciaal belang om een volledig inzicht te krijgen in de voortgang, de resultaten en de verwachte resultaten van de projecten.

Uit de evaluatie blijkt dat verdere vooruitgang op het gebied van onderzoek naar geavanceerde nucleaire systemen zal vereisen dat de inspanningen en middelen worden geconcentreerd op de weinige geavanceerde nucleaire systemen en toepassingen die werkelijk van belang zijn voor de Europese industrie.

Deskundigen hebben aanbevolen om bij de bevordering van nucleair onderzoek betrokken te raken bij en samen te werken met relevante niet-nucleaire en niet-traditionele partners. Voorbeelden van gebieden waarop nucleair onderzoek kan worden ontwikkeld, zijn: artificiële intelligentie; geavanceerde productieprocessen; 3D-printen toegepast op nucleaire technologieën; geïntegreerde en hybride energiesystemen; en andere toepassingen van kernenergie dan waarmee elektriciteit wordt opgewekt (zoals nucleaire warmte, waterstofproductie, het koolstofvrij maken van energie-intensieve industrieën en nucleaire ontzilting). Synergieën tussen kernfusie en -splijting moeten verder worden ontwikkeld, niet alleen op het traditionele gebied van geavanceerde materialen, maar ook op het gebied van: artificiële intelligentie; niet-energetische toepassingen; geavanceerde modellering en simulatie; en experimentele tests.

In het kader van het onderzoek naar stralingsbescherming blijkt uit de evaluatie dat een multidisciplinaire aanpak verder zou kunnen worden aangemoedigd om de dekking van een breder spectrum van wetenschappelijke kwesties te vergroten, waaronder risico's bij lage

doses en diverse andere kwesties in verband met geplande en bestaande blootstelling en blootstelling in noodsituaties. De routekaart voor stralingsbescherming die is opgesteld door het EJP CONCERT en de strategische onderzoeksagenda voor de medische toepassingen van ioniserende straling vormen een solide basis voor toekomstige geavanceerde oproepen en moet systematisch worden ontwikkeld.

Uit de evaluatie blijkt dat, gezien de vooruitgang die is geboekt op het gebied van het beheer van radioactief afval, het onderzoek geleidelijk moet overgaan van de verwerving van zuiver wetenschappelijke kennis op de exploitatie en sluiting van en het toezicht op diepe geologische faciliteiten. In de governance van een gezamenlijk programma moet deze ontwikkeling worden geïntegreerd door de rol van afvalbeheerorganisaties en organisaties voor technische veiligheid te versterken. Ook de ethische basis voor de strategische keuzes op het gebied van het beheer en de berging van radioactief afval verdient meer aandacht.

Hoewel met het programma aanzienlijke vooruitgang is geboekt op het gebied van kernfusie-energie, is dit onderzoeksgebied de afgelopen jaren snel veranderd met de toename van de internationale concurrentie en het ontstaan van een wereldwijde levendige particuliere sector die zich bezighoudt met kernfusie. Uit de evaluatie blijkt dat met het Euratom-programma nu en in de komende jaren de kritieke kwesties en risico's in kaart moeten worden gebracht en moet worden bepaald hoeveel risico's aanvaardbaar zijn om verder te gaan met het technische ontwerp van een toekomstige kernfusie-installatie. Innovatie zal dan nodig zijn om kritieke ontsluitende technologieën voor kernfusie-energie aan te pakken en de daarmee samenhangende risico's te beperken. Hoewel het programma heeft geholpen om aanzienlijke vooruitgang te boeken ten aanzien van ons inzicht in de plasmafysica voor ITER en daarbuiten, moeten ook computationele instrumenten worden ontwikkeld om experimentele resultaten nader te voorspellen, te analyseren en te interpreteren. Een toekomstige kernfusie-installatie vereist ook een efficiënt projectontwerp. Hoewel de industrie naar verwachting zal zorgen voor efficiënte projectontwerpen, zouden de door Euratom gefinancierde acties een opleidingsprogramma voor projectontwerp en -beheer kunnen omvatten, in combinatie met gespecialiseerde kennis over kernfusie.

Volgende stappen: De inzichten en conclusies uit deze evalueatie van het programma zullen een grote rol spelen, niet alleen door de lopende uitvoering van het programma voor de periode 2021-2025 te helpen vormgeven, maar ook door de beleidsontwikkeling voor toekomstige initiatieven op het gebied van nucleair onderzoek te beïnvloeden. De meeste opmerkingen van onafhankelijke deskundigen zijn reeds behandeld in het lopende Euratom-programma 2021-2025 (zie bijlage voor nadere informatie). De evaluatie bracht ook een aantal uitdagingen aan het licht voor door Euratom gefinancierd onderzoek, zoals: i) de kwaliteit van de verslaglegging en de beschikbaarheid van gegevens; ii) de noodzaak van de ontwikkeling van kernfusieonderzoek; en iii) kernsplijtingspartnerschappen die het veranderende onderzoekslandschap in aanmerking nemen. Met deze kwesties zal rekening worden gehouden bij de komende tussentijdse evaluatie van het huidige programma 2021-2025, bij de indiening van het voorstel van de Commissie voor de verlenging van het Euratom-programma voor de periode 2026-2027 en voor het volgende meerjarig financieel kader.

Bijlage 1 — Aanbevelingen van de deskundigen met betrekking tot acties onder contract en antwoord van de Commissie

Aanbevelingen inzake kernfusieonderzoek

1. Om verder te gaan met het technische ontwerp van een toekomstige kernfusie-installatie, moeten de Euratom-programma's nu en in de komende paar jaar gericht zijn op: i) het in kaart brengen van de kritieke kwesties en risico's; en ii) het bepalen hoeveel risico aanvaardbaar is. Er zal dus innovatie nodig zijn om deze risico's te beperken. De echte uitdaging zal erin bestaan een proces in te voeren om deze innovaties in kaart te brengen en te prioriteren en ze in het Euratom-programma op te nemen.
2. Hoewel het programma heeft geholpen om aanzienlijke vooruitgang te boeken ten aanzien van ons inzicht in de plasmafysica voor ITER en daarbuiten, moeten computationele instrumenten verder worden ontwikkeld in het kader van het Euratom-programma voor de periode 2021-2025 om experimentele resultaten te voorspellen, te analyseren en te interpreteren. Deze instrumenten kunnen vervolgens worden gebruikt voor een alomvattende "between-shot"-analyse (tussentijdse analyse tussen de fusiereacties) voor ITER.
3. Een toekomstige kernfusie-installatie vereist een efficiënt projectontwerp. Hoewel hierin naar verwachting door de industrie zal worden voorzien, moet EUROfusion overwegen een opleidingsprogramma voor projectontwerp en -beheer te ontwikkelen dat is aangepast aan gespecialiseerde kennis over kernfusie.

Antwoord van de Commissie

De Commissie deelt de standpunten van de deskundigen en streeft ernaar het kernfusieonderzoek te verbeteren dat door het Euratom-programma wordt gefinancierd. Het landschap van kernfusieonderzoek verandert snel naarmate de internationale concurrentie toeneemt en wereldwijd een levendige particuliere sector op het gebied van fusie ontstaat. Europese kennis op het gebied van kernfusie en industriële capaciteit kunnen verloren gaan als de manier waarop we ons onderzoek organiseren, niet wordt aangepast en het innovatiepotentieel van de private sector in de EU niet wordt benut om de technologische ontwikkeling te versnellen. Een belangrijke stap zou zijn om innovatie in de EU op het gebied van kritieke ontsluitende technologieën voor kernfusie-energie te ondersteunen.

De tussentijdse evaluatie van het lopende Euratom-programma voor de periode 2021-2025 zal betrekking hebben op een breed scala aan kwesties die van essentieel belang zijn om de levering van kernfusie-elektriciteit te versnellen. Na de afsluiting van de tussentijdse evaluatie is de Commissie voornemens een voorstel in te dienen tot verlenging van het Euratom-programma voor de periode 2026-2027, waarin de meest dringende kwesties zullen worden aangepakt.

Aanbevelingen inzake kernspijtingsonderzoek en antwoord van de Commissie

1. Om de efficiëntie en doeltreffendheid van acties onder contract op het gebied van nucleaire veiligheid te vergroten, moet de Commissie de voorkeur geven aan de indiening van grotere, sterker geïntegreerde projecten die alle verschillende kwesties en aspecten

van een bepaald onderwerp bestrijken, bijvoorbeeld de effecten van veroudering in reactordrukvatens. De financiering moet worden verhoogd om onderwijs en opleiding, kennisbeheer, de ontwikkeling van vaardigheden en de personele capaciteit te ondersteunen. Het is van het grootste belang dat de werkzaamheden die worden verricht met steun van de Euratom-subsidies (acties onder contract) en via eigen acties van Euratom (uitgevoerd door het JRC) worden geïntegreerd in de relevante werkzaamheden die op nationaal niveau worden uitgevoerd. Om een passende technische aanpak en systeemintegratie te waarborgen, moeten alle veiligheidsprojecten in verband met de ontwikkeling van nieuwe kernreactoren door de Europese industrie worden gecoördineerd. Tot slot moet de internationale samenwerking worden uitgebreid met de IAEA en het OESO-NEA.

Antwoord van de Commissie: in het programma voor de periode 2021-2025 heeft de Commissie bepalingen ingevoerd die reeds een aantal van deze aanbevelingen omvatten. Minder prescriptieve thema's voor oproepen dan in het vorige programma geven de consortia meer vrijheid bij zelforganisatie, waardoor de efficiëntie toeneemt. Ons plan voor grotere projecten die systematisch de toegang tot onderwijs, opleiding en infrastructuur ondersteunen, moet de situatie op lange termijn verbeteren. De integratie van de eigen acties en acties onder contract van het programma moet verder worden versterkt door de toegang tot de faciliteiten en kennis van het JRC voor consortia in te voeren in Euratom-oproepen tot het indienen van voorstellen. Bij de tussentijdse evaluatie van het programma zullen deze acties worden beoordeeld en zullen nadere richtsnoeren voor toekomstige Euratom-steun worden verstrekt.

2. Het is tijd voor Euratom om de steun voor onderzoeksactiviteiten te stroomlijnen en haar inspanningen en middelen te concentreren op de weinige geavanceerde nucleaire systemen en toepassingen waarbij de Europese industrie echt belang heeft. Andere systemen die niet van belang zijn voor de EU-industrie mogen niet worden gefinancierd of, indien zij worden gefinancierd, mogen alleen algemene vaardigheden op peil houden.

Antwoord van de Commissie: het programma voor de periode 2021-2025 is gericht op geavanceerde nucleaire systemen, waarvoor onderzoeksprojecten regelgevende instanties een wetenschappelijke basis kunnen bieden om de veiligheid te beoordelen en aan te tonen dat de richtlijnen inzake nucleaire veiligheid worden nageleefd. Na de evaluatie van de oproep werden in het kader van het programma projecten gestart op basis van voorstellen van de hoogste kwaliteit, die werden ondersteund door solide consortia, onder meer uit de onderzoeksgemeenschap en de industrie. In het kader van de tussentijdse evaluatie van het programma zullen deze acties worden geëvalueerd en zullen nadere richtsnoeren worden verstrekt over toekomstige Euratom-steun voor geavanceerde systemen. De Commissie zal ook rekening houden met het veranderende industriële en onderzoekslandschap, met inbegrip van de resultaten van de industriële alliantie voor SMR's en de werkzaamheden in het kader van de verordening voor een nettonulindustrie.

3. De kwaliteit van de verslaglegging door consortia die door Euratom gefinancierde kernsplijttingsprojecten uitvoeren, zou kunnen worden verbeterd. In de verslagen moet het volgende op duidelijke, beknopte en feitelijke wijze worden beschreven: i) de vooruitgang die is geboekt met betrekking tot de oorspronkelijke stand van de techniek; ii) de bestreken lacunes; iii) de belangrijkste verwezenlijkingen; en iv) de verwachte resultaten.

In de verslagen moet ook worden verwezen naar interacties met bestaande en potentiële eindgebruikers van onderzoeksresultaten.

Antwoord van de Commissie: de Commissie zal samenwerken met consortia om ervoor te zorgen dat de kwaliteit van de verslaglegging wordt verbeterd en de verslagen zijn toegespitst op de elementen die in de evaluatie naar voren zijn gebracht om het toezicht op projecten en de toekomstige evaluatie van het programma te vergemakkelijken. Daartoe zal de Commissie gebruikmaken van haar bevoegdheden als subsidieverlenende autoriteit om een periodiek verslag over wijzigingen te eisen alvorens verdere subsidiebetalingen te verrichten.

4. Voor de meest innovatieve onderwerpen en technologieën die al een brede toepassing buiten de nucleaire gemeenschap hebben, wordt ten zeerste aanbevolen om met relevante niet-nucleaire en niet-traditionele partners samen te werken en deze hierbij te betrekken. Voorbeelden van gebieden waarop nucleair onderzoek kan worden ontwikkeld, zijn: artificiële intelligentie; geavanceerde productieprocessen; 3D-printen toegepast op nucleaire technologieën; geïntegreerde en hybride energiesystemen; en de toepassing van kernenergie anders dan voor het opwekken van elektriciteit (zoals nucleaire warmte, waterstofproductie, het koolstofvrij maken van energie-intensieve industrieën en nucleaire ontzilting).

Antwoord van de Commissie: steun voor sectoroverschrijdende synergieën die de vooruitgang in verschillende sectoren stimuleren om de nucleaire veiligheid te verhogen, is voor de Commissie van essentieel belang in het lopende Euratom-programma voor de periode 2021-2025. De Commissie legt ook sterk de nadruk op het aanpakken van de veiligheidsaspecten van alternatieve toepassingen van kernenergie. Tot slot voorziet het programma in financiering voor de ontwikkeling van niet-energetische toepassingen van ioniserende straling op medisch gebied en op andere innovatieve gebieden zoals: i) nucleaire technieken voor de strategische autonomie van de EU (productie en terugwinning van grondstoffen); ii) de circulaire economie (vermindering van niet-radioactieve afvalstoffen); en iii) monitoring van klimaatverandering en verontreiniging. De Commissie heeft deze onderwerpen behandeld in de oproepen tot het indienen van voorstellen van Euratom voor de periode 2021-2025, die in de tussentijdse evaluatie in detail zullen worden besproken.

5. Synergieën tussen kernfusie- en kernsplijtingsonderzoek moeten verder worden ontwikkeld, niet alleen op het traditionele gebied van geavanceerde materialen, maar ook bij het gebruik van artificiële intelligentie, niet-energetische toepassingen, geavanceerde modellering en simulatie; en experimentele tests.

Antwoord van de Commissie: in het kader van het lopende programma 2021-2025 streeft de Commissie naar de ontwikkeling van synergieën tussen kernsplijting en -fusie op gebieden als de harmonisatie van veiligheidsbeoordelingen, tritiumbeheer en nucleaire gegevens. De Commissie benadrukt ook het verdere gebruik van kernfusietechnologieën in niet-energetische toepassingen via het programma voor de overdracht van EUROfusion-technologie. De Commissie heeft deze onderwerpen behandeld in de oproepen tot het indienen van voorstellen van Euratom en via het EUROfusion-partnerschap, die in de tussentijdse evaluatie in detail zullen worden besproken.

6. Op het gebied van stralingsbescherming moet een multidisciplinaire aanpak verder

worden aangemoedigd. Euratom moet meer aandacht besteden aan een breder spectrum van wetenschappelijke vraagstukken, niet alleen met betrekking tot risico's bij lage doses, maar ook met betrekking tot verschillende andere vraagstukken in verband met geplande en bestaande blootstelling en blootstelling in noodsituaties.

Antwoord van de Commissie: de Commissie heeft PIANOFORTE, een nieuw gefinancierd Europees partnerschap op het gebied van stralingsbescherming, belast met de vaststelling van een alomvattende, multidisciplinaire aanpak van onderzoek en innovatie op dit gebied in het kader van het programma 2021-2025. De oproepen tot het indienen van voorstellen van PIANOFORTE bevestigen deze aanpak door oproepen op te nemen voor kwesties zoals dreigingen als gevolg van oorlog, gewapende conflicten en natuurrampen, en paraatheid voor en respons op noodsituaties voor nieuwe nucleaire technologieën. Bij de tussentijdse evaluatie van het programma zullen deze acties worden beoordeeld en zullen nadere richtsnoeren worden verstrekt voor toekomstige Euratom-steun voor het partnerschap.

7. De strategische onderzoeksagenda op het gebied van medische toepassingen van ioniserende straling en aanverwante stralingsbescherming, die samen met een bijbehorende routekaart van het EURAMED Rocc-n-Roll-project is opgesteld, vormt een uitstekende basis voor toekomstige oproepen tot het indienen van voorstellen over de stand van de techniek. Strategische onderzoeksagenda's moeten systematisch worden ontwikkeld op alle gebieden van geplande en bestaande blootstelling en blootstelling in noodsituaties. De gezamenlijke routekaart voor stralingsbescherming van het EJP CONCERT kan een goed uitgangspunt zijn.

Antwoord van de Commissie: met de toekenning van Euratom-subsidies en de oprichting van het PIANOFORTE-partnerschap in 2022 bestaat er vandaag een speciaal forum van belanghebbenden om strategische onderzoeksagenda's en routekaarten voor onderzoek op het gebied van stralingsbescherming en aanverwante gebieden te bespreken en verder te ontwikkelen. Deze documenten zullen vorm geven aan PIANOFORTE-acties en als input dienen voor de uitvoering van andere acties in het kader van het Euratom-programma. In de tussentijdse evaluatie van het programma zullen deze acties worden beoordeeld en zullen nadere richtsnoeren worden verstrekt voor toekomstige Euratom-steun voor stralingsbescherming.

8. Het onderzoek van het EURAD op het gebied van het beheer van radioactief afval is het resultaat van een gezamenlijk besluitvormingsproces van afvalbeheerorganisaties, organisaties voor technische veiligheid en onderzoeksinstituten, waarmee een evenwichtige aanpak van de onderzoeksbehoeften mogelijk is gemaakt. De gekozen onderzoeksrichtingen zijn echter nog steeds sterk in lijn met eerdere Euratom-acties. Aangezien bergingsfaciliteiten momenteel reeds over een vergunning beschikken (Finland, Zweden) of de vergunning ervan wordt herzien (Frankrijk), moet het onderzoek geleidelijk overgaan van de verwerving van zuiver wetenschappelijke kennis op exploitatie, sluiting en toezicht. De governance van het EURAD moet deze ontwikkeling integreren door de rol van de afvalbeheerorganisaties en organisaties voor technische veiligheid te versterken en het Comité voor extern advies een vroegere en effectievere rol toe te kennen bij het nemen van beslissingen over onderzoek. Het onderzoek zal moeten worden ontwikkeld tot een strategisch niveau om opkomende kwesties van

gemeenschappelijk belang aan te pakken. De ethische grondslag van de fundamentele strategische keuzes voor het beheer en de berging van radioactief afval verdient ook meer aandacht.

Antwoord van de Commissie: in 2024 wil de Commissie een gefinancierd Europees partnerschap voor het beheer van radioactief afval (EURAD-2) opzetten. De Commissie heeft reeds verschillende eisen gesteld om de organisatie van het onderzoek op dit gebied te verbeteren, met name om: i) de kennis over de veilige start en exploitatie van faciliteiten voor geologische berging te consolideren; en ii) steun te verlenen aan lidstaten met minder geavanceerde nationale programma's. Het EURAD-2 moet ook regelmatig interacties aangaan met regelgevende instanties en belanghebbenden uit de industrie om het toekomstige partnerschap alomvattend te maken. Daarnaast moet het EURAD-2 inclusiever zijn en de lidstaten bereiken die niet aan het EURAD hebben deelgenomen, aangezien het partnerschap alle lidstaten met een inventaris van radioactieve afvalstoffen omvat en niet beperkt is tot landen met kernenergie. In het kader van de tussentijdse evaluatie van het programma zal de vooruitgang worden beoordeeld en de toekomstige Euratom-steun worden gestuurd.

Bijlage 2 — Aanbevelingen van de groep van deskundigen van de Commissie voor eigen acties en antwoord van de Commissie

Aanbevelingen inzake de prioritering van werkzaamheden

1. Het JRC moet in een vroeg stadium worden betrokken bij de prioriteitstelling van de beleids-DG's en een gecentraliseerd proces opzetten om ervoor te zorgen dat het werkprogramma zowel deze prioriteiten weerspiegelt als de omvang van de kennis die nodig is om de prioriteiten te ondersteunen. Dit proces moet ook beleids-DG's en het JRC stimuleren om de verkokering te doorbreken en passende werkstromen te integreren.
2. Het panel moedigt het JRC aan om systematisch criteria te ontwikkelen en toe te passen met betrekking tot zijn unieke sterke punten en beleidsrelevantie om te beslissen of het een bepaalde activiteit al dan niet wil uitoefenen.

Antwoord van de Commissie

Het panel van deskundigen benadrukte dat, gezien de omvang van de activiteiten die onder de eigen acties van het JRC vallen: i) er enige ruimte voor het JRC was om de middelen beter toe te spitsen op activiteiten met de grootste impact; en ii) er enkele gebieden waren waarop het JRC zich in een unieke positie bevindt om het nodige wetenschappelijke bewijs te leveren. De nieuwe nucleaire strategie van het JRC omvat een hele reeks acties die gericht zijn op het prioriteren van zijn werkzaamheden en het duidelijk stellen van prioriteiten voor lopende en toekomstige activiteiten.

Het panel wees op een zeker gebrek aan integratie van de verschillende activiteiten van het JRC en verklaarde dat dit soms tot een versnipperde aanpak leidde. Om deze ontwikkeling tegen te gaan, heeft het JRC zijn werkprogramma gereorganiseerd door middel van de invoering van portefeuilles. Deze portefeuilles zijn gericht op een geïntegreerd beeld en een betere coördinatie van de relevante activiteiten in het kader van duidelijk omschreven prioriteiten.

De anticipatie op de onderzoeks- en beleidsbehoeften van andere DG's van de Europese Commissie wordt gewaarborgd door geplande clustervergaderingen met verschillende DG's om prioriteiten vast te stellen op basis van een gecoördineerde beoordeling. Tijdens deze vergaderingen worden verschillende DG's van de Europese Commissie uitgenodigd om hun prioriteiten kenbaar te maken en te bespreken met het JRC. Op nucleair gebied organiseert het JRC aanvullende coördinatievergaderingen met partner-DG's die belast zijn met onderzoek en innovatie, energie, internationale partnerschappen, interne aangelegenheden enzovoort, voor uitwisselingen over toekomstige behoeften.

Over het algemeen waren de deskundigen van mening dat het JRC zich goed bewust was van zijn unieke sterke punten, waaronder zijn onafhankelijkheid, zijn solide wetenschappelijke basis, zijn jarenlange expertise, het delen van onderzoeksfaciliteiten met andere onderzoekers, en zijn vermogen om de continuïteit van het onderzoek te waarborgen wanneer andere actoren aan verschillende vereisten gebonden zijn. Deze sterke punten van het JRC vormen een aanvulling op zijn nieuwe nucleaire strategie, en de versterking van deze vastgestelde sterke punten is grotendeels verenigbaar met de uitvoering van het strategische plan van het JRC,

met inbegrip van het prioriteren en optimaliseren van onderzoeksinfrastructuren en de programma's voor open toegang.

Aanbevelingen voor een holistische aanpak van nucleaire en niet-nucleaire activiteiten

1. Het JRC moet een holistischere aanpak hanteren bij het opstellen van zowel zijn werkprogramma als zijn respons op beleidsbehoeften. Als onderdeel van zijn bedrijfsmodel moet het een strategisch plan ontwikkelen om de sociale wetenschappen in zijn onderzoek te integreren.
2. Het JRC moet sociaal-wetenschappelijk onderzoek integreren in Euratom-activiteiten, met name op het gebied van risicobeoordeling en crisisparaatheid en -respons, en gebruikmaken van de benaderingen die voor het JRC als geheel zijn ontwikkeld.
3. Het JRC moet het concept veerkracht en de groene en digitale transitie verder integreren in het Euratom-deel van zijn werkprogramma.

Antwoord van de Commissie

De noodzaak van een holistischere, multidisciplinaire integratie van beleidsprioriteiten werd door de deskundigen onderstreept. Zij wezen op de toegevoegde waarde van het behandelen van sociaal-wetenschappelijke aspecten in nucleair onderzoek. In het kader van de reorganisatie van het werkprogramma werden de portefeuilles opgezet met het idee om de samenwerking en interactie tussen de nucleaire en niet-nucleaire domeinen te verbeteren. Dankzij deze opzet zal daarom mettertijd een integratie tussen de verschillende disciplines tot stand komen. Er zijn bijvoorbeeld inspanningen geleverd om sociaal-wetenschappelijk onderzoek te integreren in de portefeuille inzake risico- en crisisbeheersing, waarbij het nucleaire risico nu aan de hand van een holistische benadering wordt beoordeeld naast andere CBRN-risico's die door een ander, niet op nucleair gebied werkzaam directoraat van het JRC zijn uitgewerkt. Een soortgelijke samenwerking met sociale wetenschappers vindt ook plaats op het gebied van SMR's in het kader van onderzoek naar niet-elektriciteitstoepassingen van nucleaire technologie, zoals waterstofproductie, stadsverwarming en medische toepassingen van nucleaire wetenschap. Deze aanpak heeft tot doel de impact van het JRC op het beleid te vergroten en expertise/middelen te delen, en tegelijkertijd verschillende aspecten van dezelfde uitdaging te bestrijken.

Deze geïntegreerde aanpak van nucleaire en niet-nucleaire activiteiten is ook een doel bij de uitvoering van de nucleaire strategie van het JRC. De deskundigen merkten ook op dat de mogelijkheden voor de integratie van horizontale kwesties zoals digitalisering, artificiële intelligentie of machinaal leren moeten worden beoordeeld op het gebied van nucleaire beveiliging, veiligheidscontroles en beheer van radioactief afval. De inspanningen om deze horizontale kwesties in de werkzaamheden van het JRC te integreren, zijn terug te vinden in een hervormde governance en de nieuwe portefeuillestructuur. Het geavanceerde gebruik van digitale technologieën is nu het specifieke aandachtspunt van een nieuw directoraat binnen het JRC en, meer specifiek, van een eenheid binnen het nucleaire directoraat, en is gericht op onderzoek naar nucleaire veiligheidscontroles en non-proliferatie, maar met het potentieel om verder te worden uitgebreid tot andere gebieden.

Aanbeveling inzake communicatie

1. Het JRC moet een communicatiestrategie ontwikkelen om zijn communicatie op verschillende niveaus te verbeteren, waarbij deze communicatie aan verschillende doelgroepen wordt aangepast en gebruik wordt gemaakt van de meest geschikte (digitale of traditionele) kanalen om deze groepen te bereiken.

Antwoord van de Commissie

De deskundigen wezen op een kans om de communicatie op verschillende niveaus te verbeteren: i) binnen het JRC; ii) tussen het JRC en de Europese Commissie; en iii) tussen het JRC en zijn externe belanghebbenden. Hiermee zou meer duidelijkheid worden verschaft over het door het JRC uitgevoerde onderzoek en de tastbare effecten die dit heeft opgeleverd. Een actie-onderdeel van de nucleaire strategie van het JRC heeft tot doel deze kwestie aan te pakken door de nadruk te leggen op meer strategische communicatie en de vaststelling van doelgroepen, alsook door beter samen te werken met relevante belanghebbenden.

Aanbeveling inzake middelen

1. Het JRC moet een proactieve aanpak voor het verwerven van talent toepassen op alle niveaus van anciënniteit, met als doel een diverser personeelsbestand, met name wat betreft het genderevenwicht. Dit geldt voor externe aanwerving, maar ook voor geschikte interne ontwikkelingsprogramma's om potentiële kandidaten te stimuleren en te motiveren.

Antwoord van de Commissie

Als gevolg van de verlaging van de Euratom-begroting in het kader van het meerjarig financieel kader voor de periode 2021-2027 verkeert het JRC in een moeilijke situatie wat betreft de ontwikkeling en het behoud van de geschoolde arbeidskrachten die het nodig heeft. Desondanks heeft het JRC in zijn nucleaire strategie een actie-onderdeel opgenomen dat gericht is op aspecten in verband met vaardigheden en personeel om de gevolgen van deze verlaging in de loop van de tijd te verzachten. Deze exercitie is bedoeld om ervoor te zorgen dat kennis efficiënt wordt beheerd, rekening houdend met de noodzakelijke kritieke vaardigheden die moeten worden behouden of vervangen. De exercitie is ook bedoeld om diverse nieuwe talenten aan te werven (binnen de huidige strenge beperkingen) om hooggekwalificeerd toekomstig personeel op te nemen dat innovatie kan stimuleren in overeenstemming met de veranderende prioriteiten van het JRC.

Om nucleaire expertise en kennis binnen en buiten het JRC doeltreffender te bundelen, wordt met de strategie beoogd het personeelsbeheer te optimaliseren en versnippering te verminderen door vergelijkbare onderzoeksactiviteiten op afzonderlijke locaties op de JRC-locaties te integreren. Experimentele activiteiten waarbij nucleaire en radioactieve materialen worden gebruikt, zullen slechts op twee JRC-locaties worden geïntegreerd: Geel, België, en Karlsruhe, Duitsland.

Aanbevelingen inzake de monitoring van het effect en de efficiëntie

1. Het JRC moet de indicatoren voor het meten van het effect herzien, rekening houdend met de huidige initiatieven van de Commissie inzake de hervorming van methoden voor onderzoeksbeoordeling.
2. Het JRC moet kernprestatie-indicatoren ontwikkelen voor het meten van de efficiëntie van zijn wetenschap voor beleidsondersteuning.

Antwoord van de Commissie

Het panel van deskundigen erkende zowel: i) de moeilijkheid om de efficiëntie in een onderzoekscontext te meten; als ii) de inspanningen die het JRC heeft geleverd in reactie op de aanbeveling van de tussentijdse evaluatie om zijn kosteneffectiviteit aan te tonen. Het JRC heeft de inzet van middelen en outputs die voortvloeien uit zijn deelname aan verschillende projecten in het kader van acties onder contract vergeleken met die van andere consortiumpartners. Hoewel de interpretatie van deze vergelijkingen niet altijd duidelijk is, heeft het JRC vastgesteld dat zijn kosteneffectiviteit vergelijkbaar was met die van andere partners. De deskundigen hebben ook nota genomen van de recente invoering van een gemeenschappelijke methodologie voor projectbeheer in het JRC en van de bundeling van nucleaire-onderzoeksactiviteiten onder één directoraat om de efficiëntie te verbeteren.

Daarnaast is bij de opstelling van het Euratom-programma voor de periode 2021-2025 een volledige reeks impactindicatoren herzien en in het programma opgenomen als onderdeel van het besluit van de Raad. Deze omvatten indicatoren voor effecten op de korte, middellange en lange termijn, rekening houdend met de wetenschappelijke, maatschappelijke, innovatie- en beleidsdimensies.

Aanbevelingen inzake nucleaire veiligheid, beveiliging en vaardigheden

1. Wat SMR's betreft, moet het JRC niet alleen de regelgevingsaspecten bestuderen, maar zich ook richten op de aanpak van veiligheid, beveiliging en veiligheidscontroles voor deze nieuwe technologieën.
2. Het JRC moet zijn vaardigheden versterken om activiteiten in verband met de berging van verbruikte splijtstof te ondersteunen en strategieën ontwikkelen om beste praktijken van EU- en nationale projecten in kaart te brengen en met alle EU-lidstaten te delen.

Antwoord van de Commissie

Het panel van deskundigen erkende dat het JRC, door vaardigheden op het gebied van nucleaire veiligheid, beveiliging en veiligheidscontroles op te bouwen en op peil te houden, de beleidsvorming van zowel de EU als van de lidstaten heeft gediend. Het panel moedigde het JRC ook aan te blijven reageren en zich te concentreren op een aantal uitdagingen en drijvende krachten, met name nieuwe technologieën zoals SMR's, maar ook: i) de buitengebruikstelling van kerncentrales; ii) kwesties met betrekking tot de langetermijnexploitatie; iii) cyberbeveiliging; iv) veiligheidscontroles; en v) open toegang tot nucleaire infrastructuur.

Het JRC erkent dat de regulering van nucleaire veiligheid een nationale verantwoordelijkheid is en heeft in het kader van de reorganisatie van zijn werkprogramma activiteiten gegroepeerd in een specifieke portefeuille voor SMR's. Het is de bedoeling dat deze portefeuille gericht is op deskresearch en simulatie en experimentele O&O, deels om het vergunningsproces te ondersteunen door bij te dragen tot de harmonisatie van praktijken en richtsnoeren op EU-niveau. In andere portefeuilles, zoals NUCTEC, worden de andere genoemde relevante onderwerpen behandeld, zoals de langetermijnexploitatie van kerncentrales en het beheer van bestraalde splijtstof en radioactieve afvalstoffen. De open toegang tot nucleaire infrastructuur is zoveel mogelijk opgenomen in relevante onderzoeksprojecten. In het algemeen behoren de bovengenoemde aanjagers van nieuw onderzoek tot de prioriteiten die zijn vastgesteld in de

nucleaire strategie van het JRC, met de gedeeltelijke uitzondering van buitengebruikstelling, die nu het onderwerp is van een afzonderlijk instrument¹⁶ dat gericht is op: i) operationele activiteiten van het JRC voor buitengebruikstelling; en ii) het beheer en de verspreiding van kennis over buitengebruikstelling.

De deskundigen wezen met name op de mogelijkheid om de selectie van doelstellingen en activiteiten ter ondersteuning van het kernveiligheidsbeleid te verbeteren om eventuele veranderingen in de vraag naar energiesystemen te kunnen volgen. De deskundigen benadrukten ook dat het waarborgen van de continuïteit van de Europese hulpbronnen op het gebied van nucleaire veiligheid en beveiliging van het grootste belang is om te kunnen reageren op onverwachte gebeurtenissen en crises. De aandacht en reactie van het JRC met betrekking tot veranderende prioriteiten/behoefte in verband met zowel nucleaire veiligheidsnormen als nucleaire beveiliging komt tot uiting in de ontwikkeling van zijn eigen werkprogramma. Dit blijkt met name uit de respons op specifieke gebeurtenissen, zoals de kernveiligheidsbeoordeling van de situatie na de Russische agressie en invasie in Oekraïne. Het JRC heeft ook geholpen bij het opstellen van sancties tegen Rusland, op basis van strategische handelsanalyses en expertise op het gebied van exportcontrole die voor non-proliferatiedoeleinden was ontwikkeld.

Aanbevelingen inzake anticipatie en prognoses

1. Het JRC moet prognoseactiviteiten voor kernenergie ontwikkelen om de groene transitie te ondersteunen en de veerkracht van het energiesysteem te bevorderen.
2. Het JRC moet: i) een hoge prioriteit geven aan anticipatiecapaciteiten, zoals uiteengezet in de JRC-strategie voor 2030; ii) voldoende middelen toewijzen; en iii) een governancestructuur opzetten om de inspanningen te optimaliseren.
3. Het JRC moet capaciteiten en instrumenten opbouwen om zich voor te bereiden en te reageren op toekomstige schokken. Daartoe moet het investeren in het verzamelen en bijhouden van gegevens over eerdere en toekomstige schokken.

Antwoord van de Commissie

Het JRC voert anticipatie uit als prioriteit binnen zijn nucleaire activiteiten door: i) permanente contacten met zijn belangrijkste partners en belanghebbenden te onderhouden; en ii) opkomende behoeften en trends op nucleair gebied te onderzoeken, zowel op EU- als op internationaal niveau. Het JRC neemt ook deel aan Europese technologische platforms en verenigingen waar de belangrijkste belanghebbenden bijeen worden gebracht en die richtsnoeren verstrekken voor onderzoeksprioriteiten op aanverwante nucleaire gebieden.

Anticipatie en prognoses zijn ingebed in de portefeuillebenadering en omvatten aspecten die verband houden met de anticipatie op crises. Dit is het geval voor de portefeuille situationeel bewustzijn voor crisisbeheersing, waarin alle capaciteiten binnen het JRC voor risicoanalyse, risicobeoordeling en vroegtijdige waarschuwing zijn geïntegreerd. Dit omvat specifieke nucleaire activiteiten zoals de exploitatie van twee waarschuwingssystemen, EURDEP en ECURIE.

De nadruk op prognoses is een van de prioriteiten die in de nucleaire strategie van het JRC zijn vastgesteld. Het directoraat voor nucleaire veiligheid en beveiliging van het JRC beheert

ook zijn eigen prognosenetwerk en -activiteiten als onderdeel van een regelmatige “horizonscan”, waarbij ook andere niet-nucleaire directoraten betrokken zijn. Er lopen ook plannen om een “toekomstscenario” uit te voeren in overeenstemming met een soortgelijke inspanning van de IAEA in 2022 op het gebied van veiligheidscontroles. Vóór eind 2023 werd een prognoseworkshop met externe belanghebbenden georganiseerd.

Het JRC-management heeft flexibele werkmechanismen ingevoerd die het mogelijk maken middelen te bundelen die gewoonlijk worden toegewezen aan onderzoek, coördinatie of ondersteunende activiteiten, om te reageren op onverwachte schokken.

Aanbeveling inzake veiligheidscontroles

1. Het JRC moet een krachtig onderzoeksprogramma voor nucleaire veiligheidscontroles en non-proliferatie in stand houden.

Antwoord van de Commissie

De deskundigen onderkennen de essentiële rol van het JRC bij de ondersteuning en ontwikkeling van nucleaire veiligheidscontroles en non-proliferatie in de EU en wereldwijd. Daarom moet worden gezorgd voor voldoende personeel en infrastructuur voor experimentele werkzaamheden en modelleringsactiviteiten. Het belang van het behoud van een krachtig onderzoeksprogramma op het gebied van veiligheidscontroles is opgenomen in de nucleaire strategie van het JRC. Een belangrijk element in deze capaciteit is de rechtstreekse bijdrage van het JRC aan de Euratom-veiligheidscontroles, waarvoor voldoende gekwalificeerd personeel en experimentele infrastructuur nodig zijn. Vanwege de verlaging van de begroting en de druk op de beschikbaarheid van personeel moeten met de nucleaire strategie alle experimentele activiteiten waarvoor en laboratoria waar nucleair en radioactief materiaal wordt gebruikt, worden geconcentreerd op twee onderzoekslocaties (Karlsruhe en Geel) en zullen hiermee de mogelijkheden worden geëvalueerd voor een gezamenlijke uitvoering van activiteiten met de veiligheidscontroles van Euratom.

Het JRC handhaaft een krachtig onderzoeksprogramma voor veiligheidscontroles en non-proliferatie aan de hand van interactie met relevante belangrijke spelers in de EU door middel van netwerkvorming en samenwerking binnen het Europees verbond voor veiligheidscontrole-onderzoek en ontwikkeling. Het JRC verleent ook aanzienlijke wetenschappelijke en technische ondersteuning aan de IAEA via het specifieke steunprogramma van de Europese Commissie voor veiligheidscontroles. Op het gebied van non-proliferatie biedt het JRC expertise op het gebied van strategische handelscontrolekwessies en zorgt het voor een verdere integratie van de werkzaamheden van de nucleaire en niet-nucleaire delen van zijn werkprogramma.