

Brüssel, den 19. September 2025
(OR. en)

13032/25

RECH 402
ATO 74

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender: Frau Martine DEPREZ, Direktorin, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission

Eingangsdatum: 18. September 2025

Empfänger: Frau Thérèse BLANCHET, Generalsekretärin des Rates der Europäischen Union

Nr. Komm.dok.: COM(2025) 505 final

Betr.: BERICHT DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT
Betrieb des Hochflussreaktors im Berichtszeitraum 2020-2023

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument COM(2025) 505 final.

Anl.: COM(2025) 505 final



Brüssel, den 18.9.2025
COM(2025) 505 final

**BERICHT DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE
PARLAMENT**

Betrieb des Hochflussreaktors im Berichtszeitraum 2020-2023

{SWD(2025) 265 final}

BETRIEB DES HOCHFLUSSREAKTORS IM BERICHTSZEITRAUM 2020-2023

Am 29. Juni 2020 verabschiedete der Rat für die Dauer von vier Jahren (2020-2023) ein von der Gemeinsamen Forschungsstelle (JRC) durchzuführendes zusätzliches Forschungsprogramm für den Hochflussreaktor (HFR) in Petten (Niederlande) (Beschluss 2020/960/Euratom des Rates¹). Gemäß Artikel 5 dieses Ratsbeschlusses informiert die Kommission das Europäische Parlament und den Rat nach dem Ende des Programms, indem sie diesen einen Schlussbericht über die Durchführung dieses Beschlusses vorlegt. Dieser Verpflichtung wird mit dem vorliegenden Bericht nachgekommen.

Der HFR ist seit 1961 in Betrieb und bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für Bestrahlungspositionen (Reaktorkern, Reflektor und Becken).

Hauptziele des zusätzlichen Forschungsprogramms sind:

- Gewährleistung des sicheren und zuverlässigen Betriebs des HFR zur Sicherung der Verfügbarkeit des Neutronenflusses zu Versuchszwecken;
- die Ermöglichung einer effizienten Nutzung des HFR durch Forschungsinstitute in verschiedensten Bereichen; i) Verbesserung der Sicherheit von Kernreaktoren, ii) Anwendungen im Gesundheitswesen, einschließlich der Entwicklung medizinischer Isotope, iii) Kernfusion, iv) Grundlagenforschung und Ausbildung sowie v) Abfallentsorgung, u. a. auch die Untersuchung des sicherheitstechnischen Verhaltens von Kernbrennstoffen für Reaktorsysteme, die von Interesse für Europa sind.

Der HFR dient der gewerblichen Herstellung von Radioisotopen und ist eine Ausbildungseinrichtung für Doktoranden und promovierte Wissenschaftler, in der diese im Rahmen von nationalen oder europäischen Programmen Forschungstätigkeiten nachgehen können.

1. SICHERER BETRIEB DES HFR

Die Europäische Atomgemeinschaft (Euratom) ist Eigentümerin des HFR (Pacht von 99 Jahren). Der HFR wird von der Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) betrieben, die die Anlage instand hält und kommerzielle Tätigkeiten in Verbindung mit dem Reaktor verwaltet. Sie verfügt über eine Betriebsgenehmigung, die von der niederländischen nationalen Regulierungsbehörde ANVS (Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) erteilt wurde. Der HFR unterliegt den gesetzlich vorgeschriebenen regelmäßigen zehnjährigen Sicherheitsüberprüfungen unter den gleichen Bedingungen wie für Kernkraftwerke, die von der NRG durchgeführt werden.

¹ ABl. L 211 vom 3.7.2020, S. 14.

Im Berichtszeitraum 2020-2023 war der HFR während über 90 % der planmäßigen Betriebszeit (die auf ca. 70 % eines Kalenderjahres geschätzt wurde) in Betrieb. Insgesamt war der HFR im Zeitraum 2020-2023 an 991 Tagen in Betrieb.

Was den sicherheitstechnischen Betrieb des Reaktors betrifft, so wurden 2020 fünf Meldungen an die Regulierungsbehörde übermittelt. Zwei davon bezogen sich auf höhere kollektive Expositions Dosen als erwartet während der Molybdänproduktion (Mo-99) und Tätigkeiten im Zusammenhang mit Heißzellen.

Im Jahr 2021 wurden der Regulierungsbehörde zwei Meldungen übermittelt: Zum einen war der Sekundäraktivitätsmonitor vorübergehend nicht verfügbar, zum anderen überschritt eine Bestrahlungszeit in einer Produktionsanlage die genehmigte Dauer.

Im Jahr 2022 wurden drei Meldungen an die Regulierungsbehörde übermittelt: die erste über Kontamination in einem Pumpenraum, die zweite über ein vorübergehendes Leck im Reaktorbehälter (während eines Ausfalls aufgrund von Wartungstätigkeiten) und die letzte über die unzureichende Leistung von zwei Aktivitätsmonitoren.

Im Jahr 2023 wurde der niederländischen Nuklearaufsichtsbehörde nur eine Meldung über eine Leckage im Reaktorbeckenliner übermittelt. Es wurde eine Sicherheitsbewertung erstellt und der niederländischen Regulierungsbehörde vorgelegt.

Alle Ereignisse, im Zeitraum 2020–2023 wurden in INES (Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse) als INES 0 (d. h. Ereignisse ohne Sicherheitsrelevanz und/oder unterhalb der Skala) eingestuft.

Im Hinblick auf den Strahlenschutz des Personals während des HFR-Betriebs von 2020 bis 2023 wurden die individuellen und kollektiven Expositions Dosen innerhalb der erwarteten und gesetzlichen Grenzen gehalten.

Die Wartung umfasst Arbeiten zur Vorbeugung, Störungsbehebung und regelmäßigen Instandsetzung aller Systeme, Strukturen und Komponenten. Diese wurden mit dem Ziel durchgeführt, den sicheren und zuverlässigen Betrieb des HFR zu gewährleisten. Die wichtigsten Tätigkeiten während des Wartungszeitraum waren

1. geplante regelmäßige Wartungsarbeiten zur Vorbeugung und Störungsbehebung;
2. regelmäßige Dichtheitsprüfung des Containmentgebäudes (eine der Genehmigungsaufgaben);
3. Kontrolle der sicherheitsrelevanten Teile des Primärsystems während des Betriebs (Reaktorbehälter, Auslass-Reduzierstücke, Bottom Plug und Primärleitungen im Primärpumpengebäude);
4. Reinigung des sekundären Kühlsystems;
5. Modernisierung der Diesel-Notstromgeneratoren;
6. zweiwöchige Schulung des HFR-Betreiberpersonals.

2. FORSCHUNG UND ISOTOPENHERSTELLUNG

2.1. Forschung

2020-2023 wurden die folgenden wissenschaftlichen Tätigkeiten ausgeführt:

- Verbesserung der nuklearen Sicherheit durch Online-Messung von Kriechvorgängen im Zusammenhang mit Brennstoff: In diesem Zeitraum wurden zwei Experimente durchgeführt.
- Angesichts der grundlegenden Bedeutung von Kernbrennstoff für alle kerntechnischen Systeme sowie für deren Leistung und Sicherheit, ist ein besseres Verständnis der Eigenschaften des Brennstoffs und der Mechanismen, die den Veränderungen unter Bestrahlung zugrunde liegen, entscheidend für die Entwicklung genauerer und prädiktiver Kodizes für die Simulation von Brennelementen.
- Forschung zur Technologie für Salzschnmelzenreaktoren: Ein Salzschnmelzenreaktor ist ein Spaltreaktor der vierten Generation, bei dem das Primärkühlmittel des Kernreaktors und/oder der Brennstoff ein Gemisch aus geschmolzenem Salz mit spaltbarem Material ist. Salzschnmelzenreaktoren weisen eine höhere Effizienz und weniger Abfallaufkommen auf.
- Das übergeordnete Ziel des experimentellen Programms für Salzschnmelzenreaktoren besteht darin, Erfahrungen mit der Handhabung, Bestrahlung, Forschung nach der Bestrahlung und Abfallbehandlung von geschmolzenen Salzen zu sammeln.
- Durchführung von Materialbestrahlungsexperimenten im Bereich der Zersetzung von Graphit (wesentlich zur Bestimmung der verbleibenden Lebensdauer fortgeschrittener gasgekühlter Reaktoren).
- Proben aus Aluminiumlegierungen von Strukturwerkstoffen des Reaktors Jules Horowitz (JHR) wurden bestrahlt, um einen Beitrag zum künftigen Überwachungsprogramm des JHR zu leisten.

Seit 2024 arbeiten Euratom-Interessenträger an der Entwicklung von Bestrahlungsanlagen für Brennstoffe und Materialien; dies stellt einen neuen Rahmen für experimentelle Arbeiten am HFR dar. Derzeit werden vier Bestrahlungsgeräte (experimentelle Anlagen) eingerichtet, und zwar für Forschungen zu Salzschnmelzenreaktoren (zwei Bestrahlungsanlagen), ein Gerät für Legierungen und ein weiteres Gerät für beschleunigte Tests von Werkstoffen in Kapseln (in Form einer Reihe von Experimenten des gemeinsamen Versuchsprogramms „JEEP“, die im Rahmen der Initiative für Bestrahlungsexperimente „FIDES“ der Kernenergie-Agentur im zweiten Dreijahreszeitraum durchgeführt werden).

2.2. Isotopenherstellung

Weltweit sind täglich rund 30 000 Patienten für Diagnose und Therapie auf medizinische Radioisotope angewiesen, die am HFR-Reaktor in Petten hergestellt werden.

Das bei Weitem wichtigste der Isotope ist Molybdän-99, Es spielt eine entscheidende Rolle bei der Diagnose von Herz- und Krebserkrankungen und wird im Rahmen von Knochen- und Organaufnahmen eingesetzt. Darüber hinaus befinden sich neue Behandlungsmethoden in der Entwicklung, weshalb die Nachfrage nach (neuen) Isotopen ständig wächst. Angesichts der Halbwertszeit der hergestellten Isotope und der hohen Nachfrage nach Behandlungen, bei denen sie zum Einsatz kommen, ist eine effizient funktionierende Just-in-time-Logistik von entscheidender Bedeutung.

Der HFR ist einer der weltweit größten Hersteller von Molybdän-99. Er liefert Molybdän-99-Isotope für 30 000 Patientendosen pro Tag, was mehr als 40 Millionen Patientendosen in den 991 vollen Betriebstagen im Berichtszeitraum 2020–2023 entspricht.

Die Nachfrage nach Isotopen geht auch auf weitere Arzneimittel zurück. Neben Molybdän-99 und Lutetium-177 ist der HFR ein wichtiger Lieferant von Terbium-161, Yttrium-90, Iridium-192 und Holmium-166 für verschiedene medizinische Indikationen.

Im HFR werden medizinische Isotope proaktiv produziert, was zur Entwicklung neuer Therapien und des Marktes für Nukleararzneimittel beiträgt. Im Berichtszeitraum 2020–2023 wurden neue klinische Prüfungen mit Lutetium-177 eingeleitet oder angekündigt, und der HFR brachte größere Mengen an Lutetium-177 auf den Markt, was mehr Patientenbehandlungen ermöglichte.

Neben der Herstellung medizinischer Isotope konzentriert sich der Betreiber des Hochflussreaktors, NRG|PALLAS, auch auf Innovationen im Nuklearbereich. Im Berichtszeitraum wurden große Fortschritte bei der Entwicklung von Kompetenzen im Bereich der Verarbeitung medizinischer Isotope und der erforderlichen Infrastruktur erzielt. Zu diesem Zweck wurde FIELD-LAB eingerichtet. FIELD-LAB ist eine wichtige Innovationseinrichtung, die dazu beiträgt, die Entwicklung und Einführung neuer Nukleararzneimittel zu beschleunigen. Mithilfe dieser Einrichtung werden medizinische Isotope aus dem HFR für klinische Prüfungen verfügbar gemacht. Diese innovative Infrastruktur wird die positiven Auswirkungen des HFR auf den Gesundheitssektor weiter verstärken.

3. FINANZBEITRÄGE ZUR DURCHFÜHRUNG DES PROGRAMMS

Im Zeitraum 2020-2023 leisteten die Mitgliedstaaten folgende Finanzbeiträge zur Durchführung des zusätzlichen Forschungsprogramms:

- die Niederlande: 26 654 000 EUR
- Frankreich: 1 200 000 EUR

Es sei darauf hingewiesen, dass diese Beiträge die Ausgaben im Zusammenhang mit dem Betrieb und der Stilllegung des HFR abdecken. Die Kommission kommt nicht für ein betriebsbedingtes Defizit auf, auch nicht für mögliche Instandhaltungs- oder Reparaturkosten.

Der jährliche Beitrag des zusätzlichen Forschungsprogramms zum Stilllegungsfonds beläuft sich auf 800 000 EUR pro Jahr. Dieser Betrag stammt aus dem regulären Haushalt des zusätzlichen Forschungsprogramms. Zum 31. Dezember 2023 belief sich der Gesamtumfang des Stilllegungsfonds auf 23 639 000 EUR.

Im Einklang mit dem in der Verordnung (Euratom) 2021/100 des Rates festgelegten Mandat ernannte die JRC ein unabhängiges Expertengremium zur Überprüfung des Stilllegungsplans von 2022 für den Hochflussreaktor in Petten. Ziel war es, die Vollständigkeit, Durchführbarkeit und Kostenschätzungen des Plans zu bewerten, Umsetzungsszenarien zu beurteilen und die Entscheidungsfindung in strategischen Fragen hinsichtlich der Finanzierung und einer möglichen Haftungsübertragung auf den niederländischen Staat zu unterstützen. Die Überprüfung² ergab geschätzte Gesamtkosten der Stilllegung in Höhe von rund 244 Mio. EUR. Dies ist zum jetzigen Zeitpunkt die bestmögliche Schätzung, bei der jedoch Unsicherheit in manchen Fragen besteht, darunter Abfallmengen, Planungsrisiken und Kriterien für den Endzustand des Standorts, was zu höheren Endkosten führen könnte. Vor diesem Hintergrund bleibt der Betrag von rund 23,6 Mio. EUR, der derzeit im Rahmen des zusätzlichen Programms vorgesehen ist, weit hinter der Deckung der erwarteten (von Euratom zu tragenden) Stilllegungsverbindlichkeiten zurück.

Zu weiteren Ausgaben, die der JRC im Berichtszeitraum 2020–2023 entstanden sind und aus dem Haushalt des zusätzlichen Forschungsprogramms finanziert wurden, zählen i) direkte Personalkosten (z. B. Verwaltung des zusätzlichen HFR-Forschungsprogramms) in Höhe von 281 000 EUR, ii) Unterstützungskosten (z. B. Rechtsberatung) und Versorgungsleistungen (z. B. Strom, Wasser, Heizung) in Höhe von 2 585 000 EUR und iii) Kosten für die Behandlung abgebrannter Brennelemente in Höhe von 5 719 000 EUR.

In der beigefügten Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen werden die Ergebnisse des Betriebs des HFR im Berichtszeitraum 2020-2023 weiter ausgeführt.

² Endgültiger Prüfbericht: „Review of the HFR decommissioning plan, cost estimates and its implementation“ (Überprüfung des HFR-Stilllegungsplans, der Kostenschätzungen und seiner Umsetzung) (JRC/IPR/2023/RP/1498 – Rev. C, Februar 2025).