



2023/2109(INI)

24.8.2023

ENTWURF EINES BERICHTS

über kleine modulare Reaktoren
(2023/2109(INI))

Ausschuss für Industrie, Forschung und Energie

Berichterstatter: Franc Bogovič

INHALT

	Seite
ENTWURF EINER ENTSCHLIESSUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS	3
BEGRÜNDUNG.....	10
ANLAGE: AUFLISTUNG VON ORGANISATIONEN UND PERSONEN, VON DENEN DER BERICHTERSTATTER INFORMATIONEN ERHALTEN HAT	15

ENTWURF EINER ENTSCHEIDUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS

zu kleinen modularen Reaktoren (2023/2109(INI))

Das Europäische Parlament,

- unter Hinweis auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV), insbesondere auf Artikel 194,
- unter Hinweis auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft,
- unter Hinweis auf das Übereinkommen, das am 12. Dezember 2015 auf der 21. Tagung der Konferenz der Vertragsparteien des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen in Paris geschlossen wurde (im Folgenden „Übereinkommen von Paris“),
- unter Hinweis auf den Vorschlag der Kommission vom 16. März 2023 für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen und zur Änderung der Verordnungen (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 und (EU) 2019/1020 (COM(2023)0160).
- unter Hinweis auf den Vorschlag der Kommission vom 16. März 2023 für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für Maßnahmen zur Stärkung des europäischen Ökosystems der Fertigung von Netto-Null-Technologieprodukten (Netto-Null-Industrie-Verordnung) (COM(2023)0161),
- unter Hinweis auf die Richtlinie (EU) 2019/944 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU¹, die derzeit überarbeitet wird,
- unter Hinweis auf die Verordnung (EU) 2019/943 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über den Elektrizitätsbinnenmarkt², die derzeit überarbeitet wird,
- unter Hinweis auf die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik³, die derzeit überarbeitet wird,
- unter Hinweis auf die Verordnung (EU) 2019/941 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor und zur Aufhebung der Richtlinie 2005/89/EG⁴,

¹ ABl. L 158 vom 14.6.2019, S. 125.

² ABl. L 158 vom 14.6.2019, S. 54.

³ ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1.

⁴ ABl. L 158 vom 14.6.2019, S. 1.

- unter Hinweis auf die Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088⁵ (EU-Taxonomie-Verordnung),
- unter Hinweis auf die Delegierte Verordnung (EU) 2019/856 der Kommission vom 26. Februar 2019 zur Ergänzung der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Funktionsweise des Innovationsfonds⁶,
- unter Hinweis auf die Delegierte Verordnung (EU) 2022/1214 der Kommission vom 9. März 2022 zur Änderung der Delegierten Verordnung (EU) 2021/2139 in Bezug auf Wirtschaftstätigkeiten in bestimmten Energiesektoren und der Delegierten Verordnung (EU) 2021/2178 in Bezug auf besondere Offenlegungspflichten für diese Wirtschaftstätigkeiten⁷ (Ergänzender Delegierter Rechtsakt zum Klimaschutz),
- unter Hinweis auf die Richtlinie 2009/71/Euratom des Rates vom 25. Juni 2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen⁸, geändert durch die Richtlinie des Rates 2014/87/Euratom vom 8. Juli 2014⁹,
- unter Hinweis auf die Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle¹⁰,
- unter Hinweis auf die Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom¹¹,
- unter Hinweis auf die Mitteilung der Kommission vom 1. Februar 2023 mit dem Titel „Ein Industrieplan zum Grünen Deal für das klimaneutrale Zeitalter“ (COM(2023)0062),
- unter auf Hinweis auf die Mitteilung der Kommission vom 18. Mai 2022 mit dem Titel „REPowerEU-Plan“ (COM(2022)0230),
- unter Hinweis auf die Mitteilung der Kommission vom 10. März 2020 mit dem Titel „Eine neue Industriestrategie für Europa“ (COM(2020)0102),
- unter Hinweis auf seine Entschliebung vom 19. Mai 2021 zu einer europäischen Strategie für die Integration der Energiesysteme¹²,

⁵ ABl. L 198 vom 22.6.2020, S. 13.

⁶ ABl. L 140 vom 28.5.2019, S. 6.

⁷ ABl. L 188 vom 15.7.2022, S. 1.

⁸ ABl. L 172 vom 2.7.2009, S. 18.

⁹ ABl. L 219 vom 25.7.2014, S. 42.

¹⁰ ABl. L 199 vom 2.8.2011, S. 48.

¹¹ [ABl. L 13 vom 17.1.2014, S. 1.](#)

¹² ABl. C 15 vom 12.1.2022, S. 45.

- unter Hinweis auf seine Entschließung vom 10. Juli 2020 zu einem umfassenden europäischen Konzept für die Energiespeicherung¹³,
 - unter Hinweis auf seine Entschließung vom 14. März 2019 zum Klimawandel – eine europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft im Einklang mit dem Übereinkommen von Paris¹⁴,
 - unter Hinweis auf die Mitteilung der Kommission vom 11. Dezember 2019 mit dem Titel „Der europäische Grüne Deal“ (COM(2019)0640),
 - unter Hinweis auf seine Entschließung vom 15. Januar 2020 zu dem Thema „Der europäische Grüne Deal“¹⁵,
 - unter Hinweis auf seine Entschließung vom 15. Dezember 2015 zu dem Thema „Auf dem Weg zu einer europäischen Energieunion“¹⁶,
 - unter Hinweis auf den Vorschlag für eine europäische Partnerschaft zu kleinen modularen Reaktoren, der als Ergebnis des von der Kommission am 29. Juni 2021 organisierten ersten EU-Workshops zu kleinen modularen Reaktoren vorgelegt wurde,
 - unter Hinweis auf das hochrangig besetzte Rundtischgespräch der Kommission vom 15. März 2022,
 - unter Hinweis auf die Erklärung der Kommission vom 4. April 2023 mit dem Titel „EU Small Modular Reactors (SMRs) 2030: Research & Innovation, Education & Training“,
 - unter Hinweis auf das Euratom-Arbeitsprogramm 2023-2025 im Bereich der nuklearen Forschung und Ausbildung,
 - gestützt auf Artikel 54 seiner Geschäftsordnung,
 - unter Hinweis auf den Bericht des Ausschusses für Industrie, Forschung und Energie (A9-0000/2023),
- A. in der Erwägung, dass die Union Vertragspartei des Übereinkommens von Paris ist und sich zu einer Reduzierung ihrer Treibhausgasemission um mindestens 55 % bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 und zur Klimaneutralität bis 2050 verpflichtet hat;
- B. in der Erwägung, dass die Union ihre Risiken im Zusammenhang mit der Abhängigkeit von Drittstaaten im Bereich Energieversorgung mindern muss;
- C. in der Erwägung, dass innovative Entwicklungen bei der Kernkrafttechnologie, insbesondere kleine modulare Reaktoren (KMR), einen vielversprechenden Weg zur Verwirklichung der Energie- und Klimaziele der Union darstellen und beträchtliche Möglichkeiten in Bezug auf die Stromerzeugung, Industriewärme, Wasserstoffherzeugung und Fernwärme bieten;

¹³ ABl. C 371 vom 15.9.2021, S. 58.

¹⁴ ABl. C 23 vom 21.1.2021, S. 116.

¹⁵ [ABl. C 270 vom 7.7.2021, S. 2.](#)

¹⁶ [ABl. C 399 vom 24.11.2017, S. 21.](#)

- D. in der Erwägung, dass KMR geringere Anfangskapitalinvestitionen erfordern und eine größere Skalierbarkeit bieten und mehr Flexibilität bei der Standortauswahl gegenüber Standorten ermöglichen, an denen keine weiteren herkömmlichen Reaktoren größerer Bauart errichtet werden können, und dass sie nun im Vergleich zu früheren Bauarten mit mehr Sicherheit und einer besseren Gefahrenabwehr aufwarten können;
- E. in der Erwägung, dass durch die Einführung von KMR daran mitgewirkt werden kann, das Wirtschaftswachstum anzukurbeln, Arbeitsplätze zu schaffen und zur weltweiten Wettbewerbsfähigkeit der Union in diesem sich rasch weiterentwickelnden Technologiebereich beizutragen;
- F. in der Erwägung, dass die Kommission in ihrer Erklärung vom 4. April 2023 zu KMR in der Union bis 2030 die auf Zusammenarbeit ausgerichteten Bemühungen der Nuklearindustrie und der Wissenschaft aus der Union begrüßt hat, das gemeinsame Ziel einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu erreichen, und anerkannt hat, dass die Kernenergie und insbesondere KMR auch über die Stromerzeugung hinaus von großer Bedeutung sein können;
- G. in der Erwägung, dass die Kommission betont hat, dass Fachwissen auf dem Gebiet des Nuklear- und Strahlenschutzes in allen Mitgliedstaaten erforderlich ist, um für die Sicherheit, die Gefahrenabwehr und den Schutz bei bestehenden und künftigen Kernkraftwerken einschließlich KMR, bei industriellen und medizinischen Anwendungen und bei Initiativen zur Erforschung des Weltraums zu sorgen;
- 1. begrüßt die Erklärung der Kommission zu KMR in der Union bis 2030, in der hervorgehoben wird, dass Forschung, Innovation, Aus- und Weiterbildung bei der Sicherheit von KMR in der Union wichtig sind und dass alle Wirtschaftszweige zur Transformation der Wirtschaft in der Union beitragen müssen, um Klimaneutralität, Energiesicherheit und strategische Autonomie zu erreichen;
- 2. hebt hervor, dass mit Kernenergie und KMR ein Beitrag zu den Zielen der Union im Bereich der sauberen Energie geleistet werden kann;
- 3. fordert die Entwicklung einer umfassenden Strategie für den Einsatz von KMR in der Union unter Berücksichtigung des besonderen Bedarfs und der besonderen Gegebenheiten der verschiedenen Regionen und Wirtschaftszweige;
- 4. stellt fest, dass sich aus der Einführung von KMR sozioökonomische Auswirkungen ergeben, die von der Schaffung hochqualifizierter Arbeitsplätze und der Gründung von Unternehmen mit hohem Mehrwert in der Union herrühren;

Zur Union als bedeutendem potenziellem Markt für KMR

- 5. nimmt zur Kenntnis, dass KMR hohe Bedeutung bei der Ersetzung fossiler Brennstoffe zukommen kann¹⁷;
- 6. befürwortet den Einsatz von KMR zur Erzeugung von CO₂-armem Wasserstoff;
- 7. stellt fest, dass KMR bei der Erzeugung von Industriewärme eine Rolle spielen können;

¹⁷ <https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/EuropeanSMRPrePartnership>

8. nimmt zur Kenntnis, dass KMR Möglichkeiten zur Erzeugung von Fernwärme bieten;

Globaler Wettlauf um die Führungsposition auf dem künftigen Markt für KMR

9. hebt hervor, dass weltweit bislang kein KMR kommerziell betrieben wird, dass sich jedoch in 18 Ländern derzeit mehr als 80 Bauarten von KMR in unterschiedlichen Phasen der Entwicklung und Einführung befinden; betont, dass die Union daher im globalen Wettlauf um die Führungsposition auf dem künftigen Markt für KMR nicht ins Hintertreffen geraten sollte;
10. hebt hervor, dass die Nuklearwirtschaft in der Union ein echter Aktivposten ist, und stellt fest, dass die Union bereits über ein hohes Maß an Fachwissen und Erfahrung im Bereich Nukleartechnologien verfügt, die sich auf die Entwicklung und Einführung von KMR übertragen lassen, wobei in der Lieferkette der größte Teil des Mehrwerts in der Union generiert werden könnte;

Partnerschaft für KMR

11. nimmt zur Kenntnis, dass immer mehr Mitgliedstaaten in Erwägung ziehen, die Kernenergie in ihren Energiemix aufzunehmen;
12. räumt ein, dass die Kernenergie als CO₂-arme Energiequelle mit einer starken heimischen Industrie ein notwendiger Bestandteil der Lösung ist, da die Elektrifizierung ein Schlüsselement aller Übergangsszenarien ist;
13. begrüßt die Gründung der sogenannten Europäischen Partnerschaft für KMR in Form eines Kooperationsprogramms, an dem Interessenträger aus der Industrie, Forschungs- und Technologieorganisationen, interessierte Kunden, europäische Regulierungsbehörden und die Kommission beteiligt sind;

Ein angepasster Strategie- und Regelungsrahmen – Technologieneutralität

14. stellt fest, dass ein förderlicher Strategie- und Regelungsrahmen eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung von KMR in der Union ist;
15. stellt fest, dass geeignete vertragliche und finanzielle Mechanismen eingeführt werden müssen, um für langfristige Planbarkeit zu sorgen;
16. fordert die Kommission auf, eine spezifische Industriestrategie für KMR vorzulegen;

Marktintegration und -einführung

17. betont, dass Innovation und Anpassung von entscheidender Bedeutung sein werden, um die Erwartungen der Konstrukteure von KMR in Bezug auf den Brennstoffkreislauf und die Abfallbewirtschaftung zu erfüllen;
18. hebt hervor, dass klare Unterstützung durch die öffentliche Hand zur Wahrung der Wettbewerbsfähigkeit der KMR-Lieferkette unentbehrlich ist, um den Dienstleistern eine langfristige Perspektive zu bieten und ihre Projekte zu beschleunigen, damit die Marktchancen genutzt werden können;

Harmonisierung der Genehmigungsvorschriften

19. stellt fest, dass das Geschäftsmodell der Hersteller von KMR darauf beruht, dass es eine Serienfertigung einer großen Zahl ähnlicher KMR in verschiedenen Ländern gibt; nimmt zur Kenntnis, dass eine standardisierte Bauart ein wesentliches Element ist, um die Wettbewerbsvorteile der Serienfertigung zu erschließen;
20. betont, dass die Elemente für die Einführung eines unionsweiten Vorabgenehmigungsverfahrens ermittelt werden müssen, das auf allgemein anerkannten Sicherheitsbewertungen bei der Genehmigung derselben KMR-Bauart beruht;
21. hebt hervor, dass die Regulierungsstellen die Voraussetzungen dafür schaffen sollten, das Genehmigungsverfahren für KMR zu vereinfachen;

Finanzielle Unterstützung für die heimische Produktion von KMR

22. stellt fest, dass alle möglichen Optionen für die Finanzierung der KMR-Produktion in der Union ausreichend geprüft und ermittelt werden müssen;
23. ist der Ansicht, dass KMR in die Liste der anerkannten Technologien in der Netto-Null-Industrie-Verordnung aufgenommen werden müssen;
24. begrüßt, dass im Rahmen des Euratom-Programms für Forschung und Ausbildung bereits Forschungsprojekte im Zusammenhang mit der Sicherheit und Genehmigung von KMR-Technologien finanziert werden; betont jedoch, dass die Finanzierung besser koordiniert werden muss;
25. fordert, dass ein neues gemeinsames Unternehmen für KMR gegründet wird;

Anpassung der Lieferketten

26. hebt hervor, dass eine robuste, leistungsfähige und zuverlässige Lieferkette für den Erfolg von in Serienfertigung hergestellten KMR von entscheidender Bedeutung ist;
27. erachtet es als wichtig, die wichtigsten Herausforderungen bei der Anpassung der Wertschöpfungskette an die spezifischen Merkmale von KMR im Vergleich zu Hochleistungsreaktoren zu ermitteln, und stellt fest, dass Konsultationen sowohl mit den Anbietern als auch mit einer großen Zahl von Lieferanten in der Lieferkette erforderlich sind;

Innovation, Forschung und Entwicklung

28. stellt fest, dass ein umfassender Fahrplan für Forschung und Entwicklung (FuE) festgelegt werden muss, der sowohl den Markterwartungen als auch den Sicherheitsanforderungen gerecht wird, und dass überdies ermittelt werden muss, welche experimentelle Infrastruktur für die Umsetzung dieses Fahrplans erforderlich ist und welche Aus- und Weiterbildungsprogramme notwendig sind;
29. betont, dass sich die FuE nicht nur darauf konzentrieren sollte, was für die erste Generation von kleinen modularen Leichtwasserreaktoren, die wahrscheinlich zu

Beginn der 2030er Jahre gebaut werden, benötigt wird, sondern auch die Arbeit an Reaktortypen der vierten Generation, den sogenannten fortgeschrittenen modularen Reaktoren, fortsetzen sollte;

30. stellt fest, dass mehr FuE-Mittel im Bereich der Kernenergie auf dem neuesten Stand der Technik benötigt werden;
31. stellt fest, dass Schulungen zu den wichtigsten Fertigkeiten ausgearbeitet werden müssen, die für den Bau kerntechnischer Anlagen notwendig sind;

Abfallbewirtschaftung

32. stellt fest, dass einheitliche Regeln festgelegt werden müssen, was die Verantwortung der Eigentümer von KMR für die Handhabung und Lagerung radioaktiver Abfälle und für das Recycling abgebrannter Brennelemente anbelangt;

Rechenschaftspflicht und Berichterstattung

33. betont, dass die Kommission einen Jahresbericht vorlegen muss, in dem die Fortschritte bei der Entwicklung von KMR bewertet werden;
34. fordert den Rat auf, sich entschlossen dafür einzusetzen, zur erfolgreichen Entwicklung von KMR in der Union beizutragen;

◦

◦ ◦

35. beauftragt seine Präsidentin, diese EntschlieÙung dem Rat, der Kommission, dem Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss, dem Ausschuss der Regionen und den Mitgliedstaaten zu übermitteln.

BEGRÜNDUNG

Einleitung

Das Ziel der Union, bis 2050 Treibhausgasneutralität herbeizuführen, ist die größte Herausforderung für die Zukunft. Hierfür ist ein sehr CO₂-armes Energiesystem erforderlich, das sowohl auf Energie aus erneuerbaren Quellen als auch auf Kernenergie beruht – den beiden zentralen Bestandteilen des künftigen Energiemixes.

Derzeit sind im Hoheitsgebiet von 12 der 27 Mitgliedstaaten der Union (Belgien, Bulgarien, Finnland, Frankreich, Niederlande, Rumänien, Schweden, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien und Ungarn) Kernkraftwerke in Betrieb. Zudem erwägen weitere Länder wie Polen erstmals die Nutzung von Kernenergie. 2021 entfielen auf die Kernenergie 13,1 % des Energiemixes der Union und 25 % des gesamten erzeugten Stroms.

Beim Thema Kernenergie in der Union wird hauptsächlich über die Chancen und Herausforderungen diskutiert. Viele Mitgliedstaaten sind der Ansicht, dass die Verlängerung der Laufzeit der bestehenden großen Kernkraftwerke und der Bau neuer großer Kernkraftwerke neben der Entwicklung kleiner modularer Reaktoren (KMR) eine gute Lösung wäre. KMR sind kerntechnische Anlagen, deren wirtschaftliche Tragfähigkeit wahrscheinlich Anfang der 2030er Jahre erreicht werden dürfte und die für die Strom- und Fernwärmeerzeugung, den Betrieb von Entsalzungsanlagen, die Erzeugung von Prozesswärme für energieintensive Industriezweige und für die Erzeugung von Wasserstoff eingesetzt werden könnten.

Kleine modulare Reaktoren

Kleine modulare Reaktoren (KMR) sind Kernreaktoren mit einer Leistung zwischen 10 und 300 MW. Sie beruhen auf bestehenden Technologien und sind so konstruiert, dass sie in einer standardisierten modularen Form in Fabriken gebaut werden können. Im Vergleich zu großen Kernkraftwerken haben sie eine geringere Leistung, doch ein großer Vorteil besteht darin, dass sie in Fabriken montiert und anschließend vor Ort ausgeliefert und installiert werden können. KMR könnten unter anderem für die Stromerzeugung in entlegenen Gebieten mit begrenzter Netzkapazität oder in Gebieten eingesetzt werden, in denen es unter Umständen nicht möglich ist, herkömmliche große Kernkraftwerke zu betreiben. KMR bieten Vorteile im Hinblick auf die Kosten und die Bauzeit und benötigen weniger Brennstoff. In KMR wird durch Kernspaltung Wärme und daraus dann Energie erzeugt.

Zu den wichtigsten Vorteilen von KMR zählt, dass die Bauart vereinfacht und standardisiert ist, was sich positiv auf die Gesamtinvestitionskosten auswirken kann, und dass ihre Fertigung angesichts des steigenden Energiebedarfs schrittweise ausgeweitet werden könnte. Die größte Herausforderung bei der Einführung von KMR besteht in der Unsicherheit, die sich daraus ergibt, dass die Bauarten noch nicht vollständig ausgereift sind. Die erwarteten Vorteile müssen noch wissenschaftlich geprüft und belegt werden. Deshalb kommt es zu Auswirkungen auf die Risikowahrnehmung und zu einer Beschränkung der potenziellen Größe des Marktes. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass eine robuste Lieferkette aufgebaut werden muss.

In den vergangenen drei Jahren ist in diesem Bereich besonders viel passiert. Zahlreiche Initiativen wurden ins Leben gerufen, so etwa in der FuE zur Entwicklung neuer Konstruktionsentwürfe und in der Industrie mit der Entstehung verschiedener Bauarten. Auch öffentliche Akteure sind auf den Plan getreten, um einen günstigen Finanz- und Regelungsrahmen zu schaffen. Zudem haben die Sicherheitsbehörden sich in diesen Bereich eingebracht. Insofern ist ein ganzes Ökosystem im Entstehen begriffen, das aber in Anbetracht des starken internationalen Wettbewerbs noch konsolidiert werden muss.

Für die Entwicklung und Einführung von KMR ist eine umfassende Strategie erforderlich, in der dem besonderen Bedarf und den besonderen Gegebenheiten der verschiedenen Regionen und Wirtschaftszweige Rechnung getragen wird. Dazu gehört auch eine ununterbrochene FuE, damit die Sicherheit, Wirksamkeit und Kosteneffizienz dieser Technologien gewahrt wird. Außerdem ist es unentbehrlich, die Öffentlichkeit für die Vorteile und Herausforderungen der Kernkraft und der KMR zu sensibilisieren, entsprechende Aufklärungsarbeit zu leisten und dabei eine transparente und inklusive Entscheidungsfindung sicherzustellen. Die Bemühungen der Union in den Bereichen allgemeine und berufliche Bildung, Forschung und Innovation sind im Hinblick auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente und die Entwicklung der Technologien von morgen von entscheidender Bedeutung.

Die OECD stellt fest, dass KMR bis Anfang der 2030er Jahre zu einem wirtschaftlich tragfähigen kerntechnischen Produkt werden könnten. Als wahrscheinliche Einsatzbereiche von KMR gelten die Strom- und Fernwärmeerzeugung, der Betrieb von Entsalzungsanlagen, die Erzeugung von Prozesswärme für energieintensive Industriezweige (Stahl, Ammoniak usw.) und die Erzeugung von Wasserstoff. Mit KMR könnte die Dekarbonisierung schwer dekarbonisierbarer Anwendungen in der Stromerzeugung, in der Industrie und im Verkehr vorangebracht werden. Die wirtschaftlichen Vorteile von KMR ließen sich maximieren, wenn es gelänge, einen nahezu weltweiten Markt für die Herstellung einer Reaktorbauart in Serienfertigung zu schaffen. Hierfür wäre ein höheres Maß an Harmonisierung bei den Regelungen und an Marktkonsolidierung als derzeit erforderlich.

Bedeutung kleiner modularer Reaktoren

Für die Stromerzeugung bieten KMR einige wichtige Vorteile, z. B. geringere Anfangskapitalinvestitionen im Vergleich zu großen Kernkraftwerken sowohl in Bezug auf den Umfang als auch den Zeitrahmen für den Bau, die vereinfachte Bauart aufgrund ihrer geringeren Größe und einen Effekt im Zusammenhang mit der industriellen Serienfertigung von KMR in Fabriken, wodurch die Kosten sinken. Mit KMR können auch neue Märkte für die Versorgung mit CO₂-armem Strom erschlossen werden, z. B. in isolierten oder abgelegenen Gebieten, und sie sind an Stromnetze kleiner und mittlerer Größe angepasst. KMR können in ihrer Leistungsklasse unter Umständen mittelgroße fossile Kraftwerke wie Kohlekraftwerke in der Union ersetzen.

KMR bieten neben der CO₂-armen Stromerzeugung Möglichkeiten zur Hybridisierung, und aufgrund ihrer Größe sind sie eine vorteilhafte Option für die Dekarbonisierung bestimmter Einsatzbereiche oder Industriezweige, die – zumindest bislang – auf fossile Brennstoffe angewiesen sind. Darüber hinaus können KMR dank ihrer geringen Größe sowohl Hochleistungsreaktoren (bestehende und neu errichtete Kernkraftwerke) als auch Anlagen zur Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen ergänzen. Mit KMR könnten Netzengpässe abgemildert und durch ihren Bau ehemalige Industriestandorte wiederbelebt werden, wodurch

dazu beigetragen werden könnte, den Flächenverbrauch zu begrenzen. Auch beim Kühlwasser ist der Verbrauch niedriger, was in Anbetracht des Klimawandels inzwischen ein allgegenwärtiges Thema ist.

In der Industrie sind die Chemie-, Papier- und Lebensmittelindustrie potenzielle Abnehmer von in KMR erzeugter Wärme. Andere Industriezweige wie die Stahlindustrie in Verbindung mit der Wasserstoffherzeugung oder die Herstellung von E-Fuels für den Luft- und Seeverkehr sind weitere potenzielle Marktanwendungen für KMR. In der Wasserstoffwirtschaft würde die Koppelung von KMR und fortgeschrittenen modularen Reaktoren (FMR) mit Hochtemperaturelektrolyseuren es ermöglichen, die Nachfrage nach Wasserstoff zu decken, die bis 2050 um 50 % steigen dürfte, und das mit ausgezeichneter Energieeffizienz.

Erklärung vom April 2023 zu KMR in der Union bis 2030

Im Juni 2021 veranstaltete die Kommission einen ersten EU-Workshop zu KMR¹, um die Akteure aus der Industrie in der Union einzubinden und die industrielle Wertschöpfungskette zu konsolidieren. Das konkrete Ergebnis war der Vorschlag für die Gründung der sogenannten Europäischen Partnerschaft für KMR² in Form eines Kooperationsprogramms, an dem Interessenträger aus der Industrie, Forschungs- und Technologieorganisationen und interessierte Kunden beteiligt sind. In der Vorbereitungsphase zu dieser Partnerschaft³ wird angestrebt, die Voraussetzungen und Einschränkungen für eine sichere Bauart, den sicheren Bau und den sicheren Betrieb von KMR in der Union zu ermitteln, und nach der Gründung soll die Einhaltung des Rechtsrahmens der Union sichergestellt werden. Der Lenkungsausschuss der Partnerschaft wurde 2022 eingerichtet und hat die Aufgabe, die Ausarbeitung und Einführung eines Fahrplans für die Entwicklung von KMR in der Union zu betreuen.

Mit der Unterzeichnung der Erklärung vom April 2023 zu KMR in der Union bis 2030⁴ bekräftigte die Kommission ihr Engagement, Forschung, Innovation und die allgemeine und berufliche Bildung mit dem Ziel zu unterstützen, KMR in der Union bis 2030 einzuführen. In der Erklärung wird hervorgehoben, dass ein verbesserter Rechtsrahmen und die Einbeziehung der Interessenträger sehr wichtig sind. KMR gelten dabei als Möglichkeit, die nukleare Sicherheit weiter zu verbessern und die Netzstabilität in Anbetracht der stärkeren Marktdurchdringung von Energie aus erneuerbaren Quellen zu erhöhen.

Herausforderungen

Seit Russlands Einmarsch in die Ukraine im Februar 2022 ist die Europäische Union darauf konzentriert, ihre Abhängigkeit von importierten fossilen Brennstoffen zu verringern. Die große Abhängigkeit der Union von Nukleartechnologie und Uranlieferungen aus Russland und der Behandlung abgebrannter Brennelemente durch Russland werden jedoch in den Sanktionspaketen weitgehend außer Acht gelassen. Nach Angaben der Weltnuklearorganisation⁵, eines Branchenverbands, bezieht die Union 20 % ihres Natururans aus Russland.

¹ https://www.nucleareurope.eu/wp-content/uploads/2022/12/2022-10-14_ESMRP_WorkshopPresentation.pdf

² <https://snetp.eu/wp-content/uploads/2022/06/SNETP-TS1-P1-Foratom.pdf#page=3>

³ <https://snetp.eu/european-smr-pre-partnership>

⁴ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-04/ec_rtd_eu-smr-declaration-2030.pdf

⁵ <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/european-union.aspx>

Eine weitere Herausforderung sind die Kosten, die sich daraus ergeben, dass die Reaktoren an den Brennstoff neu zugelassener Lieferanten angepasst werden müssen. Diese Kosten sind sicherlich ein Hindernis, aber die damit einhergehende Diversifizierung der Versorgung ist eine Möglichkeit, den kontinuierlichen Betrieb der Anlagen sicherzustellen.

Zudem bestehen nach wie vor einige Herausforderungen bei der Validierung des Geschäftsszenarios für KMR, bei der Sicherstellung vorhersehbarer und gestraffter Genehmigungsverfahren und -rahmen, beim Aufbau globaler Lieferketten zur Sicherstellung der Rentabilität, bei der Ermittlung geeigneter Standorte für kerntechnische Anlagen und bei der Verwirklichung eines transparenten Modells für den Dialog zwischen den betroffenen Interessenträgern.

Abfallbewirtschaftung

Radioaktive Abfälle entstehen bei der Stromerzeugung in Kernkraftwerken und beim anderweitigen Einsatz radioaktiver Stoffe (in Medizin, Forschung, Industrie und Landwirtschaft). Obwohl die Radioaktivität im Laufe der Zeit abnimmt (radioaktiver Zerfall), können diese Stoffe Tausende Jahre lang gefährlich bleiben.

Bei radioaktiven Abfällen im Zusammenhang mit der Stromerzeugung in Kernkraftwerken handelt es sich um Rückstände aus der Uranerzverarbeitung, abgebrannte (verbrauchte) Brennelemente und sonstige radioaktive Abfälle. Die meisten Abfälle (nach Volumen)⁶ aus der Kernenergieerzeugung sind relativ schwach radioaktiv. Abgebrannte Brennelemente jedoch gelten als hochradioaktive Abfälle. Heute gibt es hauptsächlich zwei Möglichkeiten für die Bewirtschaftung dieser Abfälle, nämlich die Wiederaufarbeitung oder die direkte Entsorgung in Endlagern in tiefen geologischen Schichten oder eine Mischung aus beiden Verfahren.

„Wiederbelebung“ der Nutzung der Kernenergie?

Die Entscheidung über die Nutzung der Kernenergie liegt bei den Mitgliedstaaten, während sich die Kommission wiederholt zur Technologieneutralität verpflichtet hat. Bei Entscheidungen über die Einbeziehung der Kernenergie in ihren Energiemix müssen die Mitgliedstaaten nicht nur die Bedürfnisse des Energiemarkts, sondern auch die öffentliche Wahrnehmung analysieren. Die letzte Eurobarometer-Umfrage zur Kernenergieerzeugung, die 2008 durchgeführt wurde, zeigte, dass die öffentliche Meinung in der Union stark gespalten war, da fast gleich viele Befragte ihre Befürwortung (44 %) bzw. Ablehnung (45 %) in Bezug auf Kernenergie zum Ausdruck brachten. Die Umfrage zeigte, dass die Bevölkerung in Ländern, in denen Kernkraftwerke in Betrieb sind, die Nutzung der Kernenergie eher unterstützt. Jüngste Studien⁷ zeigen, dass die Zahl der Befürworter seit 2019 schrittweise zugenommen hat und der Krieg in der Ukraine ein entscheidender Faktor dafür ist.

Einige Mitgliedstaaten sind entschiedene Unterstützer der Kernenergie. Abgesehen von Frankreich, das sich sehr stark für die Nutzung der Kernenergie ausspricht, zählen Mitgliedstaaten in Mittel- und Osteuropa zu den starken Befürwortern, nämlich Bulgarien,

⁶ <https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/nuclear-power-and-the-environment.php#:~:text=Nuclear%20energy%20produces%20radioactive%20waste,health%20for%20thousands%20of%20years>

⁷ <https://www.robert-schuman.eu/en/european-issues/0662-a-return-to-grace-for-nuclear-power-in-european-public-opinion-some-elements-of-a-rapid-paradigm>

Polen, Rumänien, die Slowakei und Tschechien. Diese Länder sehen die Kernenergie als Möglichkeit zum Ausstieg aus Kohle und anderen fossilen Brennstoffen. Zudem hat Schweden kürzlich den Bau neuer Kernkraftwerke angekündigt.

Angesichts des Einmarschs Russlands in die Ukraine hat sich die Diskussion über die Nutzung der Kernenergie intensiviert. Die plötzliche Verringerung der Lieferungen fossiler Brennstoffe aus Russland und der rasche Anstieg der Energiepreise wurden zu einem Wendepunkt. Einige Länder, die Bedenken gegenüber der Kernenergie hegten, stehen ihr aus reiner Notwendigkeit nun wieder aufgeschlossener gegenüber.

Innovation und Know-how

Obwohl sich rasch weitere Möglichkeiten für KMR entwickeln, bestehen nach wie vor gewisse Unsicherheiten. Daher bedarf es einer klareren allgemeinen Unterstützung, um Anreize für Akteure aus der Union dafür zu setzen, dass sie sich einbringen und ihre Kompetenzen und ihr technologisches Know-how ins Spiel bringen. Diese notwendige globale Herangehensweise an die Einführung von KMR erfordert eine Industriestrategie, bei der das in der Union vorhandene Fachwissen hauptsächlich in den Bereichen zum Tragen kommen kann, in denen sie führend ist. Dieser aufstrebende Wirtschaftszweig muss auf der Ebene der Union strukturiert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie in der Union zu erhalten.

Finanzielle Unterstützung für die heimische Produktion von kleinen modularen Reaktoren

Es besteht auch ein eindeutiger Bedarf an erheblicher finanzieller Unterstützung der Union, um innovative Lösungen für neue Reaktorkonstruktionen, neue Brennstoffe und eine in immer stärkerem Maße kreislaforientierte Bewirtschaftung abgebrannter Brennelemente durch die Entwicklung neuer Recyclingverfahren und eine sichere und wettbewerbsfähige Logistikbasis zu fördern.

Im Rahmen des Euratom-Programms für Forschung und Ausbildung konnten in den vergangenen Jahren positive Entwicklungen festgestellt werden, aber viele Probleme müssen noch angegangen werden, insbesondere im Hinblick auf die Konstruktion fortgeschrittener KMR. Die Euratom-Programme sind ausschließlich auf FuE-Tätigkeiten ausgerichtet, und ihre Mittelausstattung ist im Vergleich zu anderen strategischen Technologien, die bei der Dekarbonisierung des Energiesystems in gleicher Weise von Bedeutung sind, sehr begrenzt. Daher ist es im Hinblick auf die erfolgreiche Entwicklung von KMR wichtig, die Mittel für das Euratom-Programm für Forschung und Ausbildung aufzustocken und andere Förderprogramme der Union, die derzeit nicht für Nuklearprojekte in Anspruch genommen werden können, für Nuklearprojekte zu öffnen.

**ANLAGE: AUFLISTUNG VON ORGANISATIONEN UND PERSONEN,
VON DENEN DER BERICHTERSTATTER INFORMATIONEN ERHALTEN HAT**

Die folgende Liste wird auf rein freiwilliger Basis unter der ausschließlichen Verantwortung des Berichterstatters erstellt. Der Berichterstatter erhielt bei der Vorbereitung des Entwurfs eines Berichts Informationen von folgenden Organisationen oder Personen:

Organisationen und/oder Personen
CEA (French Alternative Energies and Atomic Energy Commission)
EDF (Électricité de France)
EGE (Ecole de Guerre Economique)
European Commission
Euratom
ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group)
Foratom
Naarea
nucleareurope
NEA (Nuclear Energy Agency)
Nuward
OECD
Orano