

Aktuelle Entwicklungen europäischer Kernkraftprogramme

Europa auf dem Weg zu einem maßgeblichen Akteur bei Neubau und Entwicklung in der Kernenergie

› Nicolas Wendler

Mit einer Absichtserklärung von 25 Staaten zur Verdreifachung der weltweiten Kernkraftkapazität ist erstmals im Rahmen einer Conference of the Parties (COP) der Klimarahmenkonvention die Kernkraft prominent als Technologie im Sinne der Klimapolitik in Erscheinung getreten.

Diesem gut sichtbaren Schritt war eine immer dynamischere Neubewertung der Kernkraft in vielen Staaten, insbesondere auch in Europa vorangegangen. Vermutlich hat die europäische Entwicklung einschließlich der Entscheidung zum Einschluss der Kernenergie in die Taxonomieverordnung klimafreundlicher Technologien im Rahmen der Finanzmarktregulierung trotz der US-Initiative sogar den Unterschied zwischen früheren Klimakonferenzen und der COP28 in den Vereinigten Arabischen Emiraten begründet. Zwar verfolgen seit mehreren Jahren auch die Vereinigten Staaten eine Politik der Wiederbelebung der Kernkraft insbesondere im Bereich Forschung und Entwicklung und die Nicht-Unterzeichner der COP28-Erklärung, Russland und China, verfolgen bereits seit geraumer Zeit eine offensive Neubau- und Exportpolitik. Den sichtbaren Stimmungsumschwung zugunsten der Kernenergie führte aber die Neupositionierung vieler europäischer Staaten in der Energiepolitik im Zusammenhang mit der Klimapolitik und der Energiesicherheit sowie strategischen Energieunabhängigkeit auch im Kontext der gegenwärtigen geopolitischen Verwerfungen herbei. Im Folgenden soll wegen dieser markanten Entwicklung ein aktueller Stand der europäischen Kernkraftprogramme dargestellt werden.

Frankreich – Rückbesinnung und Zukunftsorientierung

In Frankreich ist bereits seit mehreren Jahren eine sukzessive Überwindung der Einschränkungen und Hindernisse des kernkraftkritischen Intermezzos der Mitte des vergangenen Jahrzehnts im Gang. Bereits 2019 wurde wieder die Absicht erklärt, neue

Kernkraftwerke zu errichten und der Kernenergie einen langfristigen Platz im französischen Strommix zu garantieren. Es wurde damals auch das 2015 beschlossene Ziel einer Verringerung des Anteils der Kernenergie bis 2025 auf 50 Prozent der Stromerzeugung auf 2035 verschoben. Im Februar 2022 folgte dann die Ankündigung, Neubauten eines modifizierten

Land	in Bau	konkret geplant	geplant	Programm
Frankreich	1	6	(8) 13 GW	7+(8) (23 GW) +SMR
UK	2	2	offen/SMR	24 GW
Schweden	0	2	8/SMR	offen
Niederlande	0	2	offen	offen
Polen	0	5	3	6–9 GW +SMR
Tschechien	0	4	SMR	offen
Ungarn	0	2	0	offen
Rumänien	0	2	2/SMR	4/SMR
Bulgarien	0	2	offen	offen
Slowenien	0	1	1	offen
Estland	0	0	SMR	SMR
Ukraine	2	2	7	11 (13 GW) +SMR
Summe	5	30	29 (ohne UK, ohne SMR)	

Tab. 1.

Aktuell (konkret) geplante/in Bau befindliche Kernreaktoren in Europa

Reaktortyps, EPR2, anzustreben und die kerntechnische Industrie dafür zu mobilisieren. Im März 2023 beschloss die Nationalversammlung den Bau von drei Doppelblockanlagen EPR2 sowie Verfahrensvereinfachungen bei der Errichtung von Kernkraftwerken. Als erster Standort wurde Penly ausgewählt, es folgten Gravelines und Bugey. Im Mai 2023 wurde die Vorgabe der Reduktion des Kernenergieanteils bis 2035 aufgehoben sowie die rechtlichen Grundlagen für einen Langzeitbetrieb der Bestandsanlagen bis 60 Jahren Laufzeit geschaffen.

Zuvor wurde auf französische Initiative hin im Februar eine „Nuklear-Allianz“ innerhalb der EU begründet, in der die Staaten sich gemeinsam für gleiche Rahmenbedingungen für alle CO₂-armen Stromerzeugungstechnologien im Rahmen der europäischen Gesetzgebung einsetzen. Im Januar 2024 kündigte die damalige Energieministerin Agnès Pannier-Runacher an, dass in einem weiteren Gesetzgebungsvorhaben die Grundlage für die Errichtung von weiteren 13 Gigawatt installierter Leistung in großen Kernkraftwerksblöcken – ohne Bestimmung des Anlagentyps – gelegt werden soll. In EPR2-Einheiten umgerechnet wären das acht weitere Anlagen. Nach dieser Ankündigung wurde deutliche Kritik geübt, dass zwar für die Kernkraft detaillierte Kapazitäts- und sogar Verfügbarkeitsziele in das Gesetz aufgenommen werden sollen, aber zugleich bestehende Ausbauziele für erneuerbare Energie nicht fortgeführt, sondern in eine Verordnung verschoben werden sollen. Die neue Regierung kündigte daraufhin an, dass konkrete Ausbauziele für alle Energieträger im Rahmen eines neuen mehrjährigen Energieprogramms, nicht aber im Gesetz festgelegt werden.

Für den Neubau jenseits der sechs beschlossenen EPR2-Blöcke ist Technologieoffenheit vorgesehen, um Kapazität ggf. auch mit SMR-Technologie zu errichten, falls dies zweckmäßig ist. Dabei darf man wohl insbesondere an den Reaktor Nuward denken, der derzeit mit einer Kapazität von 160 MW elektrisch von EDF



Darstellung EPR2 in Gravelines
Quelle: EDF

entwickelt wird. Das Entwicklungsprojekt Nuward ist inzwischen Gegenstand einer französisch-italienischen Kooperation und nimmt besonders den italienischen Markt in den Blick. Nuward ist in der Konzeptionierung, die bis 2025 abgeschlossen sein soll, so dass mit dem Beginn der Errichtung einer Demonstrationsanlage bis 2030 gerechnet werden kann.

Vereinigtes Königreich – Neubeginn des Bauprogramms und schwierige Umsetzung

Das Vereinigte Königreich war 2008 Vorreiter bei der Rückbesinnung auf die Kernenergie in Westeuropa – die Projekte Olkiluoto und Flamanville waren zunächst nicht Bestandteile eines größeren energiepolitischen Vorhabens. Nach erfolgreichen Pionierleistungen im Generic Design Assessment, der Entwicklung von Finanzierungsmechanismen und der Genehmigung eines Fördermodells für die Kernenergie als klimafreundlicher Technologie durch die EU-Kommission war das britische Programm aber bald von großen Schwierigkeiten bei der Investorensuche und dem Stopp mehrerer Projekte gekennzeichnet. Über mehrere Jahre war deshalb der Neubau von Hinkley Point C durch den im Land etablierten Betreiber EDF Energy das einzige konkret vorzeigbare Ergebnis eines rund 10 Jahre währenden politischen Projekts, das zeitweilig auch durch den Brexit verzögert wurde. In dieser Situation haben die Regierungen Johnson und Sunak einen Neustart des britischen Kernkraftneubauprogramms beschlossen. Dieser fußt auf verschiedenen energiepolitischen Strategiepapieren, „Ten point plan for a green industrial revolution“, „Net zero strategy“ sowie die „British energy security strategy“ nach Beginn des Krieges in der Ukraine und Civil Nuclear Roadmap von Januar 2024.

Zur Kernenergie wird festgestellt, dass sukzessive Regierungen nicht die erforderlichen Investitionen in die britische Kernenergie getätigt hätten und es wird angekündigt, dass dieses Unterinvestment nun mit einem massiven Investitionsprogramm korrigiert werden soll, auch um in den kommenden 30 Jahren in großem Maßstab Kostensenkungspotentiale zu heben. Neben den Aspekten der Versorgungssicherheit und CO₂-Armut sowie dem Bestreben nach Energieunabhängigkeit wird im britischen Begründungszusammenhang der Kernenergie auch der im Vergleich zu erneuerbaren Energien geringe Flächenbedarf als Argument genannt.

Konkret werden zur Anregung des Kernkraftneubaus 1,7 Milliarden Pfund bereit gestellt, um eine Investitionsentscheidung für ein weiteres Neubauprojekt bis Ende 2024 herbei zu führen. Für das Projekt Sizewell C werden insgesamt 2,5 Milliarden Pfund zuzüglich 250 Millionen Pfund für Maßnahmen in der Standortregion, für die Entwicklung eines britischen SMR mit Rolls Royce werden 210 Millionen Pfund und für den Future Nuclear Enabling Fund, mit dessen Hilfe Markteintrittsbarrieren für neue Reaktortypen



Setzen der Containmentliner-Kuppel HPC Block 1
Quelle: EDF Energy

überwunden werden sollen, werden 120 Millionen Pfund zur Verfügung gestellt. Zielvorgabe für die Kernenergie ist bis 2050 ein Aufbau von insgesamt bis zu 24 GW installierter Leistung Kernenergie – einschließlich der 7 GW der Projekte Hinkley Point C und Sizewell C. Für das Projekt Sizewell C sind inzwischen die Voraussetzungen für den Baubeginn erfüllt, so dass bald mit dem Beginn der bauvorbereitenden Arbeiten gerechnet werden kann. Mit dem Gesamtprogramm Kernenergie sollen in 2050 bis zu 25 Prozent des – dann höheren – Strombedarfs mit Kernenergie gedeckt werden, statt ca. 15 Prozent heute. Bis Ende 2024 soll die Investitionsentscheidung für ein zusätzliches Projekt fallen, bis 2030 dann für zwei weitere. Dabei gilt jeweils die Bedingung der Kostengünstigkeit und des Vorliegens der erforderlichen Genehmigungen. Es soll neue Anlagen auch an neuen Standorten geben und das Tempo des Ausbaus der Kernenergie soll von aktuell einer neuen Anlage pro Jahrzehnt in der Tendenz auf einen neuen Reaktor pro Jahr beschleunigt werden.

Die Errichtung des Great British Nuclear Vehicle als Körperschaft in Kooperation mit der Industrie soll die Umsetzung der Projekte in jeder Phase unterstützen und eine stabile Pipeline nuklearer Projekte ermöglichen. Erste Aufgabe ist ein Auswahlverfahren für unterstützungswürdige SMR-Projekte. Das Verfahren hat 2023 begonnen und soll vor allem diejenigen Anbieter ermitteln, die eine Anlage bis Mitte des kommenden Jahrzehnts bereit stellen können mit einer Investitionsentscheidung bis 2029. In der zweiten Auswahlphase um die Bewerbung für Regierungsaufträge befinden sich sechs Anbieter, General Electric Hitachi mit dem BWRX-300, Rolls Royce mit seinem SMR, Westinghouse mit dem AP300, NuScale mit dem VOYGR dessen US-amerikanisches Pilotvorhaben allerdings Ende vergangenen Jahres gescheitert ist, Holtec mit dem SMR-160 und EDF mit Nuward. Ein Ergebnis des Wettbewerbs soll noch im Frühjahr 2024 vorliegen. Unabhängig von diesem Wettbewerb hat Westinghouse im Februar 2024 eine Vereinbarung mit Community

Nuclear Power über die privatwirtschaftliche Errichtung von vier AP300-Anlagen geschlossen. Die Standortregion ist im Nordosten Englands und bis 2027 soll der erste Standort entwickelt, in den frühen dreißiger Jahren die erste Anlage in Betrieb gegangen sein. Um die Verwirklichung aller SMR-Projekte zu erleichtern, sollen bei Aufrechterhaltung eines hohen Niveaus nuklearer Sicherheit Genehmigungsprozesse gestrafft und die Anforderungen bereinigt werden.

Das bislang einzige in Bau befindliche Projekt Hinkley Point C zeigt die Notwendigkeit des letzten Aspekts. Im Januar 2024 wurde eine neue Kostenschätzung bekannt gegeben, die die Gesamtkosten nunmehr mit rund 38 Milliarden Euro statt zuvor 30,5 Milliarden Euro angibt und eine Fertigstellung des ersten Blocks frühestens bis 2030 in Aussicht stellt. Zwar tragen die Auswirkungen der Corona-Maßnahmen auf das Projekt sowie der zusätzliche Aufwand wegen des Brexit und der dadurch verkomplizierten Auftragsabwicklung ihren Teil zu dieser Entwicklung bei, aber mutmaßlich spielen auch regulatorische Anforderungen eine maßgebliche Rolle. Denn beim UK EPR sind gegenüber den bisherigen EPR in Olkiluoto und Flamanville rund 7.000 Designänderungen zu berücksichtigen, die zu einem 35 Prozent höheren Bedarf an Stahl sowie 25 Prozent mehr Beton führen. Dies bei einem Reaktordesign, das nicht den Ruf hatte, zu schlank und zu einfach zu sein. Darüber hinaus beeinträchtigen so umfangreiche Änderungen wieder die Möglichkeit von Lerneffekten aus bisherigen Projekten und führen zu einer permanenten Verschleppung des First-Of-A-Kind-Problems.

Schweden – entschlossene Politikwende zur Kernkraft

In Schweden hat die im Herbst 2022 gebildete neue Regierung sehr zügig die Weichen für einen Ausbau der Kernenergie gestellt. Während noch 2015 von den Betreibern der Kernkraftwerke aus ökonomischen



AP300
Quelle: Westinghouse

Gründen – zu denen auch eine kapazitätsbezogene Kernkraftsteuer gehörte – die in Modernisierung befindlichen Anlagen Oskarshamn 1 und 2 (Block 2 im Dezember 2016, Block 1 im Juni 2017) stillgelegt wurden sowie später auch am Standort Ringhals (Block 2 im Dezember 2019, Block 1 im Dezember 2020), wurde bereits 2017 in einer parteiübergreifenden Vereinbarung die Steuer wieder gesenkt und die Möglichkeit für den Bau von bis zu zehn Ersatzkernkraftwerken eröffnet. Im Oktober 2022 wurde dann in der Tidö-Vereinbarung der neuen Koalitionspartner eine Förderung des Neubaus durch Kreditbürgschaften in Höhe von bis zu 35 Milliarden Euro beschlossen. Das Parlament hat dies im Juni 2023 verabschiedet, zusammen mit einer Veränderung der energiepolitischen Zielsetzung von 100-Prozent erneuerbarer Stromerzeugung zu 100-Prozent CO₂-armer Stromerzeugung.

Im November 2023 wurde ein Fahrplan für neue Kernenergie vorgestellt. Ziele sind eine stabile, wettbewerbsfähige und fossilfreie Stromversorgung, um die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Schwedens zu sichern und eine industrielle Renaissance zu ermöglichen. Die Kernkraft soll auch die allgemeine Elektrifizierung des Energiesektors mit dem Ziel seiner Dekarbonisierung unterstützen, was zu einer Verdoppelung des Stromverbrauchs bis 2045 führen soll. Auch die Wiedererlangung des Status einer führenden Kernkraftnation ist ein Ziel der neuen schwedischen Kernenergiepolitik.

Im Januar 2024 wurde die neu geschaffene Position eines Kernenergiekoordinators besetzt, der das Kernenergieprogramm beschleunigen soll und die Beseitigung von Hindernissen für die Realisierung neuer Kernenergie unterstützen wird. Die Umsetzung der Kernenergie-Roadmap soll in Zusammenarbeit aller Beteiligten erfolgen, die der Koordinator in seine Arbeit einbezieht. Die Kernkraft-Roadmap sieht auch zusätzliche Investitionen in die Kernenergieforschung

vor und soll die Kompetenzentwicklung bei den Behörden und die internationale Zusammenarbeit verstärken. Es sollen auch Möglichkeiten der Genehmigungsvereinfachung identifiziert werden. Die Arbeit an der künftigen Gestaltung des Strommarktes soll mit der Arbeit am Ausbau der Kernenergie koordiniert werden.

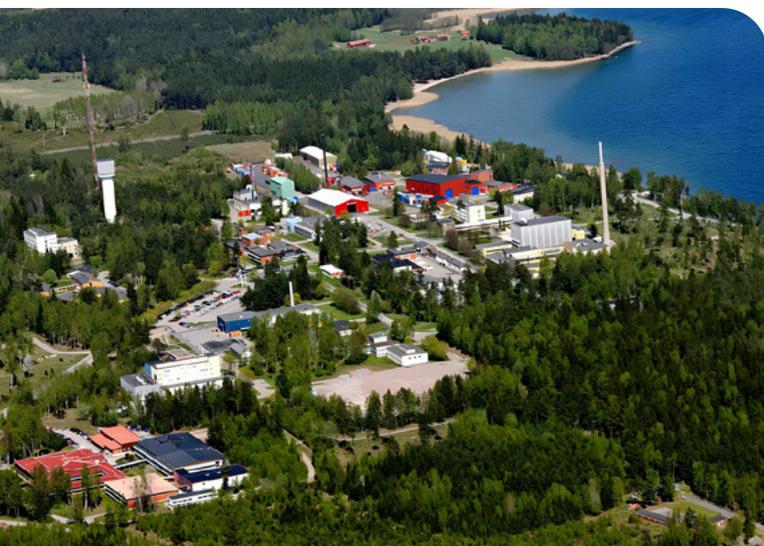
Neben dem genannten Rahmen für Kreditbürgschaften, soll ein Risikoteilungsmodell entwickelt werden, bei dem sich der Staat am finanziellen Projektrisiko beteiligt. Dieses finanzielle Engagement des Staates wird damit begründet, dass sich in den vergangenen Jahren gezeigt hätte, wie teuer es ist, auf Kernkraft zu verzichten. Die Abschaltung von vier Blöcken hatte nämlich zu einer signifikanten Angebotsverknappung auf dem schwedischen Strommarkt und infolgedessen zu häufigen Situationen mit hohen Strompreisen geführt.

Das aktuelle Programmziel ist die Errichtung neuer Kernkraftkapazität im Umfang von zwei Großreaktoren oder mindestens 2.500 MW bis 2035. Bis 2025 soll es einen entsprechenden Genehmigungsantrag geben, über den möglichst in 2026 entschieden werden soll. Am Standort Ringhals werden bereits Vorbereitungen für den Neubau von zwei Kraftwerksblöcken mit rund 2.800 MW Leistung getroffen. Längerfristig soll bis 2045 ein Ausbau realisiert werden, der dem Äquivalent von 10 großen Kernkraftwerksblöcken entspricht. Die tatsächliche Menge und Art benötigter Reaktoren hängt dabei vom Ausbau des Elektrizitätssystems, der technologischen Entwicklung und der künftigen Verteilung von neuen Verbrauchs- und Produktionsstandorten im Land ab.

Mit Hinblick auf einen Einstieg in die SMR-Technologie wird von Vattenfall seit 2022 eine Machbarkeitsstudie für den Standort Ringhals durchgeführt, die Ende des Jahres 2023 fertig gestellt und dem Vorstand übergeben werden sollte. Das Kerntechnikunternehmen Studsvik hat im August 2023 mit dem Projektentwickler Kärnfull Next eine Vereinbarung zur Errichtung eines SMR-Standortes in Nyköping geschlossen für das der BWRX-300 von GE-Hitachi in Betracht kommt. Das schwedische Kerntechnik-Start-up LeadCold hat eine Machbarkeitsstudie darüber angekündigt, ob eine Demonstrationsanlage seines bleigekühlten Reaktors SEALER mit einer Brennstoffinfrastruktur ebenfalls an diesem Standort errichtet werden kann.

Polen – Neueinstieg im großen Stil

Das heutige polnische Kernenergieprogramm geht auf einen Regierungsbeschluss von 2005 zurück, in dem die Errichtung von Kernkraftwerken zur Luftreinhaltung und Senkung des CO₂-Ausstoßes vorgesehen wurde. In einem Bericht an das Wirtschaftsministerium von 2009 wurde die Kernkraft als die kostengünstigste Möglichkeit zur CO₂-Reduktion unter den großen Erzeugungstechnologien beschrieben,



Standort Studsvik
Quelle: Studsvik AB

woraufhin in einer Kabinettsresolution die Errichtung von mindestens zwei Kernkraftwerken mit mindestens 4,6 GW elektrischer Gesamtleistung gefordert wurde, die 15 Prozent des polnischen Stroms erzeugen sollen. Im Anschluss wurde das Unternehmen PGE EJ1 als Investmentvehikel gegründet und im Mai 2011 ein Regulierungsrahmen für Kernkraft beschlossen.

Im Februar 2021 beschloss die Regierung einen Bericht zur polnischen Energiepolitik bis 2040, der die zuvor erklärte Absicht zur Errichtung von 6 bis 9 GW Kernkraftkapazität bestätigte. Im April 2021 kaufte der Staat PGE EJ1 auf und brachte das Unternehmen in das neu gegründete Staatsunternehmen Polskie Elektrownie Jądrowe (PEJ, Polish Nuclear Power Plants) ein. Dieses soll an der Bau- und Projektgesellschaft 51 Prozent halten bis zu einem Investitionsvolumen von 21 Milliarden Dollar. Für den Minderheitsanteil wird ein Investor gesucht. Im Juni 2019 wurde ein bilaterales Abkommen zur Zusammenarbeit in der zivilen Nutzung der Kernenergie mit den Vereinigten Staaten unterzeichnet, dem im März 2021 die Ratifizierung eines Regierungsabkommens folgte, das den Vereinigten Staaten 18 Monate Zeit für die Unterbreitung eines Technologie- und Finanzierungsvorschlags für Kernkraftwerke einräumte. Im Juni 2021 gewährte die US Trade & Development Agency PEJ eine Beihilfe zur Unterstützung von Entwicklungs- und Designarbeiten von Westinghouse und Bechtel für die Errichtung von AP1000 Anlagen. In den folgenden Monaten unterbreiteten EDF und KHNP Angebote über die Errichtung von jeweils sechs Anlagen des Typs EPR bzw. APR1400 und im September machten Westinghouse und Bechtel ein Angebot für sechs AP1000.

Im Oktober 2022 hat der polnische Premierminister Mateusz Morawiecki angekündigt, dass das erste Kernkraftprojekt am Standort Choczewo an der Ostseeküste rund 50 Kilometer nord-westlich von Danzig an Westinghouse vergeben werden soll. Einige Tage später wurde zwischen Westinghouse und PEJ eine Vereinbarung über die Errichtung von drei Blöcken des Typs AP1000 unterzeichnet, die sich auf die Planung am Standort, Unterstützung im Genehmigungsverfahren, Ingenieurdienstleistungen, Beschaffung und Bauplanung erstreckt. Ebenfalls im Oktober 2022 haben der polnische Kraftwerksbauer und -betreiber ZE PAK und der staatliche Stromversorger PGE eine Absichtserklärung mit dem koreanischen Kernenergie- und Wasserkraftunternehmen KHNP unterzeichnet, im zentralpolnischen Pątnów, rund 80 Kilometer östlich von Breslau, ein Kernkraftwerk mit Anlagen des koreanischen Typs APR1400 zu errichten. Im April 2023 haben ZE PAK und PGE die Gründung des Joint-Venture PGE PAK Energia Jądrowa angekündigt, welches das Kernkraftprojekt in Pątnów realisieren soll.

Im Juli 2023 hat Polens Minister für Klima und Umwelt PEJ den Grundsatzbescheid zur Errichtung eines Kernkraftwerks mit drei Blöcken AP1000 am Standort

TÜV NORD Akademie

13. Freigabe-symposium

Entlassung von radio-aktiven Stoffen aus dem Geltungsbereich des Strahlenschutzes



10. – 12.09.2024 in Hamburg

Themen u. a.:

- Fortschritt der Digitalisierung des Freigabeprozesses
- Stand der Wissenschaft und Technik bei radiologischen Einzelfallbetrachtungen
- Nachwuchsgewinnung

Einfach schnell und direkt informieren:

T 040 8557-2920

tagungen@tuev-nord.de

tuev-nord.de/tk-rrm





Darstellung Kernkraftwerk Lubiatowo-Kopalino
Quelle: PEJ

Lubiatowo-Kopalino in der Gemeinde Choczewo erteilt. PEJ hat im September 2023 einen weiteren Vertrag mit Westinghouse und Bechtel unterzeichnet, um das Design für die drei Einheiten am Standort abzuschließen. Der Baubeginn ist für 2026, die Inbetriebnahme des ersten Blocks für 2033 vorgesehen. Danach soll alle zwei Jahre ein Kraftwerksblock in Betrieb gehen. Vier deutsche Bundesländer – Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen und Berlin – haben sich im grenzüberschreitenden UVP-Verfahren gegen das Projekt ausgesprochen. Im Dezember 2023 fiel auch für das Projekt mit KHNP am aktuellen Kohlekraftwerksstandort Pątnów eine positive Grundsatzentscheidung für die Errichtung von zwei Blöcken des APR1400.

Bei den Planungen für SMR-Projekte sind nicht der Staat oder Energieversorgungsunternehmen die Treiber, sondern Industrieunternehmen insbesondere aus der Chemiebranche. Den Anfang machte im August 2021 Synthos Green Energy, ein Tochterunternehmen des Chemiekonzerns Synthos, mit der Standortsuche für SMR-Anlagen. Es wurden Vereinbarungen mit GE Hitachi Nuclear Energy und Ultra Safe Nuclear geschlossen. Im September 2021 begann NuScale zusammen mit dem Treibstoffhändler Unimot und dem Kupfer- und Silberproduzenten KGHM die Möglichkeit zu untersuchen, Kohlekraftwerke mit seinen Reaktoren zu ersetzen. Im April 2023 hat KGHM beim Ministerium für Klima und Umwelt die Errichtung eines Kernkraftwerks mit sechs NuScale VOYGR modularen Reaktoren und einer Leistung von 462 MW beantragt, der im Juli positiv beschieden wurde. Auch EDF ist mit dem Nuward SMR vertreten. Partner ist dabei das Energiehandelsunternehmen Respect Energy, das im Januar 2023 eine Vereinbarung mit EDF über die Zusammenarbeit bei der Entwicklung von SMR-Projekten geschlossen hat.

Im Februar 2023 kündigte der Öl- und Chemiekonzern Orlen an, dass das Unternehmen bis zu 76 SMR an 26 Standorten bis 2038 errichten will, wobei mit dem Bau der ersten Anlagen 2028 begonnen werden soll. Im selben Monat unterzeichnete das staatliche polnische Chemie-, Düngemittel-, Transport- und

Energiekonglomerat Industria eine Absichtserklärung mit Rolls Royce SMR hinsichtlich der Errichtung eines Zentralen Wasserstoffclusters, der pro Jahr 50.000 Tonnen CO₂-armen Wasserstoff produzieren soll.

Und im April 2023 veröffentlichte Orlen Synthos Green Energy (OSGE), ein Joint Venture von Orlen und Synthos Green Energy sieben mögliche Standorte für die Errichtung des BWRX-300 SMR von GE Hitachi, darunter Warschau. Dazu erteilte die Atomaufsichtsbehörde Państwowa Agencja Atomistyki (PAA) eine positive allgemeine Einschätzung, die die Designgrundlagen und deren Übereinstimmung mit den polnischen Sicherheits- und Strahlenschutzstandards bestätigte. Im Juni 2023 begann der Generaldirektor für Umweltschutz das Verfahren zur Erteilung eines Umweltbescheids für die Errichtung einer SMR-Anlage am vorgeschlagenen Standort Stawy Monowskie. Genauso wurde im August und September vergangenen Jahres mit den weiteren möglichen Standorten in Włocławek und Ostrołęka verfahren. Die Regierung erteilte im Dezember 2023 einen Grundsatzbescheid für die Errichtung von bis zu 24 BWRX-300-Anlagen an sechs Standorten. Auf die Beantragung des Standortes Warschau hatte OSGE verzichtet.

Hinsichtlich der sehr weit ausgreifenden SMR-Planungen polnischer Unternehmen des Chemie-, Bergbau- und Energiesektors mag eine gewisse Skepsis angebracht sein, inwieweit diese verwirklicht werden, zumal nur die Kooperation mit Ultra Safe Nuclear Anwendungsfelder mit hohen Temperaturanforderungen erschließen kann. Allerdings handelt es sich bei den „Sunset-Entscheidungen“ der vorigen Regierung auch nicht um politische Sackgassen, denn der Einstieg in die Kernenergie gehört zu den wenigen Gemeinsamkeiten zwischen den stark polarisierten Lagern der polnischen Politik. Allerdings hat der neue Premierminister Donald Tusk eine Prüfung des Kernenergieprogramms angekündigt. Unsicherheit erzeugte im Januar 2024 vor allem die Überprüfung des Standortes Lubiatowo-Kopalino. Sollte dieser verändert werden, könnten eine mehrjährige Verzögerung oder sogar ein Scheitern des Projekts die Folge sein.

Niederlande – Know-how-Erhalt zahlt sich aus

Nach einem Anlauf privater Investoren zum Ausbau der Kernenergie ab 2008/2009, der im Sande verlaufen ist, wurde das Thema Kernkraftausbau im Dezember 2021 durch eine neue Regierungskoalition wiederbelebt, die beabsichtigte zwei neue Kernkraftwerke zu errichten. Im Dezember 2022 hat die Regierung eine Vorentscheidung für den Neubau eines Kernkraftwerks mit zwei Blöcken am Standort Borssele in der Provinz Zeeland getroffen. Bis 2035 sollen zwei Blöcke mit einer Leistung zwischen 1000 und 1650 MW in Betrieb genommen werden, die bis zu 24 Terawattstunden Strom erzeugen und 9 bis 13 Prozent des erwarteten niederländischen Stromverbrauchs des Jahres 2035 decken sollen. Ein Betrieb des am Standort

befindlichen Kernkraftwerks Borssele über 2033 hinaus soll geprüft werden. Mit dieser Anlage haben sich die Niederlande grundlegende Kompetenzen in der Kerntechnik verschafft und erhalten, die nun einem Kernenergieausbau zugutekommen.

Der Ausbau der Kernenergie soll neben dem Ausbau von Wind- und Sonnenkraft das Ziel eines CO₂-freien Strommix bis 2040 ermöglichen. Darüber hinaus soll die witterungsunabhängige Kernkraft zur Versorgungssicherheit beitragen. Es sollen Anlagen der Generation III+ errichtet werden, da diese die schnellste Möglichkeit darstellen, einen Beitrag der Kernenergie zu einem stabilen, CO₂-neutralen und diversifizierten Energiesystem zu erreichen. Bei diesen Reaktortypen lägen auch in anderen Ländern umfangreiche Praxiserfahrungen mit Planung und Finanzierung vor.

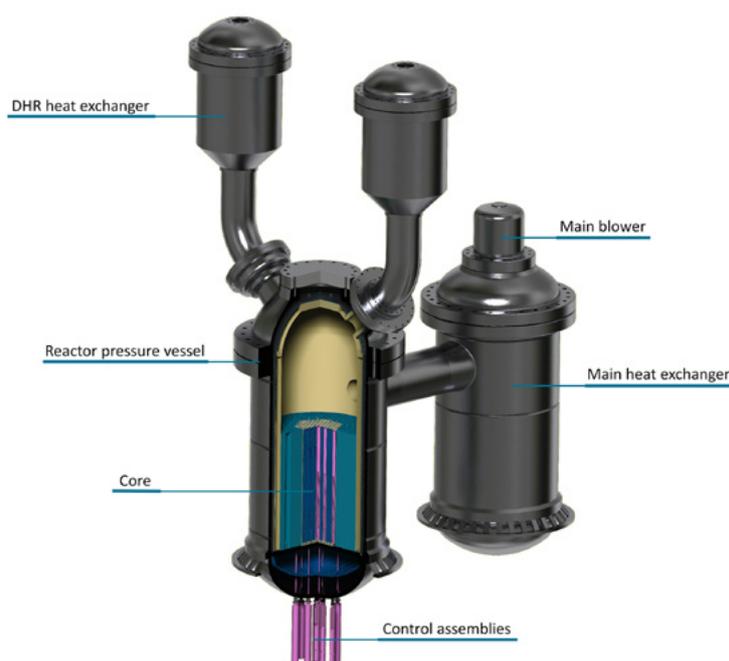
Für den Standort Borssele sprechen ausreichend Platz, relevantes Wissen und nukleare Infrastruktur. Der Bau von zwei Reaktoren an einem Standort ist auch kostengünstiger. Um Unterstützung vor Ort zu erreichen, wird es einen Beteiligungsplan geben, mit dem Anwohner, Organisationen und Unternehmen in die Planungen einbezogen werden sollen. Gleichwohl wird auch weiterhin der Standort Maasvlakte I nahe Rotterdam in Betracht gezogen. Eine endgültige Standortwahl wird das Kabinett voraussichtlich frühestens Ende 2024 treffen.

Bei der Finanzierung der neuen Kernkraftwerke wird die Absicherung gegen u.a. politische Risiken eine wichtige Rolle spielen. So werden zunächst 5 Milliarden Euro an Unterstützung für Vorbereitung und Bau vorgesehen. Von den Ausschreibungen, die noch 2024 beginnen sollen, werden Lieferanten aus Russland und China ausgeschlossen. Im Januar 2024 haben mehrere Unternehmen aus der Nuklearbranche und Bildungsinstitutionen eine Vereinbarung zu Ausbildung und Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik getroffen. Ziel ist die gemeinsame Entwicklung eines kerntechnischen Curriculums um das Interesse von Studenten an der Kerntechnik zu erhöhen.

Hinsichtlich SMR werden die Aktivitäten aktuell privatwirtschaftlich getragen. Im August 2022 unterzeichnete Rolls Royce SMR mit der 2021 gegründeten niederländischen ULC-Energy ein Abkommen zur Errichtung von SMR in den Niederlanden. Die ULC-Energy schloss wiederum eine diesbezügliche Vereinbarung mit der US-amerikanischen Constellation Energy, die ihrerseits Minderheitenaktionärin bei Rolls Royce SMR ist. Im November 2023 kam dann noch das niederländische Bauunternehmen BAM Infra Nederland mit ins Boot. Von einer Technologiekooperation bei der Wasserstoffelektrolyse abgesehen sind aber noch keine konkreten Pläne bekannt.

Tschechien – von Unentschlossenheit zu „all-in“

Die Überlegungen zu einem Ausbau der Kernenergie in Tschechien begannen bereits 2004, also nur knapp zwei Jahre nach Inbetriebnahme des zweiten Blocks des Kernkraftwerks Temelin, mit dem Wunsch der Regierung einen weiteren großen Block in Temelin und eine Ersatzanlage in Dukovany zu errichten. 2008 wurde dies durch den Beginn der Planung für einen vierten Block in Temelin durch den Betreiber CEZ ergänzt. Die Ausschreibung dafür begann in 2009. Die Gebote verschiedener Anbieter gingen bis 2012 ein, aber die für 2013 vorgesehene Unterzeichnung einer Bestellung wurde auf 2015 verschoben. Bei der Finanzierung wollte man sich zunächst an das britische Contract-for-Difference-Modell anschließen, wie es für Hinkley Point C gilt. Die Regierung entschied sich aber für das Modell einer staatlichen Baugesellschaft, die die Anlage dann an CEZ vermietet. Da nunmehr die Abnahmepreisgarantie für den Strom entfallen war, hat CEZ die Ausschreibung im April 2014 ohne Ergebnis beendet. Es gab danach weitere Angebote sowie ein Kooperationsabkommen mit Südkorea und die Regierung hat im Juni 2015 einen Langfristplan für die Kernenergie beschlossen, der neben einem Neubau in Dukovany noch drei weitere neue Kernkraftwerke vorsieht. Eine neue Anlage in Dukovany wurde priorisiert, da die Bestandsanlagen bis 2047 stillgelegt werden sollen und ab 2017 wurden zwischen der Regierung und insgesamt sechs internationalen Anbietern Gespräche über das Projekt geführt. Nach der Auswahl von zunächst vier Unternehmen (EDF, KHNP, Westinghouse, Rosatom) und einem späteren Abschluss von Rosatom begann die Ausschreibung über ein verbindliches Angebot für Dukovany 5 und unverbindliche Angebote für drei weitere Anlagen im



April 2022. Das Ergebnis des Auswahlprozesses für eine neue Anlage mit 1.200 MW elektrischer Leistung war für Anfang 2024 erwartet worden.

Im Januar 2024 hat die Regierung aber im Lichte der bis Oktober eingereichten Unterlagen beschlossen, die Ausschreibung auf verbindliche Angebote für vier Reaktoren auszuweiten. Grund sind die deutlichen Kostenvorteile von bis zu 25 Prozent bei der Errichtung mehrerer Blöcke statt nur eines Blocks auch wenn diese an unterschiedlichen Standorten errichtet werden. An dieser geänderten Ausschreibung für Dukovany 5 und 6 sowie Temelin 3 und 4 sollen sich KHNP und EDF beteiligen, nicht aber Westinghouse, das nach Angaben der Regierung nicht die erforderlichen Bedingungen erfüllt. Die geänderten Gebote sollen bis April 2024 eingereicht werden und im Juni 2024 soll eine Entscheidung erfolgen. Der Übergang von einer eher unentschlossenen und wankelmütigen Haltung zum Vorantreiben des Neubaus von Kernkraftwerken wurde einerseits von der Einsicht befördert, dass Tschechien nicht dauerhaft an der Braunkohle festhalten wird und erhielt andererseits durch den Krieg in der Ukraine eine erhöhte Dringlichkeit, da Tschechien in großem Umfang russische Energieträger bezogen hat und teils noch bezieht.

Im Hinblick auf die Nutzung von SMR hat der Energieversorger CEZ zwischen 2019 und 2021 eine Reihe von Memoranda of Understanding mit den SMR-Entwicklern Rolls Royce, GE Hitachi, NuScale, EDF, Westinghouse, KHNP und Holtec unterzeichnet. Im März 2022 hat CEZ ein Gelände in Temelin als möglichen Standort für einen Pilot-SMR designiert und im Februar 2023 wurden zwei Kohlekraftwerksstandorte, Dětmarovice and Tušimice, als mögliche Standorte von weiteren SMR-Anlagen zur Konversion der Kohlestandorte benannt. Im November 2023 veröffentlichte die Regierung eine SMR Roadmap. Dort geht man von einem Szenario der Errichtung von rund 2,8 GW Kapazität in Form von 5 bis 15 SMR-Anlagen aus sowie von Stromgestehungskosten von rund 110 Euro pro MWh. Die Anlagen könnten in den dreißiger und vierziger Jahren errichtet werden, wobei 45 potentielle Standorte identifiziert wurden.

Im Bereich SMR gibt es auch tschechische Eigenentwicklungen wie zwei LWR-Konzepte, CR-100 und DAVID, einen sehr kleinen Fluoridreaktor (Energy Well), einen gasgekühlten Hochtemperaturreaktor (HeFasto) sowie ein Kooperationsprojekt der vier Visegrád-Staaten (Tschechien, Ungarn, Slowakei, Polen) mit einem schnellen, gasgekühlten Reaktor (Allegro). Eine Besonderheit ist der Teplator, ein nur zur Wärmeversorgung konzipierter Reaktor vom CANDU-Typ, der auch bestrahlte Brennelemente anderer Reaktoren ohne aufwendige Wiederaufarbeitung des Brennstoffs nutzen können soll. Die einheimischen Projekte werden aber auf einem niedrigeren Technology Readiness Level eingeschätzt als die internationalen, so dass ihre Realisierung fragwürdig erscheint.

Ungarn – frühe Entscheidung und konsequente Umsetzung

Ungarn kann wie Tschechien als early adopter neuer Kernenergie bezeichnet werden, da schon 2007 in einem energiewirtschaftlichen Regierungsbericht zwei neue Blöcke für das Kernkraftwerk Paks vorgeschlagen wurden, was 2009 die Zustimmung des Parlamentes enthielt. Während der folgenden Vorbereitung eines internationalen Ausschreibungsverfahrens entschied sich die ungarische Regierung zu einer Auftragsvergabe ohne Ausschreibung und unterzeichnete im Januar 2014 einen Vertrag mit Rosatom über die Errichtung von zwei Blöcken mit je 1.200 MW elektrischer Leistung. Zuvor hatte die EU dem Planungsentwurf für ein Projekt dieses Umfangs zugestimmt. Die Finanzierung von 10 Milliarden der Gesamtkosten von 12 Milliarden Euro wird von Russland mit über 11 Jahre festgeschriebenen Zinsen bereitgestellt, wobei Ungarn die erste Rate des Kredits erst nach Inbetriebnahme des ersten Blocks bezahlen muss. Dies wurde 2021 auf das Jahr 2031 festgesetzt. Eine umweltrechtliche Erlaubnis für das Projekt wurde im September 2016, eine Standortgenehmigung im März 2017 erteilt. Die Europäische Kommission leitete sowohl wegen der Auftragsvergabe als auch der Finanzierungsregelung wettbewerbsrechtliche Prüfungen ein, beschied aber beide im November 2016 bzw. März 2017 jeweils positiv. Die Euratom Supply Agency kürzte allerdings die Laufzeit des Exklusivvertrags für Brennstofflieferungen durch Rosatom von 20 Jahren auf 10 Jahre, nach denen die Brennstoffbelieferung auch für andere Anbieter geöffnet werden muss.

Die österreichische Regierung klagte 2018 gegen das Projekt Paks II wie schon zuvor gegen HPC und später gegen Mochovce 3 und 4 in der Slowakei vor dem EuGH. Dieser wies die Klage gegen Paks II aber im November 2022 ab. Im Juli 2020 wurde die Genehmigung für Paks II bei der ungarischen Atomaufsichtsbehörde beantragt, die nach einer Verlängerung der Prüfzeit die Genehmigung schließlich im August 2022 erteilte. Im Januar 2023 kündigte der ungarische Energieminister eine Verzögerung des Projekts um zwei Jahre an, so dass mit einer Fertigstellung bis 2032 gerechnet werden muss. Im September 2023 gab Rosatom bekannt, dass die Bauarbeiten (first concrete) Anfang 2025 beginnen werden.



Darstellung Paks II
Quelle: Paks II Ltd.

Rumänien – aus alt mach neu

Die Diskussion um Kernenergie in Rumänien war über die Jahre von der Renovierung (refurbishment) der bestehenden beiden CANDU-Reaktoren am Standort Cernavoda nach kanadischem Vorbild sowie von verschiedenen gescheiterten Anläufen geprägt, den Bau des dritten und vierten Blocks fortzusetzen. Im Oktober 2021 hat dann die rumänische Regierung den Integrierten Nationalen Plan für Energie und Klimawandel verabschiedet, der eine Renovierung der Blöcke 1 und 2 sowie die Errichtung der Blöcke 3 und 4 vorsieht. Dem war eine Zusage der US-amerikanischen Regierung zur Finanzierung der Renovierung von Block 1 sowie der Neubauten im Jahr 2020 vorangegangen, dem wiederum die Auflösung eines Vertrages zwischen der chinesischen CGN und dem rumänischen Betreiber Nuclearelectrica vorangegangen ist. Im Dezember 2022 wurde ein Gesetz verabschiedet, das die Verhältnisse bei der Projektfinanzierung zwischen dem Staat und der Errichtungsgesellschaft EnergoNuclear regelt. Die Fertigstellung der Blöcke 3 und 4 wird für 2031 erwartet. Da bei Block 5 in Cernavoda nur minimale Vorarbeiten geleistet wurden, konzentrierte sich die Diskussion über mögliche weitere Kernkraftwerke auf einen neuen Standort in Transsylvanien an dem bis zu 2.400 MW errichtet werden könnten, ohne dass es hierfür konkretere Planungen gäbe.

Hinsichtlich des Einsatzes von SMR ist Rumänien Partner des US-amerikanischen Project Phoenix, einem Kooperationsprogramm zur Konversion von Kohlekraftwerksstandorten in Mittel- und Osteuropa in Kernkraftstandorte mittels SMR-Technologie. Nuclearelectrica hat im November 2021 eine Vereinbarung mit NuScale über die Errichtung einer 12-Modul-Anlage des VOYGR-Reaktors geschlossen, für die im Mai 2022 der Standort Doicești ausgewählt wurde. In einem Vertrag von NuScale mit der Projektgesellschaft RoPower wurde das Projekt auf sechs Module reduziert und im Mai 2023 haben die Vereinigten Staaten angekündigt, dass in einer internationalen public-private partnership zusammen mit Japan, Südkorea und den Vereinigten Arabischen Emiraten 275 Millionen Dollar für die Weiterentwicklung des Projekts bereitgestellt werden.

Bulgarien – Entscheidung nach langem Streit

Mehrere Jahrzehnte wurde in der bulgarischen Politik und mit Kraftwerksbauern auch juristisch um die Errichtung von einem oder zwei neuen Kernkraftwerksblöcken am aktuellen Nuklearstandort Kozloduy oder dem neuen Standort Belene gestritten, mit der Folge, dass die Projekte immer wieder aufgenommen oder wieder abgesagt wurden und z.B. für den Standort Belene schon Komponenten von Rosatom vorhanden sind. Die jüngsten Schritte für den Standort Kozloduy waren die Entscheidung der Regierung im Januar 2021 dort ein neues Kraftwerk in anderer (als russischer) Technologie zu errichten, gefolgt vom Votum des Parlamentes im Januar 2023, in

Verhandlungen mit der US-Regierung über die Errichtung eines AP1000 zu treten sowie Genehmigungsverfahren zu beschleunigen. Im Oktober 2023 stimmte die Regierung sowohl der Errichtung der ersten Neuanlage Kozloduy 7 zu als auch den vorbereitenden Arbeiten für einen weiteren Block, Kozloduy 8. Die erste Anlage soll 2033 in Betrieb gehen, die zweite zwei oder drei Jahre später.

Im Dezember 2023 wurden vom Parlament 766 Millionen Euro für das Projekt bewilligt. Die Gesamtkosten sollen bei 6 Milliarden Euro pro Block liegen. Im Januar 2024 wurde mit den Ausschreibungen für Kozloduy 7 begonnen, wobei der Termin für die Inbetriebnahme auf 2035 verschoben wurde.

Das Projekt in Belene wurde im Prinzip mit dem Beschluss zugunsten des Standortes Kozloduy 2021 aufgegeben. Im Hinblick auf die Errichtung von SMR gibt es nur eine laufende Machbarkeitsstudie hinsichtlich des Ersatzes von Kohlekraftwerken durch die 77-MW-Module von NuScale.

Slowenien – Konsenssuche für neue Kernkraft

In Slowenien wurde seit einigen Jahren über einen zweiten Block am Standort des gemeinsamen slowenisch-kroatischen Kernkraftwerks Krško diskutiert und im Juli 2021 hat das Infrastrukturministerium eine Energiegenehmigung über eine Erweiterung des Standortes um 1.100 MW Leistung erteilt. Im September 2023 hat der Betreiber GEN Energija Überlegungen angestellt, am Standort zwei neue Blöcke statt einem zu errichten. Die Regierung schloss sich diesen Überlegungen im November an unter der Bedingung, dass es ausreichend Nachfrage für den produzierten Strom gibt. Im Januar 2024 wurde eine überparteiliche Einigung unter Einbeziehung weiterer gesellschaftlicher Gruppen darüber erzielt, dass Slowenien langfristig Kernenergie nutzen wird und sein künftiger Strommix auf erneuerbaren Energien und Kernenergie beruht. Es wurde auch vereinbart, über die Frage der langfristigen Kernenergienutzung und die Errichtung eines zweiten Blocks in Krško ein Referendum abzuhalten. Eine mögliche Investitionsentscheidung für ein solches Projekt könnte 2027 oder 2028 fallen.

Estland – Neueinstieg mit SMR

Da Estland mit rund 1,3 Millionen Einwohnern ein relativ kleines Land ist, und mit 8 bis 8,5 TWh Stromverbrauch und zwischen 10 und 12 TWh Stromerzeugung nur einen kleinen Elektrizitätsmarkt hat, wird über den Einstieg in die Kernenergie nur im Zusammenhang mit SMR-Technologie diskutiert. Mit Blick darauf wurde von der Regierung 2021 eine nationale Arbeitsgruppe Kernenergie eingerichtet. Vorangetrieben wird der Einstieg in die Kernenergie vor allem vom Unternehmen Fermi Energia, das auch eine Präferenz für den BWRX-300 von GE-Hitachi erkennen lässt und an dem Vattenfall beteiligt ist. Allerdings wird



GE-Hitachi BWRX-300
Quelle: Fermi Energia

eine Technologieentscheidung erst zu einem späteren Zeitpunkt getroffen. Die Nationale Arbeitsgruppe Kernenergie des Klimaministeriums hält in einem Bericht vom Dezember 2023 einen Einstieg in die Kernenergie für möglich und empfiehlt eine Anlagengröße unter 400 MW. Auf einer Kernenergietagung im Februar 2024 wurde von Seiten Fermi Energia der Zeitpunkt einer möglichen Inbetriebnahme auf 2035 verschoben. Es werden für Planung und Genehmigung einschließlich des notwendigen Aufbaus einer entsprechenden Atomaufsicht rund viereinhalb Jahre veranschlagt. Estland möchte allerdings vermeiden, das erste europäische SMR-Projekt im Land zu haben.

Derzeit befindet sich das Projekt eines estnischen Kernkraftwerks im Zustimmungsverfahren durch Regierung und Parlament, das möglichst noch in 2024 abgeschlossen werden soll. Nach einer Review-Mission zur nuklearen Infrastruktur im Oktober 2023 gab die IAEA eine positive Einschätzung zum Stand der Vorbereitungen für ein ziviles Nuklearprogramm in Estland ab, was eine der Voraussetzungen für eine Zustimmung der politischen Institutionen ist.

Ukraine – ehrgeizige Kernenergieplanung trotz Krieg

Obleich die Ukraine bereits einer der größten Kernkraftnutzer Europas ist, bestanden schon seit den Nuller-Jahren Pläne für einen deutlichen Ausbau der Kernenergie sowohl durch Fertigstellung der Blöcke 3 und 4 des Kernkraftwerks Khmelnytski, als auch durch ganz neue Projekte. Für das Khmelnytski-Projekt waren nach der russischen Annexion der Krim nur noch KHNP aus Korea und die tschechische Skoda JS im Gespräch. 2020 erklärte KHNP darüber hinaus Interesse an einem Ausbau des Kernkraftwerks Riwne. Im September 2021 hat der ukrainische Kernkraftwerksbetreiber Energoatom eine Vereinbarung mit Westinghouse über die Errichtung von vier AP1000 geschlossen. Davor sollte die Fertigstellung von Khmelnytski 4 das Pilotprojekt für die Zusammenarbeit mit Westinghouse werden. Für die ukrainischen Projekte sollen auch bereits gefertigte Komponenten für das beendete Neubauprojekt VC Summer in den Vereinigten Staaten verwendet werden. Im November

2021 wurde dann der Vertrag über die Errichtung von zwei AP1000 am Standort Khmelnytski unterzeichnet, die pro Einheit 5 Milliarden Dollar kosten und einen ukrainischen Wertschöpfungsanteil von 60 Prozent erreichen sollen.

Energoatom beabsichtigt auch an den Standorten Saporischschja, Riwne und Süd-Ukraine AP1000-Anlagen zu errichten, um bis 2040 24 GW Kernkraftkapazität zu erreichen statt derzeit 13 GW. Im Juni 2022 haben Energoatom und Westinghouse vereinbart, die Zahl der zu errichtenden Reaktoren von fünf auf neun zu erhöhen. Im Januar 2023 hat das Kabinett dann dem Beginn der planerischen Vorarbeiten für Khmelnytski 5 und 6 zugestimmt. Die Anlagen sollen im Zeitraum 2030 bis 2032 fertig gestellt werden, was im Vergleich zu den anderen Projektfahrplänen in Europa sehr ehrgeizig erscheint.

Im Bereich SMR hat die Ukraine sehr früh Interesse gezeigt und bereits 2018 mit Holtec International eine Vereinbarung getroffen, die beiden kleineren Blöcke 1 und 2 des Kernkraftwerks Riwne durch sechs SMR-160 zu ersetzen. Zu diesem Zweck wurde 2019 von beiden das Ukraine Module Consortium gegründet, dem auch das Staatliche Wissenschaftliche und Technische Zentrum für Kernenergie und Strahlenschutz (SSTC NRS) angehört. Das Projekt soll bis 2030 abgeschlossen werden. Im September 2021 hat Energoatom ein MoU mit NuScale über den möglichen Ersatz von Kohlekraftwerken durch den VOYGR unterzeichnet, nachdem zuvor eine Vereinbarung mit SSTC NRS über Zusammenarbeit im regulatorischen Bereich geschlossen wurde. Im April 2023 haben Energoatom und Holtec die Errichtung von insgesamt 20 SMR-160-Modulen insbesondere an Kohlekraftwerksstandorten vereinbart.

Europäische politische und regulatorische Entwicklungen

Seit der Einbeziehung der Kernenergie als eine klimafreundliche Technik im Rahmen der Taxonomie-Finanzmarktregulierung im Jahr 2022 ist sehr viel politische und regulatorische Bewegung im Bereich Kernenergie in der EU entstanden. Im politischen Bereich ist die markanteste Entwicklung die Initiierung der so genannten Nuklearallianz durch Frankreich im Februar 2023. Dieser informellen Gruppe von Staaten, die sich für die Nutzung und die Belange der Kernenergie – insbesondere der Gleichbehandlung mit den erneuerbaren Energien als CO₂-arme Technologie in der europäischen Gesetzgebung – einsetzen, gehören neben Frankreich Belgien, Bulgarien, Estland, Finnland, Kroatien, die Niederlande, Polen, Rumänien, Schweden, die Slowakei, Slowenien, die Tschechische Republik und Ungarn an. Italien hat einen Beobachterstatus und das Vereinigte Königreich wird als Gast zu Treffen der Gruppe geladen. Im Mai 2023 wurde beim dritten Treffen der Nuklearallianz im Beisein der europäischen Energiekommissarin Kadri Simson eine Erklärung mit

ambitionierten Zielen für den Ausbau der Kernenergie in Europa verabschiedet. Im Mittelpunkt standen der Aufbau einer unabhängigen europäischen Lieferkette für die Kernenergie und der Bedarf an Kompetenz und Innovation für den Aufschwung der europäischen Nuklearindustrie.

Laut der Erklärung soll es im Jahr 2050 in der EU eine installierte Kapazität an Kernkraft von 150 GW geben – im Vergleich zu rund 100 GW heute – was u.a. den Neubau von 35 bis 45 großen Kernreaktoren sowie etlicher SMR-Projekte erforderlich macht. Der Anteil der Kernenergie soll bei 25 Prozent gehalten werden. Ein solches Kernkraftprogramm soll einen zusätzlichen Beitrag zum europäischen Inlandprodukt in Höhe von 92 Milliarden Euro leisten, 300.000 direkte und indirekte Arbeitsplätze schaffen und bis 2050 die Neueinstellung von 450.000 Mitarbeitern erforderlich machen. Es wird angestrebt, dass die EU sich stärker in die Entwicklung der Nuklearindustrie einbringt und u.a. Energiesicherheit, Dekarbonisierung und Netzstabilität auf europäischer Ebene sicherstellt sowie bessere Bedingungen für die Entwicklung und Errichtung neuer Kernkraftkapazität einschließlich besseren Zugangs zu Finanzmitteln schafft. Bei Sicherheit und Entsorgung sollen hohe Sicherheitsstandards im Sinne der internationalen best practice gelten und der Informationsaustausch zwischen den Aufsichtsbehörden intensiver werden. Die EU soll zur Sicherung eines qualifizierten Arbeitskräfte-reservoirs für die Kerntechnik sowie zu Forschung und Innovation insbesondere hinsichtlich Laufzeitverlängerungen, kleinen und fortschrittlichen Reaktoren beitragen.

Bei aktuellen energie- und klimabezogenen EU-Gesetzgebungsverfahren macht sich inzwischen ein anderer Umgang mit der Kernenergie als in den vergangenen Jahren bemerkbar. So wurde etwa in den von der Europäischen Kommission im Juni 2023 erlassenen Delegierten Rechtsakten zur Umsetzung der Wasserstoffstrategie im Rahmen der Richtlinie über erneuerbare Energien anders als in der Richtlinie selbst der Weg zur Nutzung von Kernenergie im Energiemix als eine mögliche Energiequelle für die Erzeugung von „grünem“ Wasserstoff unter bestimmten Bedingungen eröffnet. Zu diesen gehört, dass für die zur Wasserstoffherzeugung tatsächlich eingesetzte Strommenge entsprechende Mengen zertifizierten erneuerbaren Stroms nachgewiesen werden. Im Rahmen der in Erarbeitung befindlichen Regelungen zur Dekarbonisierung des Gas- und Wasserstoffmarktes soll künftig darüber hinaus gehend nach dem Vorschlag der Kommission eine Definition von low carbon Technologien eingeführt werden, die dann auch der Kernkraft zugutekommen kann.

Bei den im Februar 2024 abgeschlossenen Trilog-Verhandlungen zwischen Europäischer Kommission, Ministerrat und Europäischem Parlament über den Net-Zero Industry Act (NZIA) hat man die vorläufige

Einigung erzielt, eine einheitliche Liste strategischer Technologien in das Gesetz aufzunehmen, zu denen auch die Kerntechnik gehört. Dabei sind etablierte Technologien wie LWR-Anlagen ebenso eingeschlossen wie neuartige Anlagentypen der vierten Generation oder SMR-Technologie. Auch Anlagen des Brennstoffkreislaufs sind eingeschlossen, so dass auch diese Standorte und die Fertigung von Komponenten von vereinfachten Genehmigungsverfahren profitieren können. Die Entwicklung der erforderlichen industriellen Infrastruktur für den Ausbau der Kernenergie soll auch durch die Möglichkeit der Priorisierung solcher Projekte in der öffentlichen Auftragsvergabe erleichtert werden.

Ebenfalls im Februar 2024 startete die Europäische Kommission die SMR-Industrieallianz, die die Entwicklung von SMR in Europa in den frühen dreißiger Jahren erleichtern und dabei auch konkrete Projekte unterstützen soll. In einem Strategischen Aktionsplan sollen technisch ausgereifte und vermarktungsfähige Technologien zur Unterstützung, mögliche Lücken in der europäischen SMR-Lieferkette und deren Schließung, Investitionshindernisse und Investitionsmöglichkeiten und neue Finanzinstrumente für die SMR-Entwicklung sowie der künftige Forschungsbedarf für SMR und AMR (Advanced Modular Reactors) identifiziert werden. Bestehende Kompetenzdefizite sollen aufgedeckt und im Rahmen des Euratom Forschungs- und Ausbildungsprogramms sowie auf nationaler Ebene behoben werden. Die SMR-Industrieallianz wurde von der Kommission in den Kontext ihres klimapolitischen Vorschlags für Emissionsreduktionen bis 2040 gestellt, als Beitrag zu einer Energiewirtschaft, die bis dahin kein CO₂ mehr ausstoßen soll. Im Zusammenhang mit dem Rahmen für NZIA-Academies, die die Umsetzung der Ziele des Net-Zero Industry Acts unterstützen sollen, soll in der SMR-Industrieallianz eine europäische Nuklearakademie aufgebaut werden.

Fazit

Europa war lange Zeit beinahe nur Zaungast der Entwicklung der Kernenergie außerhalb Europas und der Sektor war gekennzeichnet von Wankelmütigkeit hinsichtlich einzelner Projekte, ganzer Programme und sogar der Kernkraft insgesamt, wenn man sich vergegenwärtigt, dass sogar in Frankreich 2015 ein kleiner Atomausstieg beschlossen wurde, der inzwischen Gegenstand einer sehr kritischen Aufarbeitung durch einen Untersuchungsausschuss der französischen Nationalversammlung geworden ist. Innerhalb weniger Jahre hat sich das Bild komplett gedreht und in vielen Staaten Europas stehen die Zeichen auf Expansion und langfristige Nutzung der Kernenergie. Diese auch für die deutsche kerntechnische Industrie und Forschung sehr erfreuliche Entwicklung begann schon deutlich vor dem Krieg in der Ukraine, wurde aber durch diesen geopolitischen Wendepunkt deutlich gefestigt und beschleunigt.

Die plötzliche Unsicherheit der Energieversorgung, die zeitweilig drastische Preisentwicklung und eine dauerhafte Herausforderung durch eine höhere Volatilität und die verringerte Robustheit der Energieversorgung haben Regierenden und Bevölkerungen in vielen Staaten Europas – hinsichtlich der Bevölkerung sogar in Deutschland – deutlich vor Augen geführt, dass die stetige, weitgehend preisstabile, umweltfreundliche und beim Brennstoff gut zu bevorratende Kernenergie auch im Zeitalter des Ausbaus erneuerbarer Energien große Vorteile und einen erheblichen gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen bietet. Auch die jüngste Entscheidung der US-Regierung über ein Moratorium des Ausbaus der Flüssiggasexportkapazität aus Umweltgründen zeigt den Wert der Kernenergie, wenn es darum geht, die Energieversorgung von auswärtigen Entscheidungen, internationalen politischen Verwerfungen und ausgeprägten Preisvolatilitäten unabhängig zu machen. Dies ist gerade für industrielle Stromabnehmer mit ihrer hohen Preissensibilität entscheidend und so überrascht es nicht, dass neben dem heute zentralen Aspekt der Klimapolitik auch die industrielle Wettbewerbsfähigkeit und sogar das Ziel einer Reindustrialisierung – also nicht Deindustrialisierung – eine wesentliche Begründung und Motivation für den Ausbau der oder den Einstieg in die Kernenergie darstellt.

Und Motivation sowie Durchhaltewillen sind durchaus notwendig, wenn die oben beschriebenen Programme verwirklicht werden sollen, denn ganz schnell und ganz einfach können diese nicht umgesetzt werden, wie die meisten Zeitpläne der verschiedenen Staaten zeigen. Gleichwohl kommen die geplanten Projekte bei konsequenter Umsetzung rechtzeitig für die klimapolitischen Vorgaben – die so genannte Klimaneutralität der EU soll bekanntlich bis 2050 erreicht werden – und diejenigen Staaten, die ihre Kernkraftwerke im Bestand nicht abgeschaltet haben, sondern diese vielmehr deutlich länger betreiben, können auch die lange Planungs- und Bauphase sowie einen Teil der Amortisationsperiode neuer Anlagen mit den verlässlich günstigen Produktionskosten abgeschriebener Kernkraftwerke überbrücken. Eine große Gemeinsamkeit lässt sich in den unterschiedlichen Programmen hinsichtlich des Verhältnisses zwischen klassischen großen Kernkraftwerken und SMR-Anlagen erkennen: praktisch überall wird primär einmal die Errichtung großer neuer Anlagen verfolgt und ggf. durch ein SMR-Programm oder SMR-Aktivitäten ergänzt.

Für die kerntechnische Branche in Deutschland eröffnen sich langfristig gute Geschäftsmöglichkeiten in der europäischen Kernenergie und erfordern nicht nur eine Kompetenzerhaltung, sondern einen Aufwuchs des Personals sowie industrielle Forschung und Entwicklung auf hohem Niveau. Bundes- und Landesregierungen sollten die Entwicklung akzeptieren und eine deutsche Beteiligung etwa durch die Nachbesetzung sowie auch die Schaffung von neuen

Lehrstühlen in der Kerntechnik, den Ausbau der Helmholtzforschung national und in europäischer Kooperation sowie eine positive und förderliche Exportpolitik und Genehmigungspraxis unterstützen. Auch wenn es aus heutiger Perspektive unwahrscheinlich erscheint, dass in Deutschland wieder neue Kernkraftwerke errichtet werden, so würden die Bürger und die Wirtschaft in einem offenen europäischen Energiemarkt auch hierzulande vom zusätzlichen Stromangebot durch neue Kernkraftwerke bei unseren Nachbarn profitieren.

■ Autor



Nicolas Wendler

Leiter Presse und Politik

KernD (Kerntechnik Deutschland e. V.)

nicolas.wendler@kernd.de

Nicolas Wendler ist seit August 2013 Leiter Presse und Politik von Kerntechnik Deutschland e. V./Deutsches Atomforum e. V. und war davor seit März 2010 als Referent Politik dort beschäftigt. Er war zuvor als Internationaler Referent für die internationalen Beziehungen der Jungen Union Deutschlands zu-

ständig und hat unter anderem Themen der Energie-, Klima- und Wirtschaftspolitik für die Organisation bearbeitet. Wendler hat in München und Bordeaux Politische Wissenschaft sowie Volkswirtschaftslehre und (Nord-)Amerikanische Kulturgeschichte studiert.