

EWN

Entsorgungswerk für
Nuklearanlagen



Pressespiegel

26.11.2021

Inhalt

EWN

1 Albtraum der Ingenieure <i>WirtschaftsWoche, 26.11.2021</i>	3
2 Mini-AKW's? "Keiner weiß, ob es funktioniert" <i>n-tv.de, 25.11.2021</i>	7
3 DIW: Kernenergie keine Option in der Klimakrise <i>Energie & Management powernews, 25.11.2021</i>	11

Albtraum der Ingenieure

Deutschland steigt 2022 aus der Atomkraft aus. Wohl für immer. Andere Länder setzen auf eine Renaissance. Forscher arbeiten dort an neuen Reaktortypen. Sie sollen sicherer sein und sogar den heutigen Atommüll verbrennen können - zumindest in der Theorie.

Das Atomkraftwerk der Zukunft ist nicht viel größer als eine Ölheizung, und es schwimmt: Zwei Minikernkraftwerke des russischen Staatskonzerns Rosatom arbeiten auf dem 144 Meter langen Schiff Akademik Lomonossow. Es versorgt abgelegene Regionen an der nordsibirischen Küste mit Strom. Derzeit liegt es in der Kleinstadt Pewek in der Autonomen Region der Tschuktschen vor Anker: 5000 Kilometer östlich des Heimathafens Murmansk. Umweltschützer laufen Sturm, sprechen von einem schwimmenden Tschernobyl. Doch die russischen Minireaktoren sind Vorreiter eines globalen Trends: Der britische Konzern Rolls-Royce etwa nutzte vor einigen Tagen geschickt die Bühne des Weltklimagipfels in Glasgow, um gleich eine ganze Serie kleiner Atomkraftwerke (AKW) anzukündigen. Frankreichs Präsident Emmanuel Macron will die Technik mit einer Milliarde Euro fördern, und in den USA und China arbeiten zahlreiche Konzerne und Start-ups an den kleinen AKW.

Die Minimeiler, Small Modular Reactors (SMR) genannt, sind nur eines von rund einem Dutzend alternativer Kernkraftkonzepte, an denen Forscher und Ingenieure derzeit basteln. Sie sollen die Kernkraft billiger, sicherer und sauberer machen als die heutige Reaktortechnik. Einige experimentieren dafür mit alternativen Brennstoffen zu Uran. Andere wollen, statt wie heute Wasser, flüssiges Salz oder geschmolzene Metalle zum Kühlen der Kernspaltungshitze nutzen. Sogar den Atommüll aus den Zwischenlagern, die Reste der aktuellen Reaktortechnik, wollen manche verbrennen. Eine wahre Wundertechnik also, glaubt man den Befürwortern, die die Energieprobleme der Menschheit lösen könnte - wenn die Politik sie nur ließe. Zu schön, um wahr zu sein?

Seit der Katastrophe in Tschernobyl 1986 stagniert die Zahl der AKW bei etwa 400 weltweit. In den vergangenen 20 Jahren wurden 95 neue gebaut, 98 stillgelegt. Nur zehn Prozent des global erzeugten Stroms

kommen zurzeit aus Kernenergie. Und doch wächst die Gruppe der AKW-Befürworter zurzeit so schnell wie seit Jahrzehnten nicht.

Neben US-Präsident Joe Biden, Großbritanniens Premier Boris Johnson und Frankreichs Präsident Emmanuel Macron setzt vor allem China auf die Kernenergie. Weltweit sind 53 AKW in Bau, davon allein 18 in China. Auch einflussreiche Privatiers lobbyieren für eine Renaissance der Atomkraft: Microsoft-Gründer Bill Gates, der ehemalige US-Präsident Barack Obama, Facebook-Boss Mark Zuckerberg und Amazon-Gründer Jeff Bezos sind darunter; in Deutschland machen sich unter anderem VW-Chef Herbert Diess, Jürgen Hambrecht, der früher den Chemiekonzern BASF führte, und Linde-Aufsichtsratschef Wolfgang Reitzle für die Atomkraft stark.

LOSLEGEN VOR DER GENEHMIGUNG

In Brüssel versucht die Atomwirtschaft, angeführt von Frankreichs Energiekonzern EDF-Framatome, gerade, die EU-Kommission zu überzeugen, die Kernenergie als grün einzustufen. Das hätte weitreichende Folgen: Der Strom aus AKW würde günstiger, weil Investoren einen größeren Anreiz hätten, in Kernkraftprojekte zu investieren. Im April hatte die Kommission die Kernenergie noch als nicht klimafreundlich eingestuft. Inzwischen hat Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen ihren Widerstand aufgegeben, und auch im Rest der Kommission bröckelt er. Das Argument der Befürworter: Kernkraft erzeugt, außer beim Bau der Kraftwerke durch die großen Mengen Beton und Stahl, kein klimaschädliches Kohlendioxid (CO₂). Und, anders als Wind- und Solaranlagen, liefert sie auch bei Dunkelheit und Flaute zuverlässig Strom.

Ein Problem aber sind die exorbitanten Kosten der heutigen Reaktoren. Die Kosten für den Bau eines AKW sind seit Tschernobyl 1986 sprunghaft gestiegen. Im

US-Bundesstaat Georgia etwa entstehen derzeit zwei neue Reaktorblöcke für 27 Milliarden Dollar - statt für 14 Milliarden wie geplant. Auch bei den wenigen anderen AKW-Baustellen im Westen - in England, Finnland und Frankreich - haben sich die Bauzeiten und die Kosten rund verdreifacht.

SO SCHNELL WIE TESLA

So lenkt Frankreichs Präsident Macron nun den Fokus auf eine Alternative: Statt eines großen Reaktors mit bis zu 1,3 Gigawatt (GW) Leistung, der eine Million Haushalte mit Strom versorgt, will Macron viele kleine AKW bauen. Im Falle eines Unfalls wären die Schäden beherrschbar, denn die Menge an spaltbarem Material im Mini-AKW ist gering. Die Idee gab es schon in den Fünfzigerjahren. Sie erwies sich allerdings als unwirtschaftlich und hat sich daher nur in militärischen Anwendungen wie U-Booten durchgesetzt. "Man wollte damals die Kernkraft wirtschaftlicher machen, das war ja der Grund, weshalb man die AKW seither immer größer gebaut hat", erklärt Horst-Michael Prasser, bis vor Kurzem Professor für Kernenergiesysteme an der ETH Zürich und einer der wenigen noch aktiven deutschen Forscher in der Reaktortechnik.

Das wissen auch die Entwickler von Rolls-Royce. Sie wollen die kleinen Reaktoren deshalb standardisieren und in großer Zahl am Fließband bauen. Jedes der AKW soll 470 Megawatt leisten, die Hälfte eines heutigen Reaktors, aber mit einem Zehntel der Fläche auskommen und nur rund zwei Milliarden Pfund je Reaktor kosten - verglichen mit den Kosten heutiger AKW ein Schnäppchen. Schon 2031 sollen die ersten Minimeiler Strom liefern. Ein ambitionierter Zeitplan. Im weltweiten Schnitt dauert der Bau eines AKW heute eher 16 Jahre.

Rolls-Royce will Methoden anwenden, mit denen der Autobauer Tesla in Grünheide die Behörden beeindruckt und auch nervt: Noch bevor die Genehmigungsverfahren für die Technik und sogar die detaillierten Konstruktionen durch sind, will Rolls-Royce mit dem Bau beginnen. "Das klingt gut auf dem Papier", sagt Mycel Schneider, Herausgeber des angesehenen "World Nuclear Industry Status Reports". In der Praxis sind die SMR den Wirtschaftlichkeitsbeweis bisher aber schuldig geblieben. Den Briten könnte es wie den Südkoreanern ergehen, fürchtet Schneider: Deren Variante des SMR, ein 100 Megawatt (MW) starker Druckwasserreaktor, bekam 2012 als weltweit erstes AKW dieses Typs die Genehmigung von Südkoreas Nuclear Safety and Security Commission. Nur hat ihn niemand bestellt - er erwies sich als zu teuer. Und die beiden russischen SMR auf der Akademik Lomonossow laufen nur dank staatlicher Subventionen: Mit 82 Dollar

pro Kilowattstunde erzeugen sie den derzeit bei weitem teuersten Strom der Welt.

Doch die Befürworter der Idee geben nicht auf. Neben Rolls-Royce forschen weltweit Dutzende Unternehmen an Minireaktoren. Vor allem in den USA und Kanada gibt es eine rege Start-up-Szene in der Nuklearwissenschaft, davon viele mit Konzepten zu SMR. "Daneben forschen auch große Konzerne an den Minimeilern, vor allem in den USA und China", weiß der Zürcher Kernforscher Prasser. Am ehesten vor dem kommerziellen Durchbruch scheint das Start-up NuScale aus Oregon. Dessen SMR funktioniert ähnlich wie ein herkömmlicher Druckwasserreaktor: Durch die Energie des Kernzerfalls in den Uranbrennstäben entsteht Hitze, die mit dem Wasser, in dem die Stäbe stehen, in einem Rohr nach oben steigt. Die glühend heißen Rohre erhitzen anderes Wasser in einem zweiten Kreislauf, das verdampft und so eine Turbine antreibt.

Der Reaktor ist 22 Meter hoch - gerade noch klein genug, um ihn per Tieflader, Schiff oder Bahn zu den Kunden zu transportieren. "Das NuScale-Design ist das einzige in der westlichen Welt mit einer Konzeptgenehmigung", sagt Schneider. Die Sicherheitstests der US-Behörde, der Nuclear Regulatory Commission, hat es bestanden. Doch kämpft auch NuScale mit der Wirtschaftlichkeit seines Konzepts. Von 21 US-Gemeinden, die einen SMR bestellt hatten, sind acht abgesprungen, "es war ihnen zu teuer", sagt Schneider. Immerhin: Der NuScale-Reaktor funktioniert und hat als einziger der Minimeiler echte Kunden. Prasser hält die Kostenfrage zudem für lösbar: Wären die ersten SMR am Netz und könnten so ihre Praxistauglichkeit beweisen, würden "die Baukosten automatisch günstiger", glaubt er. Einen großen Schritt nahm NuScale dieser Tage mit dem Infrastrukturprogramm von Joe Biden: Mit Mitteln aus dessen Klimaprogramm soll eine Serienfertigung von NuScale-SMR in Rumänien aufgebaut werden.

Mark Jacobson, Professor für Ingenieurwissenschaften an der Eliteuniversität Stanford, sieht die Technik dennoch skeptisch: "Die neuen Designs werden bestenfalls 2030 kommerzialisiert und taugen daher kaum zum effektiven Kampf gegen den Klimawandel." Doch die US-Regierung sieht das offensichtlich anders: Auch das Start-up X-Energy aus Maryland erhält eine Förderung von 80 Millionen Dollar für neue Reaktoren, mit der Option auf weitere Milliarden. Das Besondere an dessen Technologie: Der Uranbrennstoff ist mit Keramik ummantelt und in eine Art synthetischen Kieselstein verpackt. Der wird von außen mit Helium gekühlt und kann bei den etwa 850 Grad, die im Reaktor herrschen, nicht schmelzen. Der erste Meiler soll nun bald im Nordwesten der USA in Bau gehen.

KEIN GEFÄHRLICHER DRUCK IM KESSEL

Noch etwas länger dauern dürfte es mit Reaktoren, in denen flüssiges Salz als Kühlmittel zirkuliert - statt wassergekühlter, fester Uranbrennstäbe wie in bisherigen AKW. Auch der spaltbare Brennstoff ist darin gelöst, zum Beispiel als Salz des Urans, Uranchlorid. Vorteil: Mit der bis zu 1000 Grad heißen Flüssigsalzmasse kann der Reaktor unter Normaldruck arbeiten. Das vereinfacht den Bau und mindert die Gefahr von Lecks. In heutigen Reaktoren muss Wasser mit bis zu 150 Bar zirkulieren, um ausreichend Dampfkraft für die Turbinen zu erzeugen. Gegen Lecks muss wegen des enormen Überdrucks aufwendige Sicherheitstechnik installiert werden. "Ein Flüssigsalzreaktor enthält zudem nur so viel spaltbares Material, wie er gerade braucht", erklärt Prasser, "während in einem traditionellen Reaktor stets viel mehr Brennstoff liegt, was im schlimmsten Fall zu einer unkontrollierten Kettenreaktion wie in Tschernobyl führen kann."

Bill Gates ist ein strahlender Verfechter der Flüssigsalztechnologie. Eines seiner Argumente, neben dem Klimaschutz: Die Flüssigsalzreaktoren könnten das Problem mit dem Atommüll entschärfen. Denn die heutigen Druckwasserreaktoren erzeugen, neben vielen anderen strahlenden Elementen, radioaktives Plutonium, das weltweit in Zwischenlagern liegt und immer die Gefahr birgt, in die Hände von Terroristen zu geraten. Ein Endlager, das die nötigen 300 000 bis eine Million Jahre hält, in denen der Müll weiter strahlen wird, ist bisher weltweit nicht gefunden.

Traditionelle Reaktoren nutzen nur ein Isotop des Urans - Uran 235 - für den Spaltprozess. Doch nur drei Prozent des natürlichen Urans sind Uran 235; der weit überwiegende Teil ist Uran 238, das heutige Reaktoren nicht spalten können. Der Flüssigsalzreaktor könnte theoretisch viele Elemente als Brennstoff verwenden, darunter auch die heutigen Atomabfälle Plutonium und Uran 238, aber auch Thorium, das vier Mal häufiger ist als Uran. Ganz ohne Restmüll arbeiten auch die Flüssigsalzreaktoren nicht. Immerhin: Ihr Abfall würde nur noch 300 statt 300 000 Jahre strahlen.

Eines der schwierigsten Probleme dieser Technologie, an der seit den Sechzigerjahren geforscht wird: Das flüssige Salz greift die Reaktorhülle an. Das Unternehmen TerraPower aus Bellevue im US-Bundesstaat Washington, Bill Gates' Wohnort, will die Korrosion nun in den Griff bekommen haben. Statt Flüssigsalz verwendet es flüssiges Natrium, ein Metall und Bestandteil des Kochsalzes (Natriumchlorid). Es hat einen ähnlich hohen Siedepunkt, ist aber weniger aggressiv als Salz. Noch in diesem Jahr will TerraPower mit GE Hitachi Nuclear Energy, einem US-japanischen Joint Venture,

sowie mit dem US-Anlagenbauer Bechtel mit dem Bau eines ersten Versuchsreaktors beginnen. Als Bauzeit sind fünf bis sieben Jahre geplant. Laut Prasser ist genau das nun nötig: "Im Physiklabor hat das Flüssigsalzmodell bewiesen, dass es funktioniert. In der kommerziellen Praxis nicht. Er ist der Traum der Physiker, aber der Albtraum der Ingenieure und Chemiker." Ein Problem: Im flüssigen Brennstoff sammeln sich alle Spaltprodukte - oder wie Prasser es ausdrückt: "Fast das komplette Periodensystem, ein wahrer Elemente-Zoo". Diese Stoffe müssen im laufenden Betrieb ständig herausdestilliert und durch neues spaltbares Material ersetzt werden. In der Theorie machbar, in der Praxis tückisch.

FLÜSSIGES BLEI AUF DEM PAPIER

Das kanadisch-deutsche Start-up Dual Fluid hat das Konzept daher modifiziert. Neben dem kanadischen Teilchenphysiker Ahmed Hussein wurde es von den beiden Deutschen Götz Ruprecht und Armin Huke gegründet. Beide gingen nach ihrer Promotion in Kernphysik an der TU Berlin nach Kanada: Nach Tschernobyl habe sich in Deutschland eine Stimmung ausgebildet, die sie als "Atom-Cancel-Culture" empfanden, erinnert sich Ruprecht. "Es gab plötzlich keine Jobs für Postdoktoranden mehr und bald auch keine Lehrstühle und keine Forschung in der Industrie."

In Kanada ist das anders: Das Land ist neben China, Frankreich und Indien eines der Länder, das am stärksten auf eine Renaissance der Kernkraft setzt. Dual Fluid nutzt statt festen Brennstäben mit vielen übereinander gestapelten Urantabletten zwei zirkulierende Flüssigkeiten: Eine trägt den Brennstoff, wie das Natrium im Reaktor von TerraPower, die andere, flüssiges Blei, führt in einem zweiten Kreislauf die Hitze ab. "So kann der Kernbrennstoff bei 1000 Grad Celsius seine ganze Kraft entfalten", schwärmt Ruprecht. Dadurch erreiche er immense Leistung auf kleinstem Raum: Weil Blei sehr dicht ist, erzeugt der nur drei mal drei Meter große Dual-Fluid-Reaktor so viel Strom wie ein heutiges AKW: 1,5 Megawatt, genug, um ganz Berlin zu versorgen.

Bisher allerdings auch nur auf dem Papier. Von allen Konzepten ist das der Berliner am weitesten von einer kommerziellen Anwendung entfernt. Experten wie Prasser sehen vor allem in der Materialkunde noch ein Problem: "Die dünnen Rohre, in denen innen 1000 Grad heißer Brennstoff und außen flüssiges Blei zirkuliert, sind extremen Anforderungen ausgesetzt." Gründer Ruprecht sagt, er wisse, "dass es dafür geeignete Materialien gibt, sie werden woanders in der Industrie genutzt, etwa in Glashütten, nur halt noch nie in einem Reaktor".

Nur ein Versuchsreaktor kann nun zeigen, ob das ambitionierte Konzept in der Praxis läuft. Dual Fluid kommt da nun in eine "schwierig zu finanzierende Phase",

räumt Ruprecht ein. Er braucht mindestens 40 Millionen Euro, um in den nächsten Jahren den Versuchsreaktor zu bauen.



n-tv.de | 25.11.2021

Clara Pfeffer, Christian Herrmann

WEBLINK

CO2-ARM, TEUER UND ZU SPÄT**Mini-AKW's? "Keiner weiß, ob es funktioniert"**

US-Präsident Joe Biden will Mini-Atomkraftwerke bauen, der französische Staatschef Emmanuel Macron auch, der russische Präsident Wladimir Putin hat sogar schon eines, ein schwimmendes in Sibirien: Im Kampf gegen den Klimawandel erlebt die Atomkraft eine Renaissance - angetrieben von SMR, Small Modular Reactors. Dieses Konzept verspricht kleine, günstige und vielfältig einsetzbare Reaktoren, die CO2-arm und zuverlässig Energie produzieren. Christoph Pistner, Mitglied der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), ist trotzdem kein Fan, wie er im ntv-Podcast "Klima-Labor" deutlich macht. Der Physiker des Freiburger Öko-Instituts hat die neue Technologie für das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) untersucht und keine überzeugenden Argumente entdeckt, im Gegenteil: Die bisherigen SMR-Ideen sind ihm zufolge genauso schmutzig wie konventionelle Atomkraftwerke, teurer sogar als erneuerbare Energien und vor allem sind sie vermutlich erst dann einsatzbereit, wenn es schon zu spät.

ntv.de: Was wissen Sie über die SMR-Technologie, was der amerikanische, der französische und der russische Präsident nicht wissen?

Christoph Pistner: Ich weiß nicht, ob ich etwas weiß, was Joe Biden, Emmanuel Macron und Wladimir Putin nicht wissen. Vielleicht geht es eher um eine Bewertung dessen, was wir wissen. Mein Eindruck ist, dass sich die Herren sehr viel von der SMR-Technologie versprechen. Diese Versprechungen stehen auch von den Entwicklern im Raum. Die Frage ist aber, ob sie tatsächlich gehalten werden. Wir hören seit vielen Jahrzehnten davon, bis heute ist aber nichts davon realisiert.

Was genau ist denn SMR? Worum geht es bei Small Modular Reactors?

Das ist tatsächlich gar nicht so einfach, denn es gibt keine international einheitliche Definition, was ein kleiner modularer Reaktor sein soll. Einig sind sich alle, dass sich "klein" auf eine elektrische Leistung von unter 300 Megawatt bezieht. Darunter würden aber zum Teil auch frühe Kernreaktoren der ersten Generation fallen, wie sie weltweit heute noch in Betrieb sind. Hinter dem Punkt "modular" steckt die Idee, dass diese Anlagen zentral hergestellt und dann nur noch zum Einsatzort transportiert werden müssen. Ob das jedoch funktioniert, weiß keiner.

Sind diese Reaktoren auch räumlich kleiner? Jeder hat vermutlich Tschernobyl vor Augen, aber Russland hat jetzt einen an Bord eines Schiffes.

Ein Atomreaktor als solcher ist nicht sehr groß. Ein großer Unterschied zwischen der Atomkraft und konventionellen Energien ist, dass wir durch die Atomspaltung sehr, sehr viel Energie auf sehr kleinem Raum freisetzen können. Was ein Atomkraftwerk groß macht, ist alles, was man um den Reaktor herum bauen muss.

Die bekannten Türme? Die Kühlung?

Kühlung, Sicherheitssysteme, Abschirmung von radioaktiver Strahlung und die Hilfssysteme, die ich brauche, wenn ich ein Brennelement auswechseln oder das Kühlsystem reinigen muss.

Und das alles brauche ich bei kleinen Reaktoren nicht?

Doch, natürlich. Aber ein "kleiner" Reaktor mit geringerer Leistung hat einen kleineren Reaktorkern. Dadurch können auch meine Sicherheitssysteme abgespeckt oder kleiner sein, bis hin zu dem Punkt, wo ich so einen Reaktor mit passiven Systemen wie der Luft kühlen könnte und keine großen Kühlmittelvorräte oder Pumpen mehr brauche, um ihn zu kontrollieren.

Der russische Reaktor ist bereits im Einsatz. Der frühere Eisbrecher steht in Sibirien, um eine kleine Ortschaft mit Energie zu versorgen. Wie wird das dort geregelt?

Die "Akademik Lomonossow, das schwimmende russische Mini-AKW, versorgt die Stadt Pewek mit Energie.

Der russische basiert auf Konzepten, die es schon lange gibt, auf U-Boot-Reaktoren. Wir haben atomar betriebene U-Boote im militärischen Bereich und vor allem mit Eisbrechern auch Schiffe. Die Reaktoren müssen aufgrund des Einsatzzwecks sehr kompakt sein. Im Prinzip hat man ein solches System auf ein Schiff gepackt, um es mobil vom Herstellungsort zum Einsatzort bringen zu können. Vor Ort wurde das Schiff verankert, Stromleitungen wurden an Land gelegt und Energie bereitgestellt. Ansonsten ist das eher ein klassischer Druckwasserreaktor, der mit ähnlichen Systemen ausgestattet ist wie eine heutige große Anlage - nur eben aufgrund der Leistung kleiner skaliert.

Aber das ist doch eine super Idee, jetzt haben die Leute in der Region eine sichere Stromversorgung. Warum sind sie dagegen?

Das Problem ist letzten Endes dasselbe wie mit der Kernenergie heute auch: Dieser Reaktor ist ein Reaktor, bei dem man sehr genau die Sicherheit untersuchen muss. Kann es zu schweren Unfällen kommen, bei denen Radioaktivität freigesetzt wird? Dann erzeugt auch dieser Reaktor radioaktive Abfälle. Es stehen Fragen der nuklearen Nichtverbreitung im Raum. Reaktoren produzieren Plutonium, sie benötigen angereichertes Uran für ihren Einsatz. Das sind Schlüsseltechnologien, die man für Kernwaffen benötigt. Auch bei kleinen modularen Reaktoren wird in Zukunft die Frage im Raum stehen, wie wir kontrollieren, dass Materialien und Technologien nicht missbraucht werden? Und schließlich sollte man die Kostenfrage nicht vergessen. Der russische Reaktor ist deutlich teurer gewesen als die großen, die heute am Markt sind.

Dieser kleine Reaktor ist teurer als ein klassisches Atomkraftwerk, das in Deutschland steht?

Bezogen auf die installierte elektrische Leistung, ja. Der Preis für die individuelle Anlage ist geringer. Aber wenn Sie berücksichtigen, dass Sie drei, vier oder fünf kleine Anlagen brauchen, um dieselbe Menge Strom zu produzieren wie eine große, ist das System wesentlich teurer.

Small Modular Reactors (SMR) sind Kernkraftwerke mit geringer Leistung, deren Entwicklung bis in die 1950er Jahre zurückgeht. Derzeit erfährt das Konzept wieder größere Aufmerksamkeit, da sie als sichere

und klimafreundliche Stromerzeuger propagiert werden. Im Gutachten des Öko-Instituts werden sie als Reaktoren definiert, bei denen ein einzelner eine elektrische Leistung von weniger als 300 Megawatt elektrisch (MWe) oder eine thermische Leistung von weniger als 1.000 Megawatt thermisch (MWth) aufweist. Dabei kann es sich sowohl um wassergekühlte als auch um sonstige (nicht-wassergekühlte) Reaktorkonzepte handeln.

Können Sie Zahlen nennen?

Die gibt es noch nicht, weil diese Systeme nirgendwo am Markt als kommerzielle Systeme eingesetzt werden. Das, was wir in Russland sehen, ist eine Nischen-Anwendung, die man explizit für sehr abgelegene Regionen haben wollte.

Aber Russland plant, die Technologie ins Ausland zu exportieren.

Genau. Aber diesen Planungen liegt zugrunde, dass ich diese Systeme nicht mehr einzeln herstelle, sondern irgendwo in einer seriellen Fabrikation mit sehr hohen Stückzahlen, um den Preis zu drücken. Das ist aber extrem fragwürdig.

Also, um mal so eine Messlatte zu haben: So ein kleines, modulares Kraftwerk soll etwa eine Milliarde Euro kosten. Im Vergleich dazu kosten konventionelle Kraftwerke 27 Milliarden Euro. Das bezieht sich auf Hinkley Point C, das gerade in Großbritannien gebaut wird. Aber Sie bezweifeln, dass das stimmt?

Für diese eine Milliarde haben wir einfach bis heute keine prototypischen Zahlen. Wenn wir uns den russischen Reaktor anschauen: Ursprünglich ist kalkuliert worden, dass man die Kilowattstunde elektrische Leistung für 2000 Dollar bauen kann. Am Ende hat er 11.000 Dollar gekostet und war fünfmal so teuer wie ursprünglich geplant. Und damit eben auch teurer als die Kilowattstunde elektrische Leistung, die wir heute in einem Großkraftwerk bauen würden.

Dann ist er vermutlich auch sehr viel teurer als zum Beispiel Kohlestrom? Hinkley Point C ist noch im Bau - und laut Christoph Pistner schon jetzt ein Verlustgeschäft.

Ja, Kernenergie ist heute deutlich teurer als Kohleverstromung, das sehen wir bei den großen Anlagen. Großbritannien musste Hinkley Point C eine Abnahmegarantie über 30 Jahre geben, um den Strom für 11 bis 12 Cent die Kilowattstunde abzukaufen. Das ist wesentlich mehr als das, was wir am Großmarkt sehen und auch wesentlich mehr, als wir heute zahlen, um

Strom aus Photovoltaik oder Windkraft zu produzieren. Und das für eine heute im Bau befindliche Anlage, wo man eigentlich über die nächsten 30 Jahre weitere Kosteneinsparungen erwarten würde.

Jetzt sind wir verwirrt. Wenn Kernkraft die teuerste Technologie ist, was spricht dann für diese kleinen Atomkraftwerke?

Von den Herstellern werden unterschiedliche Argumente gebracht. Zum einen gehen sie davon aus, dass sie den Preis so weit drücken können, dass sie doch ökonomisch konkurrenzfähig produzieren können. Das kann man anzweifeln. Das zweite ist, dass erneuerbare Energien nicht rund um die Uhr gleichmäßig zur Verfügung stehen. Wir haben fluktuierende Energieträger wie Wind und Sonne und brauchen Ausgleichssysteme. Wir brauchen aber Ausgleichsmechanismen, die sich sehr schnell hoch- und runterfahren lassen und anpassen können an das, was aus regenerativen Energien erzeugt wird. Auch da sieht die Atomkraft eigentlich nicht gut aus.

Weil es sehr lange dauert, so ein Kraftwerk wieder hochzufahren?

Die Kosten der Kernenergie werden wesentlich dadurch dominiert, dass wir am Anfang sehr viel Geld ausgeben müssen, um ein Kraftwerk zu bauen. Aber wenn wir dieses Kraftwerk nicht mehr 80 bis 90 Prozent der Zeit nutzen, sondern nur noch 20 Prozent, weil wir ansonsten ausreichend erneuerbare Energien haben, produziert es natürlich viel weniger Strom, der dann noch mal teurer wird.

Könnte man das Kraftwerk nicht laufen lassen und den Strom ins Ausland exportieren?

Natürlich wird man in einem zukünftigen Energiesystem große Netze brauchen, die einen Ausgleich der Erzeugung und des Verbrauchs über größere Regionen sicherstellen. Wir reden in Deutschland über Netzausbau und über Transporte ins Ausland, damit wir den Effekt nutzen können, dass der Himmel nicht überall gleichzeitig bewölkt ist. Aber auch dann wird die Frage sein: Zu welchen Kosten produziere ich den Strom, den ich ausgleiche? Wenn ich eine günstige Produktion über Photovoltaik und Windkraft habe, gleiche ich das damit aus.

Das zweite große Gegenargument von Ihnen in der Studie ist neben den Kosten die Sicherheit. Wie sieht es damit aus?

Viele der kleinen Reaktoren werben damit, dass sie sicherer sind als heutige Kernkraftwerke. Das ist grundsätzlich denkbar: Wenn Sie einen kleineren Reaktor

haben, erzeugt dieser weniger Leistung im Kern und weniger Wärme, die Sie nach außen abführen müssen. Sie können dann eventuell passive Kühlsysteme verwenden und dadurch möglicherweise die Sicherheit erhöhen. Ob das tatsächlich so ist, wissen wir nicht. Dazu müssten wir erst mal ein konkretes Design auf dem Tisch haben, für das detaillierte Sicherheitsuntersuchungen vorliegen.

Aber Sie haben doch vorhin gesagt, dass dieses Konzept auf Atom-U-Booten basiert. Die sind ja schon eine ganze Weile im Einsatz.

Natürlich gab es auch im Bereich der Atom-U-Boote Störfälle, Zwischenfälle und Unfälle. Die sind allerdings nicht so gut dokumentiert wie im kommerziellen Bereich Tschernobyl und Fukushima. Aber letzten Endes handelt es sich dabei um einen relativ konventionellen Druckwasserreaktor und die haben bekannte Sicherheitsprobleme: Auch nach der Abschaltung des Reaktors wird kontinuierlich über einen sehr langen Zeitraum Wärme produziert, die Sie abführen müssen. Wenn Sie das nicht schaffen, passiert das, was in Fukushima passiert ist: Der Reaktorkern heizt sich auf, der Brennstoff kann schmelzen und es kann massiv Radioaktivität freigesetzt werden.

Jetzt könnte man zynisch natürlich sagen, dass es kleine Reaktoren sind und die Gefahr, dass es zu einem zweiten Fukushima kommt, gering ist.

Klar, die einzelne Anlage ist kleiner als ein großes Kraftwerk. Aber wenn Sie diese Anlagen einsetzen wollen, um damit wirklich an der Energiewende zu arbeiten und CO₂-armen Strom zur Verfügung zu stellen, brauchen Sie entsprechend mehr Anlagen. Das heißt, Sie haben dann eben statt der heutigen knapp 400 Anlagen weltweit das zehner- oder zwanzigfache.

Das dritte Problem, wir haben es schon kurz angerissen, ist der Abfall. Kann man denn bei Kernkraft überhaupt von sauberer Energie sprechen, solange dieses Problem besteht?

Aus meiner Sicht ganz klar nicht. Auch SMR werden hochradioaktive Abfälle produzieren. Bei all den Systemen, die in zehn, vielleicht zwanzig Jahren am Markt zur Verfügung stehen könnten, reden wir über Systeme, die vergleichbar mit heutigen sind. Bis heute gibt es weltweit noch kein Endlager für Atom Müll. Einige Staaten sind dabei, solche Endlager zu errichten, andere Staaten sind dabei, zu suchen.

Und trotzdem arbeiten Frankreich, die USA und Russland an SMR-Konzepten. Warum?

Das sind natürlich Staaten, die traditionell eine sehr

hohe Abhängigkeit von der Kernenergie haben. Die haben eine etablierte Industrie, die ihr Produkt weiter anbieten möchte.

Weil man die Technologien nicht verfallen lassen möchte?

Also, man muss klar sagen: Kleine, modulare Reaktoren in dem Sinne, wie sie oft diskutiert werden, liegen eigentlich nicht vor. Wir haben über dieses Beispiel Russland geredet, aber das ist ja kein kommerziell konkurrenzfähiges System, das sie in der Fläche

einsetzen würden. Systeme wie NuScale, die in den USA diskutiert werden oder Systeme, die in China entwickelt werden, könnten irgendwann kommen, werden aber sicherlich noch 10 bis 15 Jahre Entwicklungsarbeit brauchen. Bis man dann eben große Stückzahlen produziert, sind leicht 20 bis 25 Jahre rum. Bis dahin müssen wir eigentlich mit der Energiewende schon durch sein.

Mit Christoph Pistner sprachen Clara Pfeffer und Christian Herrmann. Das Gespräch ist zur besseren Verständlichkeit gekürzt und geglättet worden.

📖 Energie & Management powernews | 25.11.2021 | S. 1

👤 Fritz Wilhelm

DIW: Kernenergie keine Option in der Klimakrise

In ihrem aktuellen Wochenbericht erteilen die Forschenden des DIW der Kernenergie eine Absage und fordern Transparenz bei der Endlagersuche.

Auch wenn mit dem Vollzug des Kernenergieausstiegs in Deutschland ein Anstieg der CO₂-Emissionen verbunden sei, gibt es laut Christian von Hirschhausen keinen Grund, diese Technologie als klimaschonende Option weiter in Betracht zu ziehen. Denn es handle sich nur um einen kurzfristigen Effekt, der durch einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und die Nutzung von Flexibilitätsoptionen zu ihrer Netzintegration wieder kompensiert werde, so der Forschungsdirektor beim Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung und Professor an der TU Berlin.

Hinzu komme noch ein beschleunigter Ausstieg aus der Erdgasnutzung, wie von Hirschhausen betont: „Wir müssen aus fossilem Erdgas genauso aussteigen wie aus der Kohle, wenn wir die Klimaschutzziele in Deutschland, in Europa oder weltweit einhalten möchten.“

Eine weitere Nutzung der Kernenergie zur Bekämpfung des Klimawandels kommt aus Sicht des Wirtschaftswissenschaftlers nicht in Frage. Weder im aktuellen Technologiestadium noch in einem zurzeit in der Grundlagenforschung stehenden Technologiestadium könne sie relevant sein. „Kurzfristig sind die bestehenden Kraftwerke der sogenannten Generation „Drei plus“ zu teuer und auch ihre Planung würde sehr lange dauern. Vor 2050 stünden sie praktisch nicht bereit, gibt er zu bedenken. Andere Konzepte, etwa die sogenannten Small Modular Reactors, seien ebenfalls keine Option, da Forschungs-, Produktions- und Umsetzungszyklen zwei bis drei Jahrzehnte dauern, möglicherweise sogar noch länger.“

Die Diskussion über das EU-Taxonomie-Verfahren, in dem die Kommission Vorschläge entwickelt, welche Technologien im Rahmen des Green Deals als nachhaltig gelten sollen, kommentiert von Hirschhausen kurz und knapp: „Weder Kernkraft noch fossiles Erdgas haben in der EU-Taxonomie etwas verloren.“

Für die Endlagersuche muss die radioaktive Abfallmenge gedeckelt sein

Das endgültige Ende der Kernkraftnutzung hat auch einen ganz praktischen Nutzen: Die radioaktiven Abfallmengen sind begrenzt und erlauben eine konkrete Planung der Endlagerung – sowohl der Logistik als auch der Endlagerformationen. Das DIW weist darauf hin, dass ein Endlager gefunden werden muss, welches eine sichere Lagerung für mehr als 1 Mio. Jahre gewährleistet. Deshalb halten die Wissenschaftler Transparenz und Partizipation der Bevölkerung im Standortauswahlverfahren für essentiell.

„Die Beendigung der kommerziellen Nutzung der Kernenergie ist eine Bedingung für die Akzeptanz der Endlagersuche. Das hat das Bundesamt für die Sicherheit der kerntechnischen Entsorgung, das sogenannte BASE, schon vor 20 Jahren festgestellt“, gibt von Hirschhausen zu bedenken. Er hält es für undenkbar, im Jahr 2031 einen Endlagerstandort festzulegen, wenn die Menge nicht vorher gedeckelt wurde.

Laut DIW muss ein geeigneter Standort für die Lagerung von 27.000 Kubikmetern hochradioaktiven Abfalls gefunden werden, so dass der Bundestag im Jahr 2031 die entsprechende Standortfestlegung treffen kann. Daran werde sich die Errichtung der Lagerstätten anschließen – ein „komplexes Problem mit erheblichen sozio-technischen Herausforderungen“, heißt es im Wochenbericht des Instituts.

Zu einer vollständigen Atomwende gehört dann noch die Schließung der Brennelementefabrik in Lingen und der Urananreicherungsanlage in Gronau. Und konsequent sei die Atomwende letztlich nur dann, wenn sich die Bundesregierung auch in Europa und international gegen eine Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken stark mache und sich dafür einsetze, dass keine Investitionen und Fördermittel mehr in die Kernenergie fließen.