



Atomkraft: Eine alte neue Hoffnung?

An der Kernenergie scheiden sich die Geister. Brauchen wir sie, um den Ausstieg von fossilen Energien zu schaffen und so das Klima zu retten? Vierter Teil der Serie «Energie der Zukunft».

Von [Arian Bastani](#) (Text) und [Kwennie Cheng](#) (Illustration), 12.11.2019

«A short time ago an American airplane dropped one bomb on Hiroshima.»

Mit diesen Worten wandte sich Harry Truman, Präsident der Vereinigten Staaten, am 6. August 1945 an die Öffentlichkeit. Eine neue Energiequelle brannte sich an jenem Tag ins kollektive Bewusstsein. Die Atomkraft.

Sie ist imstande, ungeheure Energiemengen freizusetzen – pro Kilogramm Uran über drei Millionen Mal mehr als bei der Verbrennung von Kohle. Das liegt daran, dass sich bei der Spaltung von Atomkernen ein messbarer Teil der ursprünglichen Masse in reine Energie umwandelt. Bei der Zündung

von Atombomben läuft diese Spaltung explosionsartig ab – bei der zivilen Kernenergie wird die nukleare Reaktion in gelenkten Bahnen gehalten.

Als die Sowjetunion und die USA nach dem Zweiten Weltkrieg die Atomkraft vorantrieben, kam eine regelrechte Euphorie um die neue Technologie auf. Sie sollte nicht nur Öl und Kohle als Stromlieferanten verdrängen, sondern auch Autos und Raketen antreiben, dachte man damals. Später kam die Kernenergie wegen der radioaktiven Abfälle und Reaktorunfällen in Verruf.

Doch in jüngster Zeit, mit der zunehmenden Intensität der Erderwärmung, drängt die Kernenergie wieder in den Vordergrund. « sagte Hoesung Lee, Vorsitzender des Weltklimarats, im Oktober an einer Konferenz zur Atomkraft.

Doch welche Rolle kann die Kernenergie in den künftigen Energiesystemen wirklich übernehmen? Sollte sich die Welt nicht doch lieber schleunigst von ihr verabschieden – und stattdessen voll auf Solar- und Windkraft setzen?

Zur Serie «Energie der Zukunft»

Wie schaffen wir es, unseren CO₂-Ausstoss in den nächsten drei Jahrzehnten auf null zu senken? Womit ersetzen wir die fossilen Energieträger, die heute drei Viertel unserer Energie liefern? Welche erneuerbaren Energien haben Potenzial? Und welche Rolle spielt die Atomenergie? Diesen Fragen geht die Republik in einer fünfteiligen Serie nach – auf globaler Ebene sowie für die Schweiz.

Um über die Zukunft zu urteilen, betrachten wir zuerst die Gegenwart. Und den Beitrag, den die Kernenergie bereits zum Klimaschutz leistet.

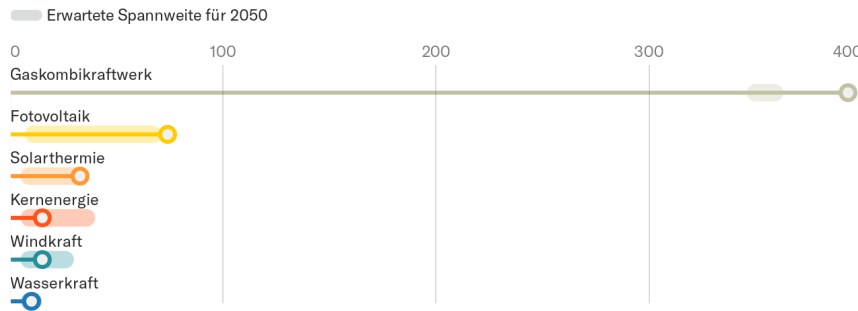
1. Die Bilanz

Vor über 30 Jahren hat der Wissenschaftler James Hansen mit einem Auftritt vor dem US-Kongress dafür gesorgt, dass der Klimawandel ins öffentliche Bewusstsein gelangte. Heute betont er, wie wichtig die emissionsarme Energie der Kernspaltung für den Kampf gegen den Klimawandel ist.

Die Zahlen dazu sind eindeutig: Im Vergleich zur Stromproduktion mit Erdgas, das oft als «Brückentreibstoff» gehandelt wird, werden bei ihr rund 26-mal weniger CO₂ ausgestossen. Gemäss dem Paul-Scherrer-Institut (PSI) unterbietet die Atomkraft diesbezüglich bis 2050 auch die Fotovoltaik (wobei dies auch vom Stromtyp bei der Herstellung der Solarzellen abhängt).

Vergleichsweise sauber

CO₂-Intensität der Stromproduktion, in Gramm pro Kilowattstunde



Die Punkte geben die aktuelle Intensität an, die schraffierte Fläche die erwartete Spannweite im Jahr 2050 (Fotovoltaik: Mittel aus mono- und multikristallinem Silizium). Quelle: [Bauer et al. \(2017\)](#), [Bauer et al. \(2019\)](#).

Dieser kleine CO₂-Fussabdruck ist der Grund, dass die Kernenergie auch in den Modellen des Weltklimarates, in denen die Erderwärmung auf 1,5 Grad Celsius beschränkt wird, stark zulegt. Im Vergleich zu heute liefert sie in diesen Modellen mehr als zweieinhalbmal so viel Strom.

Die Kernenergie macht einen Unterschied. Das zeigt auch ein Vergleich zwischen Deutschland und Grossbritannien. Beide Länder erzeugen zurzeit ein Drittel ihrer Elektrizität erneuerbar. Anders als die Deutschen sind die Briten aber nicht daran, ihre Atomkraftwerke auszuschalten. Diese liefern dort knapp ein Fünftel des Stroms. Die CO₂-Intensität davon beträgt 217-Gramm pro Kilowattstunde. In Deutschland, wo die Kernenergie nur ein Achtel beisteuert, ist der Strom mit 474 Gramm gut doppelt klimaschädlich.

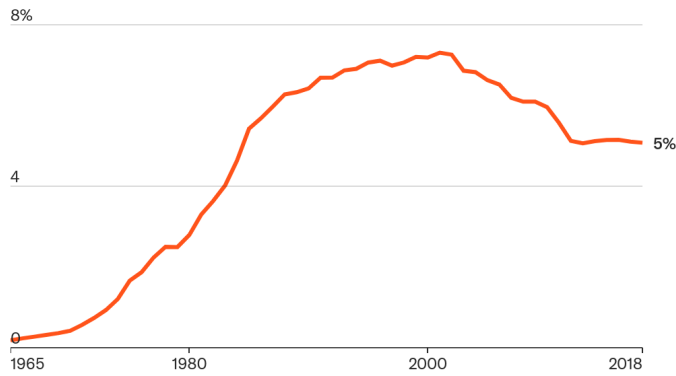
Kernkraftwerke generieren nicht nur emissionsarm, sondern auch en masse. Der französische Reaktor Chooz B2 produzierte etwa letztes Jahr rund 12 Terawattstunden Strom. Das entspricht etwa einem Fünftel des gesamten Schweizer Stromverbrauchs. Zum Vergleich: Die über 6000 Windturbinen in Dänemark kamen auf knapp 14 Terawattstunden. Der französische Reaktor generierte also über 5000-mal mehr Strom als eine dänische Windturbine.

Wenig überraschend ist daher, dass das Verhältnis von erhaltener Energie pro investierter Energie bei keiner anderen Quelle so gut ist. Auch benötigt Kernkraft pro gelieferter Strommenge weniger Landfläche als andere Energieträger, insbesondere im Vergleich zu erneuerbaren Energien.

Dennoch nimmt sie im globalen Energiesystem nur eine Nebenrolle ein. Seit ihren Anfängen erreichte ihr Anteil an der globalen Primärenergie kaum mehr als 6 Prozent. Dieser Spitzenwert wurde um die Jahrtausendwende erreicht. Seither nimmt ihr Anteil ab, vor zwei Jahren lag er unter 5 Prozent.

Die Spitze überschritten

Anteil der Kernenergie am globalen Energiemix



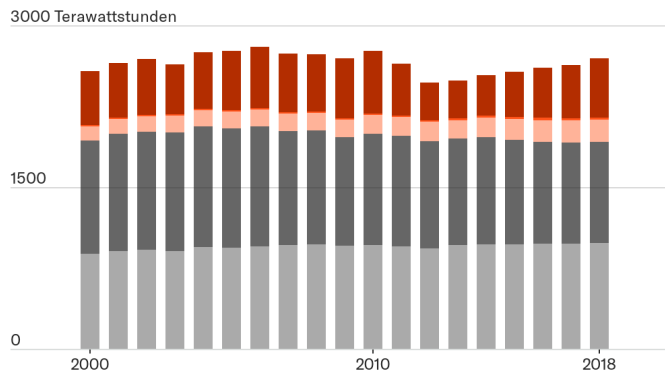
Quellen: BP Statistical Review 2019 und Vaclav Smil.

In den USA und Europa, wo die Hälfte der weltweit knapp 450 Kraftwerke am Netz sind, stagniert die Zahl der Reaktoren. In Teilen Asiens dagegen legt der Atomstrom zu. Allen voran in China und Indien werden Kraftwerke gebaut. Den markanten Einbruch nach dem Unfall im japanischen Kraftwerk von Fukushima im Jahr 2011 machen diese Länder bisher allerdings nicht wett.

Expansion in Asien

Stromproduktion mit Atomkraftwerken

● Nord- und Südamerika ● Europa ● Ehemalige Sowjetunion
● Afrika und mittlerer Osten ● Südostasien und Ozeanien



Quelle: BP Statistical Review 2019.

Eine Führungsrolle wird Atomkraft auch im zukünftigen Energiesystem nicht einnehmen. Zumindest prognostizieren dies die Organisationen, die wir in Teil 1 der Serie vorgestellt haben: die IEA, BP und der World Energy Council. Gemäss ihnen soll der Anteil der Kernenergie am Mix nicht weiter steigen.

Was sind die Ursachen?

2. Die Kosten

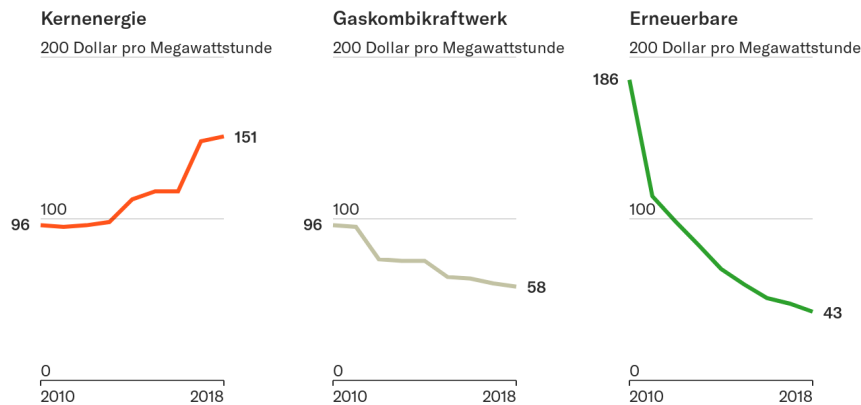
Ein Grund ist, dass der Strombedarf in den letzten Jahren kaum gewachsen ist – speziell in den Industrieländern, wo die Mehrheit der Reaktoren steht. In manchen von ihnen hat die Atomkraft ein schlechtes Image. Deutsch-

land und die Schweiz haben den Ausstieg aus dieser Technologie beschlossen.

Ein weiterer Grund sind die Kosten. Während andere Stromquellen zuletzt günstiger wurden – speziell die erneuerbaren Energien und Erdgas –, hat sich die Atomenergie verteuert, wie die Zahlen des Finanzinstituts Lazard zeigen. Tatsächlich ist die Kernenergie eine der teuersten Arten, Strom zu erzeugen.

Neue Kernkraftwerke sind teuer

Entwicklung der Stromproduktionskosten



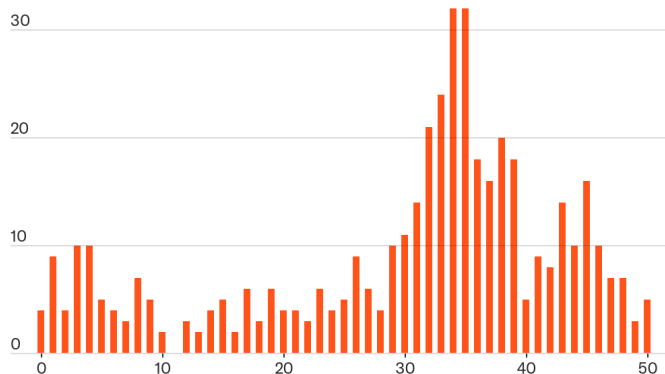
Produktionskosten in den USA. Vollkostenrechnung beim Bau neuer Kraftwerke und Anlagen. Erneuerbare = Durchschnitt aus Solar- und Windkraft. Quelle: [Lazard](#).

Wichtigster Preistreiber sind die hohen Baukosten. Das englische Kraftwerk Hinkley Point wird voraussichtlich über 20 Milliarden Pfund kosten – mehr als doppelt so viel wie die Olympischen Spiele 2012 in London. Bauprojekte in Finnland und Frankreich kosten jeweils um 10 Milliarden Euro.

Womöglich ist die Preishürde unüberwindbar. Immer weniger Reaktoren werden gebaut. Das verdeutlicht die folgende Grafik. Sie zeigt, dass die Mehrheit der weltweit 449 Reaktoren bereits 30 bis 40 Jahre alt ist. Speziell in den Industrieländern erreicht die Flotte damit langsam, aber sicher ihre typische Lebenserwartung. Der Ersatz dieser Reaktoren ist angesichts der Preise und der politischen Umstände nicht besonders wahrscheinlich.

Alternde Flotte

Anzahl Nuklearreaktoren nach Alter



Das Alter der Reaktoren bezieht sich auf den Stand von 2019. Quelle: [PRIS](#).

Kernkraftwerke sind nicht nur teuer. Es dauert auch lange, bis sie erstellt sind. Zwar halten sich die Bauzeiten meist unter 10 Jahren. Doch die Tendenz ist steigend, zumindest in den USA und Europa, und immer wieder kommt es zu Verzögerungen. Hinkley Point wird mindestens sieben Jahre verspätet Strom einspeisen. Der Bau von Wind- und Solaranlagen geht deutlich schneller.

Entsprechend ändert sich der Fokus. In Finnland wurden während der 15-jährigen Bauzeit von Olkiluoto III knapp zwei Gigawatt an Windkraft installiert – mehr, als der Reaktor dereinst leisten soll. Global wurde die Leistung der Atomkraft von Wind bereits 2014 und von der Fotovoltaik 2017 überholt.

Sind die Tage der Kernenergie also gezählt?

3. Die Rolle im Energiesystem

Das wäre wohl etwas vorschnell geurteilt. Trotz der hohen Kosten könnten Kernkraftwerke interessant sein. Nicht nur aufgrund ihrer emissionsarmen Stromproduktion an sich. Sondern auch wegen ihrer Rolle im Gesamtsystem.

Je mehr dieses System auf Wind- und Sonnenenergie beruht, desto mehr Energiespeicher und hoch entwickelte Stromnetze sind notwendig, um Produktionsschwankungen auszugleichen. Das macht das Energiesystem als Ganzes teurer. Laut einer umfassenden Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) könnte die Atomenergie dem entgegenwirken und die Systemkosten insgesamt senken – obwohl sie selbst nicht kostengünstig ist.

Zur schlechten Wettbewerbsfähigkeit der Atomkraft trägt auch die fehlende Kostenwahrheit der fossilen Energien massgeblich bei. Die CO₂-Preise sind zu tief, als dass die Kernenergie am Markt bestehen könnte. Gemäss einer Studie der OECD würde bereits ein Preis von 30 bis 50 Euro reichen, um dies zu ändern – also das Minimum, was eine Tonne CO₂ ohnehin kosten sollte.

Kernkraftwerke könnten die schwankende Solar- und Windstromproduktion auch direkt ausgleichen, indem sie ihre Leistung anpassen. Heute werden sie meist hoch ausgelastet. Das liegt daran, dass sich ein solcher Betrieb finanziell lohnt. Doch ein flexibler Betrieb ist durchaus möglich. Die Steuerung erfolgt mit Stäben, die in den Reaktor geführt werden. Gemeinsam mit dem Kühlwasser tragen sie zur Kontrolle der Kettenreaktion bei.

In Frankreich folgen zwei von drei Kraftwerken bereits heute der benötigten Last. Und im Kernkraftwerk Gösgen wurde 2017 ein System installiert, das die Stromproduktion automatisch an den Bedarf anpasst. Gerade bei hohen Auslastungen kann die Leistung von Atomkraftwerken ziemlich rasch angepasst werden: pro Minute um bis zu 10 Prozent der Nennleistung.

Damit sind sie weniger flexibel als Gasturbinenkraftwerke, aber deutlich flexibler als Kohlekraftwerke. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag kommt deshalb zum Schluss: Die Integration von erneuerbaren Energien ins Stromnetz funktioniert mit Atomkraft besser als ohne. Kernkraftwerke könnten den Erneuerbaren also helfen, in ihre designierte Rolle als Hauptenergielieferanten hineinzuwachsen. Das wäre fürs Klima, aber auch aus finanzieller Sicht für die Betreiber interessant.

Atomkraftwerke könnten auch weitere Aufgaben übernehmen. Etwa die Herstellung von Wasserstoff, der in der Stahlindustrie, in Brennstoffzellen, für alternative Flugzeugtreibstoffe oder die saisonale Energiespeicherung dienen könnte. Mit Atomenergie wäre dies effizienter als mit Wind- oder Solarstrom. Und auch bei heftigen Winterstürmen könnte Atomstrom die Reserven verlässlich ergänzen.

Wichtig ist beim Kostenargument auch: Teuer sind primär die Neubauten. In den USA kostet Strom aus existierenden Kraftwerken gemäss Lazard im Schnitt weniger als der billigste Windstrom – inklusive Rückbau.

Auch in der Schweiz gehört der Strom aus bestehenden Kernkraftwerken zu den günstigsten Optionen. Ähnliches gilt für die EU und Japan. Ökonomisch betrachtet lohnt es sich darum, die Anlagen möglichst lange laufen zu lassen, speziell wenn die Kosten für das Stromnetz als Ganzes betrachtet werden. Dies gilt selbst dann, wenn Sicherheitsnachrüstungen durchgeführt werden.

Ist das Drängen auf einen raschen Atomausstieg also fehl am Platz?

4. Sicherheit

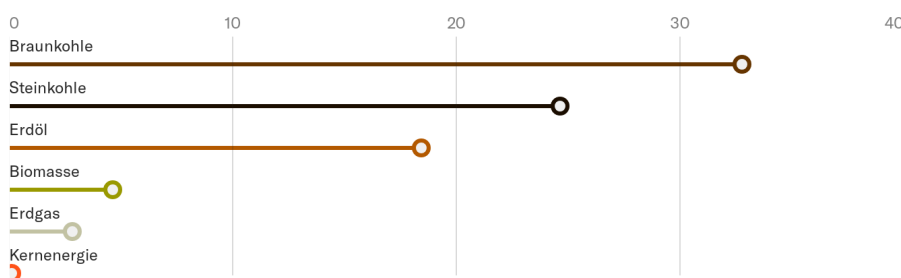
Spätestens seit Tschernobyl ist klar, dass Reaktorunfälle katastrophal enden können und die Folgen nicht rasch abklingen: Der Unfall in der Ukraine datiert von 1986 – noch 2017 wurden nahe der schwedischen Ortschaft Tärnsjö in Wildschweinen zehnfache Strahlenüberbelastungen gemessen.

Auf Unfälle folgen jeweils Verschärfungen der Sicherheitsstandards. Ob sie genügen, ist schwierig abzuschätzen. Kaum jemand hatte im Auge, dass 2011 ein Erdbeben mit anschliessendem Tsunami in Fukushima zu einem Ausfall der Kühlsysteme und zu einer Kernschmelze führen könnte. Die «unbekannten Unbekannten» sind schwierig zu erfassen. Versicherungen sind nicht bereit, Policen für Kernkraftwerke anzubieten (das gilt übrigens zunehmend auch für Kohlekraftwerke). Das Risiko bleibt so letztlich bei der Allgemeinheit.

Doch die Wahrnehmung ist einseitig. Gemessen an der Zahl der Todesfälle pro Strommenge steht die Kernkraft ziemlich gut da, vor allem im Vergleich zu fossilen Energien. Denn die Spaltung von Uran produziert etwa keine schädlichen Abgase wie Schwefel- oder Stickoxide. Diese sorgen weltweit jährlich für mehrere Millionen frühzeitige Todesfälle. Die Verbrennung von Erdöl und Erdgas stösst ebenfalls gefährliche flüchtige Stoffe aus. Bei der Gasförderung kommt es immer wieder zu Pipeline-Explosionen. Transport und Förderung von Erdöl verursachen regelmässig Umweltkatastrophen.

Kohle und Öl sind am gefährlichsten

Todesfälle pro Terawattstunde erzeugten Strom



Todesfälle bei der Produktion und als Folge der Umweltverschmutzung. Quelle: Ourworldindata.org.

Selbst die Wasserkraft ist gefährlich, wenn sie unsachgemäss betrieben wird: Bei Dammbrüchen 1975 in China kamen 230'000 Menschen ums Leben. Tschernobyl forderte gemäss Weltgesundheitsorganisation 4000-Todesopfer.

Problematisch sind aber nicht nur die Unfälle. Bei der Kernspaltung entstehen radioaktive Abfälle. Wie sind diese einzuordnen?

5. Abfälle

Die Menge ist verhältnismässig klein: Der weltweit in den letzten 70 Jahren angefallene hoch radioaktive Abfall wiegt rund 250'000 Tonnen und passt in ein drei Meter hohes Quader von der Fläche eines Fussballfeldes. Durch den Rückbau kommt zwar noch ein Vielfaches an Material hinzu – doch davon strahlen 90 Prozent nur schwach. Auch in Spitälern und in der Industrie wird solches Material produziert. Seine Entsorgung ist nicht besonders aufwendig.

Ganz andere Ausmasse nimmt der Abfall von Kohlekraftwerken an. Diese produzieren allein in den USA und Indien etwa das Tausendfache der Atomabfälle. Und zwar jährlich. Der Kohleabfall hat sogar radioaktive Bestandteile wie etwa die Flugasche. Wegen schwächerer Vorschriften ist die Strahlenbelastung durch Kohlekraft 100-mal grösser als durch Kernkraft.

Auch Fotovoltaikanlagen verursachen giftigen Abfall. Viele davon enthalten Schwermetalle wie Blei oder Cadmium, die bei Beschädigung, etwa durch heftige Stürme, in die Umwelt gelangen können. Über die gesamte Lebensdauer und pro erzeugter Strommenge schätzt das PSI die toxischen Emissionen der Fotovoltaik höher ein als jene der Kernenergie.

Diese Umstände fallen je länger, je mehr ins Gewicht. Die IEA schätzt die aus der Fotovoltaik entstehende Abfallmenge bis 2050 auf fast 80 Millionen Tonnen. Soll die globale Energieversorgung dereinst – wie in Teil 3 dieser Serie gezeigt – zu zwei Dritteln von Solarpanels kommen, könnte sich diese Menge verfünffachen. Zwar kann der Grossteil davon recycelt werden, doch bisher sind einzig in Europa Regulierungen dazu in Kraft. Vielerorts fehlen Infrastruktur und Anreize fürs Recycling. Der Abfall landet vor allem auf Deponien, wo Böden und Grundwasser kontaminiert werden.

Natürlich ist die Entsorgung auch bei der Kernenergie ein Problem. Weltweit ist noch kein Endlager, in dem hoch radioaktive Abfälle tief im Erdgestein deponiert werden, in Betrieb. Während sich dies in Finnland 2023 ändern soll, ist etwa in der Schweiz noch nicht einmal ein Standort bestimmt.

Auch aus diesem Grund kommt eine alte Idee wieder ins Gespräch.

6. Die Zukunft

Zurzeit werden weltweit 85 Prozent des Atomstroms mit Reaktoren erzeugt, die in den 1950er-Jahren für den Antrieb von U-Booten der US Navy entworfen wurden. Diese sogenannten Leichtwasserreaktoren nutzen herkömmliches Wasser zur Kühlung, daher der Name.

Eine zentrale Eigenschaft dieser Reaktoren: Sie spalten nur etwa 4 Prozent des Urans, das in den Brennstäben enthalten ist. Das liegt daran, dass sie nur die äusserst seltene Isotopen-Variante Uran-235 spalten. In der Natur macht sie weniger als 1 Prozent des Urans aus, in den angereicherten Brennstäben etwa 5 Prozent (die sich darin von Waffen unterscheiden, in denen

über 90 Prozent nötig sind); der Rest ist ungenutztes Uran-238. Die aktuelle Kernkraft ist also wie ein Feuer, in dem nur jedes zwanzigste Holzstück brennt.

Zwar ist noch viel Holz im Wald: Die Atombehörde der OECD geht bei einer konstanten Verbrauchsrate davon aus, dass die bekannten Uranreserven noch über 130 Jahre lang reichen. Trotzdem wäre es unsinnig, das bereits abgebaute, aber noch nicht «verbrannte» Uran einfach wegzuerwerfen.

Genutzt werden könnte es zum Beispiel in schnellen Neutronenreaktoren: einem anderen Typ von Kernkraftwerk, der den Energiegewinn aus den Brennstäben um das Sechzigfache erhöht – und den Abfallberg pro Energiemenge entsprechend reduziert. Ein zusätzlicher Vorteil: In diesen Reaktoren würden auch die besonders langlebigen Bestandteile der Abfälle von Leichtwasserreaktoren verfeuert. Das Restmaterial wäre dadurch nur für wenige hundert Jahre radioaktiv statt für hunderttausende. Im Endlager könnten die verbleibenden Abfallbehälter damit dichter gepackt werden.

Schnelle Neutronenreaktoren nutzen statt Wasser flüssige Salze oder Metalle zur Kühlung. Sie können deshalb bei höheren Temperaturen laufen. Das macht sie deutlich effizienter in ihrer Stromerzeugung. Auch wird kein zusätzlicher Druck benötigt, um das Wasser bei über 300 Grad Celsius flüssig zu halten. Das Reaktorgehäuse kann weniger massiv gebaut werden, und bei einem Leck schießt kein Material aus dem Reaktor. Außerdem muss das Kraftwerk nicht nahe an einem Gewässer gebaut werden. Die anderen Kühlmittel ermöglichen zudem inhärent sichere Reaktorkonstruktionen: Wenn die Stromzufuhr einbricht, kühlt der Reaktor von allein ab.

Das Prinzip ist nicht neu. Über 400 Jahre Laufzeit wurden in 20 Reaktoren bereits gesammelt. Darunter allein 30 Jahre am EBR-II Reaktor in den USA. Zwar sind moderne Versionen noch Gegenstand der Forschung. Doch in Russland, Indien und China sind experimentelle Anlagen dieser und ähnlicher Art schon in Betrieb. Auch in Europa und den USA sollen bald welche dazukommen, und bis Ende der 2020er-Jahre sollen erste kommerzielle Exemplare in Russland und China ans Netz gehen. Das MIT schätzt, dass erste Schnellreaktoren bis 2030 zur Kommerzialisierung bereit sind.

Auch hier werden die hohen Baukosten ein Hindernis sein. Senkungen müssten etwa mit standardisierten, kleineren und in Serie produzierbaren Reaktoren erreicht werden, wie das MIT betont. Ansonsten wird es bei den sinkenden Preisen von Wind- und Sonnenenergie schwierig, mitzuhalten.

Eine alternative Weiterentwicklung wäre es, Strom aus Thorium zu erzeugen. Dieses leicht radioaktive Schwermetall ist auf der Erde etwa dreimal häufiger als Uran. Ähnlich wie bei der Uranspaltung in schnellen Neutronenreaktoren entstehen dabei keine Abfälle, die jahrtausendlang gefährlich sind. Thorium lässt sich zudem gut mit Flüssigsalzreaktoren nutzen, bei denen der Brennstoff gelöst vorliegt statt in Brennstäben. Das ermöglicht ebenfalls inhärent sichere Reaktoren. In den 1960er- und 1970er-Jahren waren einige Thoriumanlagen in Betrieb, zuletzt wurden in Europa wieder Experimente durchgeführt. Insgesamt ist die Erfahrung mit Thorium aber weit kleiner.

Ein Joker auf lange Sicht ist die Kernfusion. Statt schwere Atomkerne zu spalten, könnten leichte Kerne zusammengeführt werden. Dabei müssen aber Temperaturen im Bereich von 150 Millionen Grad Celsius herrschen, was etwa in einem mit Magnetfeldern stabilisierten Plasma möglich ist. Der Kernfusion wird seit Jahrzehnten der baldige Durchbruch vorhergesagt.

Viel Geld wurde investiert, etwa ins ITER-Projekt in Frankreich. Ob sie dereinst in grossem Stil Energie liefern kann, steht jedoch in den Sternen. 2025 sollen in Frankreich Experimente beginnen, mit ungewissem Ausgang.

Die Kernenergie der Zukunft: Sie ist noch im Versuchsstadium.

Doch der Klimawandel ist bereits jetzt in vollem Gange.

7. Schluss

Um vom Pfad abzukommen, der uns bis Ende des 21. Jahrhunderts in eine um 3 Grad Celsius heissere Welt führt, muss die globale Energieversorgung daher nicht nur umfassend umgebaut werden – sondern vor allem sehr rasch.

Die Hauptrolle bei der Klimawende fällt deshalb nicht der Kernenergie zu.

Sondern den erneuerbaren Energien. In Teil 3 dieser Serie haben wir gezeigt, dass Kernkraft nicht zwingend nötig ist, um die Welt CO₂-neutral mit Energie zu versorgen. Für die Wind- und Solarenergie gilt dieses Fazit jedoch sehr wohl: Sie braucht es für «netto null Kohlendioxid bis 2050» auf jeden Fall.

Doch auch die Erneuerbaren bringen Schwierigkeiten – beim Netzausbau, bei den Systemkosten, der Entsorgung. Bei allem berechtigten Optimismus dürfen diese Herausforderungen nicht ausser Acht gelassen werden.

Die Atomkraft bleibt deshalb relevant. Und zwar sowohl in ihrer alten als auch in ihrer neuen Form: Rüstet man erstens die bisherigen Kraftwerke nach und lässt sie länger laufen, so hilft dies, in den nächsten Jahrzehnten wertvolle CO₂-Emissionen einzusparen. Baut man zweitens neue Typen von Reaktoren, könnten diese die Abfälle aus vergangenen Jahren dezimieren und den Erneuerbaren dazu verhelfen, ihr Potenzial besser auszuschöpfen.

In Regionen, in denen zu wenige oder schlecht ausgeglichene Mischungen erneuerbarer Energiequellen angezapft werden können – etwa im Nordosten Russlands, wo Wind- und Solarenergie knapp sind, oder in südlichen Teilen Asiens, wo der Bedarf das erneuerbare Potenzial schlicht übersteigt –, kann die Atomkraft auch künftig massgeblich zur Energieversorgung beitragen.

Die oberste Priorität hat also nicht der globale Atomausstieg – sondern die Aufgabe der fossilen Energieproduktion, allen voran jener mit Kohle. Neben dem Klima käme dies auch der Gesundheit von Mensch und Umwelt zugute.

Ob die zweieinhalbfache Menge an Atomenergie, die der Klimarat in seinem CO₂-neutralen Szenario skizziert, realistisch ist, hängt vor allem von den Innovationen im nächsten Jahrzehnt ab. Auf die Forschung wartet also noch viel Arbeit – wenn die enormen Kräfte, die der Welt 1945 vor Augen geführt wurden, langfristig auf eine friedvolle Art noch von Nutzen sein sollen.