

Atomkraft

Sie ist wieder da

Vor zehn Jahren explodierte das Kernkraftwerk Fukushima. Heute soll die Atomenergie die Welt vor dem Klimakollaps retten. Über das Comeback einer riskanten Idee

Von **Caterina Lobenstein** und **Xifan Yang**

3. März 2021 / DIE ZEIT Nr. 10/2021, 4. März 2021 / [7 Kommentare](#) /

EXKLUSIV FÜR ABONNENTEN



Der "Schnelle Brüter" von Kalkar wurde in den 1970ern und 1980ern heftig bekämpft. Er ging nie ans Netz, nun ist er ein Freizeitpark. Sein Funktionsprinzip galt damals als hochgefährlich – inzwischen sind Firmen in den USA dabei, es weiterzuentwickeln. © Victoria Bonn-Meuser/dpa

Vor der Ostküste Japans, am Grunde des Pazifiks, lebt die Japanische Flunder. Ein Plattfisch mit filigranen Flossen, auf der Oberseite hellbraun gepunktet, auf der Unterseite glatt und weiß. Biologen bewundern sie, weil sie ihre Farbe und Maserung dem Meeresboden anpassen kann. Köche lieben sie, wegen ihres festen Fleisches. Takeshi Takano lebt von ihr.

Es ist halb sechs morgens an diesem Tag im Februar 2021, Takano steht am Steuer seines Fischerboots, ein kleiner Kutter mit weißem Rumpf, und bringt seinen Fang nach Hause. Er trägt Handschuhe und Regenjacke, über das graue Haar hat er eine Kappe gezogen. Ein eisiger Wind weht durch den Hafen des Fischerorts Namie, 250 Kilometer nördlich von Tokio. Am Horizont kündigt sich der Sonnenaufgang an, im Landesinneren verbirgt noch Dunkelheit die

Bergketten der Präfektur Fukushima.

Mit der Routine eines Mannes, der sein Leben lang dieselbe Arbeit verrichtet hat, schafft Takano die Flundern an Land. Er ist 70 Jahre alt, seit 55 Jahren fährt er aufs Meer. Sein Vater war Fischer, sein Großvater war Fischer, auch sein Sohn ist Fischer geworden, er hilft Takano beim Entladen. Mit einem rostigen Kran bugsieren die beiden Männer die Plastiktonnen mit den Flundern über die Kaimauer.

Hier, vor der Ostküste Japans, mischt sich kaltes Wasser aus dem nördlichen Teil des Pazifiks mit warmen Strömungen aus dem Süden. Beste Lebensbedingungen für kostbare Speisefische, sagt Takeshi Takano. Schlechte Zeiten für Fischer wie ihn. Egal wie lange er arbeitet, egal wie sorgfältig er seine Netze auswirft: Seit seine Heimat Fukushima zum Synonym für den Super-GAU wurde, ist sein einst so begehrter Fisch zu einer zweifelhaften Ware geworden.

Zehn Jahre ist es jetzt her, dass ein Erdbeben den Nordosten Japans erschütterte und das Meer zu einer Welle anschwellen ließ, bis zu 30 Meter hoch. Der Tsunami überspülte Hafenanlagen, riss Boote und Pontons los, verschlang Takeshi Takanos Haus und verwandelte große Teile der Nordostküste Japans in eine riesige schlammige Salzwasserlache. Abgerissene Hausdächer und zerbeulte Autos trieben darin, Bäume, Tiere, Menschen.



Dieser Artikel stammt aus der ZEIT Nr. 10/2021. Hier können Sie die gesamte Ausgabe lesen.

[<https://premium.zeit.de/abo/diezeit/2021/10>]

Das Atomkraftwerk Fukushima Daiichi

[<https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2017-03/nuklearkatastrophe-fukushima-jahrestag-atomkraftwerk-infografik>] liegt direkt an der Küste, zehn Meter über dem Meeresspiegel. Der Tsunami überspülte die Notstromaggregate. Das Kühlsystem kollabierte, Brennstäbe schmolzen, Teile des Kraftwerks explodierten.

Die Bilder gingen um die Welt: die schlanken Türme des havarierten Kraftwerks, darüber eine riesige Rauchwolke, dahinter der Pazifik.

Aus dem Kraftwerk entweichen radioaktive Stoffe wie Strontium-90, das sich im Knochengewebe absetzt und Leukämie hervorrufen kann. Der Ort Namie, zehn Kilometer vom Kraftwerk entfernt, musste evakuiert werden. Insgesamt verloren mehr als 120.000 Menschen wegen des Reaktorunfalls ihr Zuhause.

Seither haben Zehntausende Arbeiter versucht, die Präfektur Fukushima zu dekontaminieren [<https://www.zeit.de/wissen/2017-03/fukushima-akw-strahlen-radioaktivitaet-jahrestag-georg-steinhauser>]. Sie haben tonnenweise verseuchte Erde abgetragen und besonders verstrahlte Areale mit Beton versiegelt. Das erste Dorf wurde 2015 für unbedenklich erklärt und für die

Bewohner freigegeben. Takeshi Takano kam vor drei Jahren nach Namie zurück.

Auf dem Kraftwerksgelände sind zehn Jahre nach der Katastrophe noch immer rund 4000 Menschen mit Aufräumarbeiten beschäftigt, eine Armee von Vertragsarbeitern in Strahlenschutzanzügen. Noch immer versuchen sie, das giftige Herz des Kraftwerks zu bergen, ein klumpiges, hochradioaktives Gemisch aus Kernbrennstoff, Stahl und Beton – die Überreste der geschmolzenen Brennstäbe. Wer dem Gemisch zu nahe kommt, erliegt den Folgen der Strahlenkrankheit [<https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2016-03/radioaktivitaet-wirkung-grundlagen>]: Verbrennungen, innere Blutungen, Multiorganversagen.

Bis heute ist nicht klar, wie der geschmolzene Brennstoff entsorgt werden soll.

Für ein anderes Problem gibt es neuerdings einen Plan: Auf dem Kraftwerksgelände stehen mehr als tausend Fässer, jedes so hoch wie ein zweistöckiges Haus. Darin wird Kühl- und Regenwasser aufbewahrt, das sich in der Ruine und auf dem Gelände mit radioaktiven Partikeln zu einer giftigen Brühe vermischt hat und von den Arbeitern gereinigt worden ist. Mehr als eine Milliarde Liter haben sich seit 2011 angesammelt. Jeden Tag kommen laut einer Studie von Greenpeace im Schnitt 180.000 Liter hinzu. Der Kraftwerksbetreiber Tepco warnt, demnächst werde der Platz für die Fässer knapp.

Deshalb wollen Tepco und die japanische Regierung das gereinigte Wasser in den Pazifik schütten. Manche Wissenschaftler halten das für unbedenklich. Andere warnen, auch das dekontaminierte Wasser enthalte radioaktive Rückstände, die das Erbgut von Fischen und anderen Lebewesen schädigen können.

Takeshi Takano hat die Info-Abende besucht, auf denen Regierungsvertreter den Bewohnerinnen und Bewohnern von Fukushima versicherten, das Wasser sei ungefährlich. Er hat an den Anhörungen der Fischereiverbände teilgenommen, die vor dem Wasser warnen. Er sagt: "Ich bin dagegen."

Mehr als 40 Städte und Gemeinden aus Fukushima haben gegen die Pläne der Regierung protestiert. Auch Südkorea und China haben sich eingeschaltet. Sie fürchten, radioaktive Partikel könnten in ihre Hoheitsgewässer strömen. Im vergangenen Sommer riefen Sonderberichterstatter der Vereinten Nationen die japanische Regierung auf, ihre Entscheidung zu überdenken. Nächstes Jahr will Tepco mit dem Einleiten des Wassers beginnen.

Als damals das Kraftwerk explodierte, gelangte verstrahltes Kühlwasser in den Pazifik. Erst nach gut einem Jahr durfte vor der Küste Fukushimas wieder gefischt werden, in ausgewiesenen Zonen. Noch heute müssen die Fischer ihre

Flundern billiger losschlagen als vor dem Reaktorunglück, weil die Kunden noch immer zögerlich sind, obwohl die Strahlenwerte längst als unbedenklich gelten. Sollten die Fässer tatsächlich in den Ozean entleert werden, könnte das Takeshi Takanos Lebensgrundlage für immer zerstören.

Er spritzt das Deck mit einem Wasserschlauch ab und lässt seine Flundern zum gegenüberliegenden Markt bringen. In wenigen Stunden beginnt der Verkauf.

China will mit Kernkraft eine neutrale Klimabilanz erreichen



Ein Fernsehbild aus Fukushima am 12. März 2011 © ABC 24/dpa

Seit Beginn des Atomzeitalters gab es nur einen Nuklearunfall, der noch gravierender war: Tschernobyl [<https://www.zeit.de/zeit-geschichte/2016/01/tschernobyl-atomkraftwerk-katastrophe-atomkraft-reaktor-strahlung>]. Doch im Gegensatz zu 1986, als sich das Desaster auf die fehlerhafte Konstruktion der sowjetischen Reaktoren schieben ließ, auf die vermeintliche Unterlegenheit sozialistischer Technologie, flog in Fukushima ein Reaktortyp in die Luft, der in ähnlicher Bauweise auch in den USA steht, in Schweden, in Deutschland. Diesmal traf es keinen Arbeiter-und-Bauern-Staat, sondern eine demokratische Hightech-Nation. Und so folgte auf das seismische Beben vor der japanischen Küste ein globales politisches Nachbeben, das bis heute zu spüren ist. Erst erschütterte es die Überzeugungen mächtiger Politiker. Dann die Grundfesten der globalen Atomwirtschaft.

Drei Monate nach der Katastrophe trat Angela Merkel vor den Bundestag und erklärte: "Fukushima hat meine Haltung zur Kernenergie verändert." Deutschland werde nun so zügig wie möglich auf Atomreaktoren verzichten. Merkel, langjährige Befürworterin der Kernkraft, stieg aus.

Auch andere Länder beschlossen den schrittweisen Ausstieg, Spanien zum Beispiel und die Schweiz. In Japan trat nach dem Reaktorunfall der damalige Premierminister Naoto Kan zurück. Er war ein Verfechter der Kernenergie. Heute ist er ein prominenter Atomkraftgegner.

Mächtige Atomkonzerne gingen in den Jahren danach pleite: das US-amerikanische Unternehmen Westinghouse. Der französische Staatskonzern Areva. Deutsche Energieriesen wie Siemens und RWE zogen sich aus dem Atomgeschäft zurück.

Nach Fukushima verschärften Aufsichtsbehörden die Sicherheitsstandards für die weltweit mehr als 400 Kernreaktoren. Die Europäische Union ordnete "Stresstests" an. Kühlsysteme wurden durchleuchtet, Ventile überprüft, Hochwasserschutzwälle inspiziert. Einige besonders störanfällige Kraftwerke wurden vom Netz genommen.

In Deutschland sollen bis Ende kommenden Jahres die letzten Atomkraftwerke abgeschaltet werden: Gundremmingen, Brokdorf, Emsland, Neckarwestheim, Grohnde, Isar. Namen, die in den Ohren von Technik-Enthusiasten und Kraftwerksbetreibern einst nach Fortschritt und Rendite klangen. Und in den Ohren von Atomkraftgegnern nach Leukämie und Super-GAU.

Jahrzehntelang haben Aktivistinnen und Aktivisten gegen die Atomenergie protestiert, haben Zwischenlager blockiert, sich an Bahngleise gekettet und Wasserwerfern entgegengestellt. Einige haben dem Kampf gegen die Atomkraft ihr Leben gewidmet. Nun wirkt es, als hätten sie ihren Kampf gewonnen. Die Atomindustrie, jene einst so mächtige und verheißungsvolle Branche, scheint am Boden zu liegen. Ein Fortschrittsversprechen von gestern. Eine Bedrohung im Präteritum. Doch das täuscht.

Im Südosten Chinas, auf einer schmalen Landzunge in der Küstenprovinz Fujian, umringt von Baggern und Kränen, steht ein Koloss aus Beton. Fast 50 Meter breit, gut 70 Meter hoch. Stacheldrahtbewehrte Mauern schirmen ihn ab. Uniformierte wachen am Stahltor. Rote Banner wehen im Wind. "Starke Kernenergie, starkes Land, zum Wohle der Menschheit", steht darauf.

Der Koloss ist eines der modernsten Kernkraftwerke der Welt: Hualong One, was so viel heißt wie "Drache Nummer eins", der erste Reaktor, der komplett in China entwickelt wurde. Er sei, so versprechen es die chinesischen Ingenieure, nicht nur äußerst leistungsfähig, sondern auch gegen Erdbeben und Flutwellen geschützt. Sogar einem Flugzeugabsturz soll seine Kuppel standhalten.

Ende Januar wurde der "Drache Nummer eins" in Betrieb genommen, er ist der fünfte Reaktorblock des Atomkraftwerks Fuqing. In den vier älteren Blöcken stehen noch importierte Reaktoren aus Frankreich. Nun aber breche die Volksrepublik das Monopol ausländischer Kernkraft, verkündet der staatliche Kraftwerksbetreiber CNNC: "China tritt offiziell in die erste Reihe der fortschrittlichsten Länder ein." Acht weitere Reaktoren desselben Typs befinden sich im Bau oder in Planung.

Sechzig Jahre lang soll Hualong One Strom produzieren, 1170 Megawatt pro

Jahr. Genug, um riesige Fabriken und Hunderttausende Menschen zu versorgen.

Die Provinz Fujian gehört zu den wichtigsten Industrieregionen Chinas. Im vergangenen Jahr wuchs die Wirtschaft hier trotz Corona um drei Prozent. Tausende Fabriken produzieren für den Export, für Adidas und Nike, für den Computerhersteller Dell und den Elektrokonzern LG. Sie alle brauchen Strom.

Derzeit erzeugt China rund 65 Prozent seines Stroms in Kohlekraftwerken. Die dicken Schwaden, die überall im Land aus den Schloten quellen, beschleunigen den Treibhauseffekt. Und jedes Jahr sterben rund eine Million Chinesen an Krankheiten, die der verpesteten Luft geschuldet sind. Die Regierung in Peking will deshalb bis spätestens 2060 eine neutrale Klimabilanz.

Überall im Land entstehen Windräder, Solaranlagen und Wasserkraftwerke. Nördlich der Halbinsel, auf der Hualong One errichtet wurde, ist schon die gesamte Küstenlinie mit Windrädern verbaut. Doch der Strom aus erneuerbaren Energien fließt noch immer zu spärlich – und zu unzuverlässig: Was, wenn der Wind nicht weht? Oder die Sonne nicht scheint? Auf der ganzen Welt suchen Forscher nach Wegen, um große Mengen Strom zu speichern. Auch in China warten sie noch auf den Durchbruch.

Atomkraft ist weniger wetterfühliger als Wind- und Sonnenenergie. Sie verbraucht weniger Baumaterial und weniger Fläche. Zwar erzeugt auch sie Treibhausgase, zum Beispiel durch den Abbau und die Anreicherung von Uran, das für die Kernspaltung nötig ist. Im Vergleich zur Kohle jedoch hat die Kernenergie eine deutlich bessere Klimabilanz [<https://www.zeit.de/wirtschaft/2020-02/kernkraftwerke-atomkraft-klimaschutz-atomenergie-erneuerbare-energien>]. Und so will die chinesische Regierung deren Anteil an der Stromerzeugung in den kommenden zehn Jahren verdoppeln: von derzeit fünf auf zehn Prozent.

Pro-Atom-Aktivistinnen bei den Demos von Fridays for Future

"Wenn China seine Klimaziele erreichen will, muss Atomstrom eine wichtige Rolle spielen", sagt Lin Boqiang. Der Ökonomieprofessor sitzt im Café eines großen Einkaufszentrums in der Hafenstadt Xiamen, drei Autostunden südlich des "Drachen Nummer eins". Lin hat in Kalifornien studiert, heute leitet er das Institut für Energiepolitik an der Universität Xiamen und ist regelmäßig zu Gast beim Weltwirtschaftsforum in Davos. Im Jahr 2050, so Lin, könnten in China mehr als 200 Atomreaktoren stehen. Derzeit sind es 50.

Lin Boqiang trägt ein dünnes Jackett. Früher, sagt er, habe man in dieser Jahreszeit oft eine Daunenjacke gebraucht. "Der Klimawandel ist in unserer Stadt schon heute zu spüren."

Vor dem Café fahren BMWs und Landrover vor, Menschen mit dicken Einkaufsstüten eilen vorbei. Lin sagt, er hoffe auf einen Bewusstseinswandel der Chinesen, auf weniger Konsum. "Aber das wird noch lange dauern." Und so hält er Atomkraftwerke zwar nicht für besonders erfreulich, aber für unentbehrlich. "Wir müssen uns entscheiden, was bedrohlicher ist: der Klimawandel oder die Risiken der Atomkraft [<https://www.zeit.de/2020/03/mycle-schneider-energieexperte-atomenergie-klimaschutz>]." Letztere hält Lin für halbwegs beherrschbar. Die Folgen der Erderwärmung nicht.

Ein schwerer Reaktorunfall hat verheerende Folgen. Doch die Wahrscheinlichkeit, dass er eintritt, ist winzig klein – gemessen an der Wahrscheinlichkeit, dass sich die Erde weiter erwärmt.

Die Atommacht Indien nahm im Januar ebenfalls einen neuen Reaktor ans Netz, einen von mehr als einem Dutzend, die das Land bis 2031 bauen will. Es nutzt die Kernkraft aus militärischem Interesse, aber eben auch, um seine CO₂-Emissionen zu senken. Die Türkei, Ägypten und sogar Bangladesch errichten mit russischer Hilfe eigene Kernreaktoren. Auch Pakistan hat kürzlich zivile Nukleartechnik importiert: zwei chinesische Reaktoren vom Typ Hualong One.

Es ist nicht so, dass all diese Länder die Risiken ignorieren. Die chinesische Führung zum Beispiel legte nach dem Unfall von Fukushima den Bau aller Kernreaktoren im Landesinneren auf Eis. In diesem Jahr jedoch, glaubt der Energieexperte Lin Boqiang, könnte der Baustopp wieder aufgehoben werden. Die Angst vor dem Klimakollaps hat die Angst vor der Kernkraft verdrängt.

So kommt es, dass zu den Befürwortern der Atomenergie heute auch Menschen zählen, von denen man es früher am wenigsten erwartet hätte: Umweltschützer.

Die Fridays-for-Future-Gründerin Greta Thunberg verkündete 2019 in einem viel beachteten Facebook-Post, sie sei zwar keine Freundin der Kernkraft, dennoch könne diese "einen kleinen Teil zu einer großen CO₂-freien Lösung" beitragen. Sie bezog sich auf den Weltklimarat der Vereinten Nationen, die wichtigste globale Instanz zur Bekämpfung der Erderwärmung. Der Rat setzt in seinen Zukunftsszenarios nicht nur auf erneuerbare Energien, sondern auch auf Kernkraftwerke.

In Finnland treibt eine Regierung, der die Grünen angehören, den Bau eines umstrittenen Atomreaktors voran [<https://www.zeit.de/2020/03/atomkraftwerk-finnland-olkiluoto-3-reaktor-epr-sicherheit-klimaschutz>]. Bei den britischen Grünen gibt es eine Untergruppe namens "Greens for nuclear energy". Und in Deutschland laufen Pro-Atom-Aktivistinnen bei den Demos von Fridays for Future [<https://www.zeit.de/thema/fridays-for-future>] mit. Sie schwenken "Kernkraft, ja bitte"-Flaggen und tragen T-Shirts mit der roten



Ein T-Shirt der Pro-Atom-Gruppe "Generation Atomic" aus den USA © Atomic Generation PR

Atomsonne oder dem schwarz-gelben Flügelrad, dem Symbol für radioaktive Strahlung. Im vergangenen Herbst protestierten sie vor den verbliebenen deutschen Kernreaktoren. Früher zogen Demonstranten vor Atomkraftwerke, um sie zu verhindern. Heute fordern einige Atom-Enthusiasten deren Weiterbetrieb.

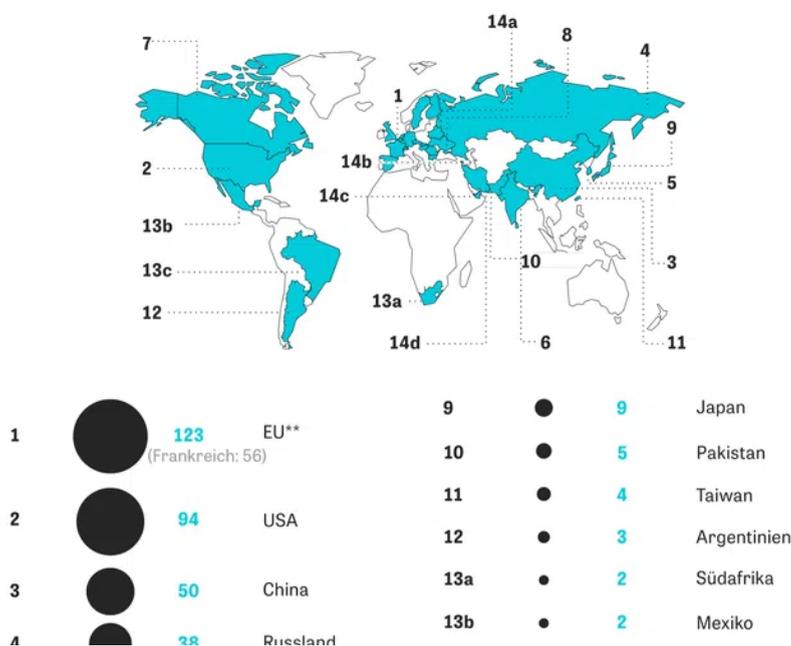
In Deutschland wird es eine Rückkehr zur Atomenergie wohl nicht geben. Selbst die deutschen Stromkonzerne haben kein Interesse mehr an einem Wiedereinstieg. "Das Kapitel ist abgeschlossen", heißt es etwa bei RWE. Anderswo aber hoffen Atomunternehmen auf ein neues Geschäft.

Am 20. Januar, wenige Tage vor Inbetriebnahme des "Drachen Nummer eins", wurde in Washington Joe Biden als neuer US-Präsident vereidigt [<https://www.zeit.de/politik/ausland/2021-01/vereidigung-joe-biden-inauguration-donald-trump-machtwechsel-usa>]. Noch am Tag seiner Amtseinführung gab er ein Versprechen, das nicht nur viele Bündnispartner erfreute, sondern auch die Atomindustrie. Die USA, verkündete Biden, würden sich fortan dem Pariser Klimaschutzabkommen verpflichtet fühlen. Bis 2035 werde das Land auf CO₂-neutralen Strom umstellen.

Später führte Biden aus, wie er dieses Ziel erreichen will: mit massiven Investitionen in erneuerbare Energien. Und mithilfe von Kernkraftwerken.

Wie es weltweit um die Kernkraft steht

Standorte der 414 derzeit aktiven Kernreaktoren*



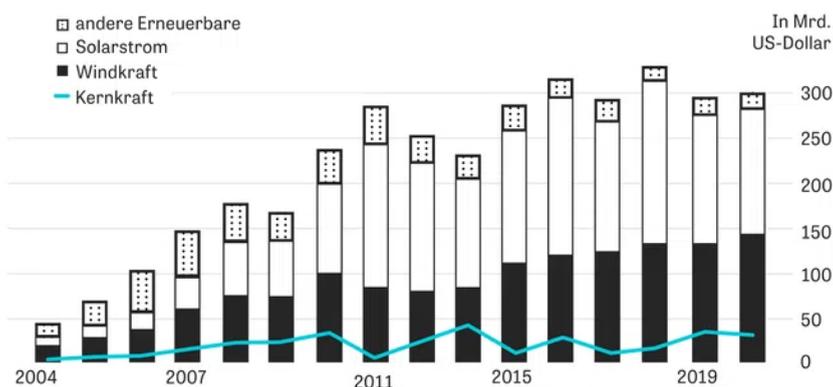


Quelle: World Nuclear Industry Status Report © ZEIT-Grafik

Einen Tag nach Bidens Vereidigung rief die US-Atomaufsichtsbehörde mehr als hundert Experten zusammen, um über die Zukunft der 94 Atomreaktoren des Landes zu beraten. Viele gelten als veraltet, dennoch erwägt die Behörde, ihre Laufzeit zu verlängern – sie könnten dann ein ganzes Jahrhundert lang in Betrieb sein. Auch Frankreich hat vergangene Woche angekündigt, seine ältesten Reaktoren unter strengen Auflagen länger am Netz zu lassen: bis zu 50 Jahre.

Joe Biden will zudem Kraftwerke fördern, die es noch gar nicht gibt. Small Modular Reactors heißen sie, keine Kolosse aus Beton, sondern mobile Mini-Anlagen, die man in Serie produzieren und leicht transportieren kann. Manche sehen aus wie übergroße Campinggasflaschen. Sie sollen auf Schiffe oder Lkw passen oder in den Keller eines Einfamilienhauses, sie sollen billig sein und auch in entlegenen Regionen Strom erzeugen.

Kernkraft und Erneuerbare: Die globalen Investitionen



Quelle: World Nuclear Industry Status Report © ZEIT-Grafik

Das bekannteste Unternehmen, das an dieser Technik forscht, heißt TerraPower, eine Firma des Microsoft-Gründers Bill Gates [<https://www.zeit.de/2021/08/bill-gates-klimakrise-stiftung-corona-impfungen-verschwörungstheorien>]. Gates hat gerade ein Buch über den Klimawandel geschrieben, in dem er seine Vision einer emissionsarmen Welt erklärt. Einer

seiner Vorschläge: mehr Atomstrom und bessere Kernkraftwerke. Die Reaktoren, die sein Unternehmen seit mehr als zehn Jahren zu entwickeln versucht, sollen Atommüll als Brennstoff nutzen und absolut sicher sein – Kernschmelze ausgeschlossen. Bislang existieren sie lediglich als Modell.

Die Atom-Start-ups betrachten sich nicht nur als Energieunternehmer, sondern als Heilsbringer, die den weltweit wachsenden Hunger nach Strom stillen können; auch in Entwicklungsländern. Die neuen Reaktoren sollen "Milliarden Menschen aus der Armut holen", so steht es in den Unternehmenszielen von Bill Gates' Firma TerraPower.

Es ist nicht das erste Mal, dass die Kernkraft die Welt retten soll.

Wird die Gefahr von Nuklearkatastrophen überschätzt?

1953, mitten im Kalten Krieg [<https://www.zeit.de/zeit-geschichte/2012/03/Wettruesten-Kalter-Krieg-USA-UdSSR>], hielt der damalige US-Präsident Dwight D. Eisenhower vor der Generalversammlung der Vereinten Nationen in New York eine berühmte Rede. Sie hieß *Atoms for Peace* und war der Versuch, in einer vom nuklearen Wettrüsten geprägten Welt für die friedliche, zivile Nutzung der Atomkraft zu werben. Das gewaltige Arsenal an Atomwaffen sei eine große Gefahr, sagte Eisenhower. Die Menschheit solle künftig versuchen, die technologische Errungenschaft der Kernspaltung in den Dienst des Friedens zu stellen. Es sei an der Zeit, aus den "dunklen Kammern des Schreckens hinaus ins Licht" zu schreiten, mahnte Eisenhower. Aus der Bedrohung sollte eine Verheißung werden.

Die Kernspaltung ist – wenn man ihre Risiken ausblendet – nichts Geringeres als ein verfahrenstechnisches Wunder. In einer lautlosen, sich selbst erhaltenden Kettenreaktion werden enorme Mengen an Hitze freigesetzt, ohne Gestank, ohne Abgase, mit bestechend wenig Brennstoff: Die einzelnen Uranpellets, die in gängigen Kernbrennstäben stecken, wiegen nicht einmal acht Gramm und enthalten etwa so viel Energie wie tausend Kilogramm Steinkohle.

Heute, knapp 70 Jahre nach Eisenhowers Rede, 35 Jahre nach Tschernobyl und zehn Jahre nach Fukushima, scheint es, als werde das Wunder noch einmal bemüht, um die Menschheit aus der Dunkelheit zu führen. Das Versprechen damals war eine Welt, die von der Kernkraft profitiert. Heute ist es eine Welt, die den Klimawandel bezwingt.

Und was ist mit Fukushima? Mit dem Restrisiko? Eine beliebte Argumentation der klimabewegten Verteidiger der Kernkraft geht so: Vergleicht man die Todeszahlen der Reaktorkatastrophe in Fukushima mit der Zahl derer, die an den Folgen der Kohleverbrennung sterben, muss man zu dem Schluss gelangen,

dass die Atomkraft nicht gefährlich, sondern ziemlich sicher ist. Und dass die Deutschen, die zwar aus der Kernenergie ausgestiegen sind, aber immer noch ein Drittel ihres Stroms aus fossilen Energieträgern gewinnen, den falschen Weg eingeschlagen haben. Der kalifornische Klimaaktivist Michael Shellenberger, einer der schillerndsten Vertreter der Pro-Atom-Bewegung, sagt in einem hunderttausendfach geklickten YouTube-Video, die tödliche Gefahr von Nuklearkatastrophen werde maßlos überschätzt.

In Wahrheit ist es mit den Todeszahlen nicht so einfach. Zwar kostet die Kohleverstromung tatsächlich weltweit jedes Jahr unzählige Menschen das Leben. Zwar ist in Fukushima bislang laut offiziellen Angaben nur ein einziger Mensch an der direkten Strahleneinwirkung gestorben, ein Kraftwerksmitarbeiter. Mittelbar aber hat der Reaktorunfall weit mehr Opfer gefordert.

Thema

Atomkraft

Kernfusion

Bor, ey!

[<https://www.zeit.de/2020/50/kernfusion-atomkraft-energie-start-up-marvel-fusion-bayern>]

Atomausstieg

Warum der Atomausstieg immer teurer wird

[<https://www.zeit.de/2020/48/atomausstieg-kosten-energiekonzerne-entschaedigung-bundesregierung>]

Atommüll

Wohin mit dem strahlenden Müll?

[<https://www.zeit.de/2020/43/infografik-atommuell-endlager-suche-geologie-radioaktivitaet>]

Im Zuge der Evakuierung der umliegenden Dörfer und Städte, der Krankenhäuser und Altenheime kamen nach Berichten japanischer Medien mehr als 1500 Menschen ums Leben. In den Jahren nach dem Unfall erkrankten überdurchschnittlich viele Kinder und Jugendliche aus der Region Fukushima an Schilddrüsenkrebs. Wie viele Menschen am Ende an den Spätfolgen des Desasters sterben werden, ist noch ungewiss. Die genaue Strahlenmenge, die der Unfall freisetzte, ist bis heute umstritten. Krebserkrankungen treten oft erst nach Jahrzehnten auf – und ihre genaue Ursache lässt sich fast nie zweifelsfrei bestimmen.

Wie kompliziert es ist, die Opfer eines Atomunfalls zu beziffern, kann man an Tschernobyl sehen. Obwohl die Katastrophe von Tausenden Wissenschaftlern minutiös dokumentiert wurde, schwankt die geschätzte Zahl der Toten zwischen 4000 und mehreren Hunderttausend. Die niedrige Angabe stammt

von der Internationalen Atomenergie-Organisation, der ihre Kritiker Verharmlosung und einen unsauberen Umgang mit Daten vorwerfen. Die hohe Schätzung kommt von Anti-Atom-Gruppen wie den Internationalen Ärzten für die Verhütung des Atomkrieges, die von ihren Gegnern der Panikmache bezichtigt werden.

Unstrittig ist: Dass nicht deutlich mehr Menschen unter den Folgen von Fukushima leiden, hat auch mit Glück zu tun. Als das Kraftwerk explodierte, kam der Wind aus Westen. Er blies die radioaktive Wolke hinaus aufs Meer. Hätte er aus Nordosten geweht, wäre die Wolke über die 35-Millionen-Metropole Tokio gezogen.

Die Verfechter der Atomkraft berufen sich auf Katastrophen, die eingetreten sind. Nicht auf die, die eintreten könnten.

Einige Jahre nach dem Unfall von Fukushima wurden auf Facebook Fotos von mutierten Fischen geteilt: Haie mit blutigen Geschwülsten, tumorzerfressene Lachse. Bis nach Alaska und Kanada sei das verseuchte Wasser aus Japan geströmt. Der Beitrag wurde tausendfach geteilt. Er war ein Fake.

Takeshi Takano hatte zu diesem Zeitpunkt längst wieder zu fischen begonnen. Seine Flundern konnte man auf einem lokalen Fischmarkt kaufen, samt Unbedenklichkeitszertifikat der örtlichen Fischereibehörde. Takano sagt, die Reaktorkatastrophe sei schlimm gewesen. Noch schlimmer aber seien die Gerüchte, die sich bis heute halten: "Eine falsche Geschichte kann uns das gesamte Geschäft zerstören."

Dass es keine verlässlichen Opferzahlen gibt, dass die tödliche Wirkung der Strahlung sich oft erst nach vielen Jahren zeigt, dass man die Gefahr nicht riechen, nicht sehen, nicht schmecken kann, all das kann zweierlei bewirken. Dass man sie unterschätzt. Und dass man sie übertreibt.

Heute sind weltweit rund zwei Drittel der Kernreaktoren älter als 30 Jahre. Atomexperten von Greenpeace sprechen deshalb von einer "neuen Ära des Risikos". Reaktorbehälter könnten über die Jahre spröde werden, und gegen manche Gefahren ließen sich die alten Meiler nicht schützen. Gegen Angriffe mit Flugzeugen zum Beispiel. Laut Forschern des Max-Planck-Instituts für Chemie ist eine Katastrophe wie in Tschernobyl oder Fukushima etwa alle zehn bis zwanzig Jahre wahrscheinlich. Die Forscher haben auch versucht zu ermitteln, wo das Risiko, wegen eines havarierten Kraftwerks verstrahlt zu werden, weltweit am größten ist. Das Ergebnis: in Deutschland. In den Grenzregionen zu Frankreich und Belgien, zwei Ländern, die besonders viele störanfällige Kraftwerke betreiben.

Nicht weit von der belgischen Stadt Lüttich entfernt stapft im Januar dieses Jahres der deutsche Rentner Walter Schumacher den Randstreifen einer

Schnellstraße entlang. Neben ihm donnern Lastwagen über den Asphalt, vor ihm ragen drei Kühltürme in den Winterhimmel, gigantische Betonkegel, aus denen Wasserdampf quillt. Im Schatten der Kühltürme stehen drei Reaktorkuppeln. Daneben fließt behäbig die Maas.

Walter Schumacher hat als junger Mann an der Technischen Hochschule seiner Heimatstadt Aachen Mathematik studiert. Er sagt: "Ich kenne mich aus mit Wahrscheinlichkeiten. Und die Wahrscheinlichkeit, dass mit dem dicken Ding was passiert, die ist mir entschieden zu groß."

Belgiens Reaktoren werden mit deutschem Brennstoff beliefert

Das dicke Ding heißt Tihange, ein Kraftwerk des Unternehmens Electrabel, einer Tochter des französischen Atomkonzerns Engie. An diesem Morgen soll einer der Reaktorblöcke nach einer längeren Wartungspause wieder hochgefahren werden. Das Kraftwerk ging in den Siebziger- und frühen Achtzigerjahren ans Netz. Damals galten die Reaktoren von Tihange als modern, inzwischen zählen sie zu den ältesten und störanfälligsten in ganz Europa.

2012 wurden feine Risse im Stahlmantel eines Reaktorbehälters entdeckt, deren genaue Ursache bis heute umstritten ist. Im Normalbetrieb sind die Risse laut Experten unbedenklich. Doch bei ungewöhnlich hoher Belastung des Stahls, etwa während eines Störfalls, können sie den Behälter womöglich zum Bersten bringen. 2013 fanden Bauarbeiter auf dem Gelände von Tihange eine Granate aus dem Ersten Weltkrieg; sie war beim Bau offenbar niemandem aufgefallen. 2014 und 2015 brannte es auf dem Kraftwerksgelände.

Walter Schumacher zeigt auf die mittlere Kuppel: "Da sind die Risse drin", sagt er. Eigentlich hatte die belgische Regierung vor langer Zeit beschlossen, diesen Reaktorblock spätestens 2015 stillzulegen. Doch dann befürchtete sie Stromausfälle – das Land bezieht mehr als die Hälfte seiner Elektrizität aus nur zwei Atomkraftwerken. Tihange blieb am Netz. Die Belgier bekamen ihren Strom. Walter Schumacher bekam Angst.

Aachen liegt etwa 60 Kilometer von Tihange entfernt. Vor einigen Jahren gab die Stadt eine Studie beim Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften an der Universität für Bodenkultur Wien in Auftrag. Sie sollte klären, welche Folgen ein schwerer Unfall in Tihange für die gut 500.000 Einwohner in und um Aachen hätte. Laut der Studie würde die radioaktive Wolke mit großer Wahrscheinlichkeit nach Deutschland getragen, geradewegs auf die Stadt zu. Der Wind weht hier meist aus Südwesten.

Was dann passieren würde, kann man in den Katastrophenschutzplänen und Infobroschüren der Stadt nachlesen. Sirenen würden aufheulen, mit an- und

abschwellendem Ton. Feuerwehrleute in ABC-Schutzkleidung würden mit Dosimetern ausschwärmen, um die Strahlung zu messen, Polizisten mit Megafonen umherfahren, um Anweisungen zu erteilen: Fenster schließen. Keller aufsuchen. Ruhe bewahren.

Walter Schumacher steigt auf einen Hügel, von dem aus man das Kraftwerk und das Tal der Maas überblicken kann. Er fragt: "Was, wenn es hier mal ein starkes Erdbeben gibt?"

Tihange liegt in der rheinischen Erdbebenzone, einem der seismisch aktivsten Gebiete Mitteleuropas. Allein in diesem Jahr hat die Erde schon mehrmals gebebt, Mitte Januar zum Beispiel, 2,7 auf der Richterskala, nicht mal genug, um das Geschirr in Walter Schumachers Schränken zum Klirren zu bringen. Doch Wissenschaftler warnen davor, das Risiko zu unterschätzen. Geologen der Universität Cambridge glauben, die Bebenstärke, die für diese Region angenommen wird, sei viel zu niedrig. Tatsächlich könne es Erdstöße bis zu einer Stärke von 7,0 geben. Äußerst unwahrscheinlich zwar. Aber nicht ausgeschlossen.

Nach dem Unglück in Fukushima hatten Journalisten die belgische Atomaufsichtsbehörde gefragt, für welche Bebenstärke Tihange ausgelegt sei. Der Direktor der Behörde sagte damals: 5,9.

Am meisten, sagt Walter Schumacher, fürchte er sich vor dem Risikofaktor Mensch. Vor nachlässigen Technikern, korrupten Aufsichtsbeamten, profitversessenen Kraftwerksbetreibern – vor all jenen Facetten menschlichen Versagens, die jede noch so sicher geglaubte Technologie in ein Risiko verwandeln können. Schumacher erzählt eine Geschichte, die hier in der Gegend viele kennen: In der Nähe von Antwerpen, in Belgiens zweitem Atomkraftwerk Doel, arbeitete vor einigen Jahren ein Techniker, der laut Recherchen niederländischer Journalisten zur islamistischen Gruppe "Sharia 4 Belgium" gehörte. 2014 sei er in Syrien gestorben, als Kämpfer für den "Islamischen Staat".

Die Stadt Aachen hat den Kraftwerksbetreiber und die belgische Regierung wegen des Weiterbetriebs von Tihange verklagt. Der nordrhein-westfälische Ministerpräsident und heutige CDU-Chef Armin Laschet, der aus Aachen stammt, hat die Abschaltung gefordert.

Seine Partei jedoch sorgt seit Jahren dafür, dass Belgiens umstrittene Reaktoren beliefert werden – mit Brennstoff made in Germany.

In der niedersächsischen Stadt Lingen, am Rande eines Industriegebiets, steht eine Fabrik der Firma Advanced Nuclear Fuels, kurz ANF, eine Tochter des französischen Konzerns Framatome. Hier arbeiten mehr als 300 Menschen. Sie pressen angereichertes Uran zu kleinen schwarzen Pellets und schieben sie in

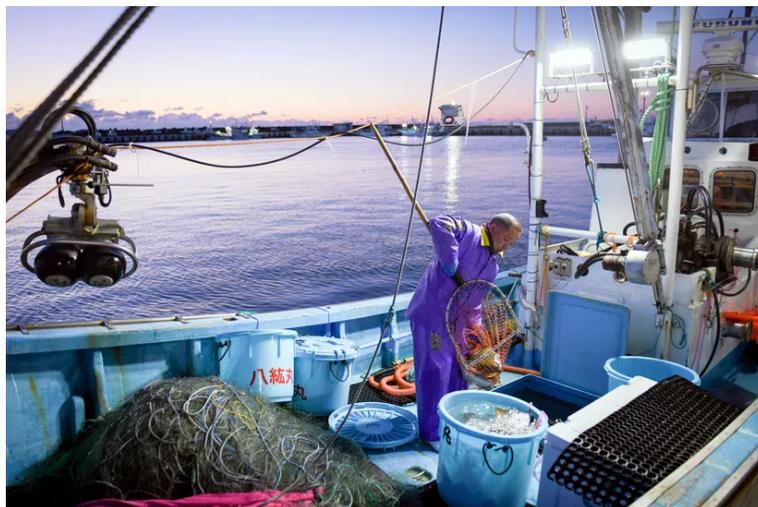
lange Rohre, die zu Brennelementen gebündelt werden. Der fertige Brennstoff wird exportiert, unter anderem nach Belgien, nach Doel und Tihange.

Nach der letzten Bundestagswahl forderte die SPD in den Koalitionsverhandlungen, die Fabrik in Lingen und andere Zulieferbetriebe der Atomindustrie zu schließen. Die Union ist bis heute dagegen. Und so wird im Atomausstiegsland Deutschland weiterhin mit Atomkraft Geld verdient.

Umweltverbände sind dagegen vor Gericht gezogen. ANF hat wie gehabt exportiert. Walter Schumacher hat daraufhin den Geschäftsführer von ANF angezeigt, wegen des "Verdachts des wiederholten unerlaubten Umgangs mit radioaktiven Stoffen". Der juristische Streit dauert an. Es ist, wenn man so will, die letzte Form des Protests, die Walter Schumacher geblieben ist.

Schumacher spaziert zur Pforte des Kraftwerks. Früher, sagt er, hätte er an einem Tag wie diesem ein paar Tausend Leute mobilisiert. Sie hätten gegen die Wiederanschaltung protestiert, hätten Lärm gemacht und eine Menschenkette gebildet, und am Abend wären die Bilder im WDR-Fernsehen gelaufen. Diese Zeiten sind vorbei. Nicht nur wegen Corona.

Die Kernkraft ist längst nicht so zuverlässig ist wie gedacht



Der Fischer Takeshi Takano im Hafen seines Heimatorts Namie in Japan, nahe dem Kraftwerk Fukushima © Noriko Hayashi

In der Nähe von Aachen, im Hambacher Forst, haben in den vergangenen Jahren immer wieder junge Menschen gegen den Braunkohleabbau protestiert [<https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2019-03/hambacher-forst-rwe-umweltaktivisten-urteil-braunkohlerevier>]. Aktivisten von Fridays for Future, von Ende Gelände und Extinction Rebellion. Schumacher sagt, er finde das gut. Aber er beobachtet es auch mit Wehmut. "Das Thema Atomkraft interessiert niemanden mehr. Es ist perdu."

An der Pforte des Kraftwerks Tihange hängt ein buntes Banner: "Hier arbeiten

mehr als 2000 Kollegen – stolz darauf, klimafreundlichen Strom zu produzieren."

Angesichts des Klimawandels erscheint die Kernkraft als ein zwar nicht ungefährlicher, aber sauberer Ersatz für die Kohle. Als das kleinere von zwei Übeln. Allerdings nur, wenn man eines dieser Übel überhaupt für nötig hält.

Viele Fachleute sind sich sicher, dass eine verlässliche Stromversorgung längst ohne Kohle *und* ohne Kernkraft funktionieren kann. Dass es keine Laufzeitverlängerung braucht wie in Frankreich, keine neuen Atomkraftwerke wie in China und erst recht keine neuartigen Mini-Reaktoren, wie sie in den USA von Firmen wie TerraPower entwickelt werden: "Bill Gates erzählt uns eine Story aus der fernen Zukunft", sagt Patrick Graichen, Direktor des Berliner Thinktanks Agora Energiewende. Bis aus Gates' Modellen ein massentauglicher Reaktor werde, könnten noch Jahrzehnte vergehen. Um den Klimawandel aufzuhalten, müsse jedoch bis spätestens 2030 gehandelt werden. "Uns läuft die Zeit davon", sagt Graichen. Deshalb sei es sinnvoller, Technologien zu verbessern, die es schon heute gibt: Solar- und Windkraftwerke, Batterien und vor allem Elektrolyseanlagen, mit deren Hilfe sich Wind- und Solarstrom in Wasserstoff umwandeln und über lange Zeit speichern lässt.

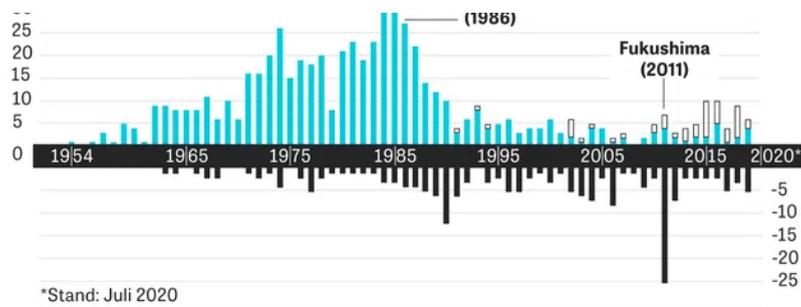
Der Ingenieurwissenschaftler und Energieexperte Mark Z. Jacobson von der Universität Stanford in Kalifornien sagt, auch der Bau herkömmlicher Atomkraftwerke sei "vollkommen überflüssig", um den Klimawandel zu bekämpfen. Bis ein Reaktor fertig sei, vergingen im Schnitt 15 Jahre. Zeit, die man nutzen müsse, um die Versorgung weitgehend auf erneuerbare Energien umzustellen. Laut Jacobson ist das bis 2030 in mehr als 140 Ländern machbar.

Zumal die Kernkraft längst nicht so zuverlässig ist wie gedacht. Aus einer aktuellen Studie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung geht hervor: Atomkraftwerke fallen mittlerweile derart häufig aus, dass im weltweiten Schnitt nur noch zwei Drittel ihrer Kapazität zur Erzeugung von Strom genutzt werden können.

Besonders deutlich wurde das im Sommer 2019. Damals, erklärt die Energieökonomin Claudia Kemfert, Mitautorin der Studie, durften wegen Hitze und Trockenheit zahlreiche französische Atomkraftwerke kein Kühlwasser mehr aus den Flüssen entnehmen. Die Atomnation Frankreich musste Strom aus Deutschland importieren.

Die Erderwärmung hat der Kernenergie viele neue Freunde eingebracht. Die alten Probleme sind geblieben.

Inbetriebnahmen und Schließungen von Reaktoren weltweit
davon China

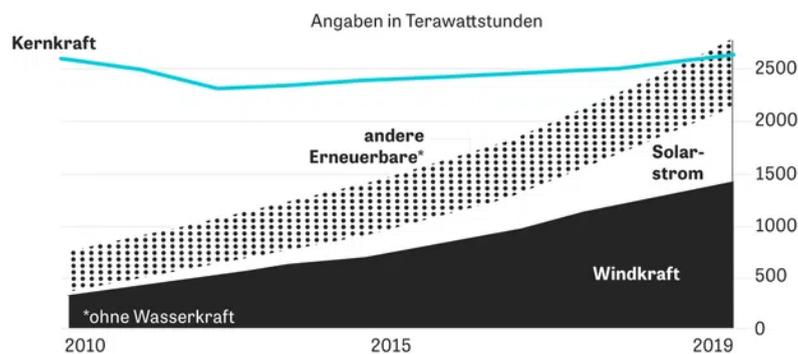


Quelle: World Nuclear Industry Status Report © ZEIT-Grafik

Noch immer ist nicht klar, was mit dem radioaktiven Müll geschehen soll. Allein in Deutschland lagern Tausende Tonnen. In unterirdischen Gruben, von denen mehrere einzustürzen drohen. In oberirdischen Hallen, die gegen Terrorangriffe und Flugzeugabstürze nicht gesichert sind. Nach einem Endlager wird weiterhin gesucht.

Noch immer sind die potenziellen Kosten eines Reaktorunfalls so exorbitant, dass keine Versicherung der Welt dafür aufkommen will. In Fukushima könnten sie am Ende laut dem Japan Center for Economic Research bei mehr als 700 Milliarden Dollar liegen. Den größten Teil tragen die Steuerzahler.

Kernkraft und Erneuerbare: Die globale Stromproduktion im Vergleich



Quelle: World Nuclear Industry Status Report © ZEIT-Grafik

Vor allem aber wird die Atomkraft immer teurer. Die Verschärfung der Sicherheitsstandards nach dem Unfall von Fukushima hat die Kosten für den Neubau eines Kernkraftwerks sprunghaft erhöht und die Bauzeiten massiv verlängert. Im US-Kraftwerk Virgil C. Summer in South Carolina wurde der Bau zweier Reaktorblöcke deshalb sogar abgebrochen. Nun stehen dort halb fertige Reaktoren, die für nichts zu gebrauchen sind. Neue Kernkraftwerke werden heute fast nur noch von russischen und chinesischen Staatskonzernen gebaut. Rechnet man China heraus, wurden in den vergangenen Jahren laut dem *World*

Nuclear Industry Status Report [<https://www.worldnuclearreport.org/-World-Nuclear-Industry-Status-Report-2020-.html>] mehr Reaktoren vom Netz als neu in Betrieb genommen.

Und dann ist da immer noch die alte Gefahr, die der Atomenergie von jeher innewohnt: Uran und Plutonium können in die falschen Hände geraten – und statt zur Erzeugung von Strom zum Bau von Waffen verwendet werden. Die mobilen Mini-Kraftwerke könnten dieses Risiko noch erhöhen.

Z+

Exklusiv für Abonnenten

Hanns Hatt

"Das Virus greift die Riechzellen gar nicht an"

[<https://www.zeit.de/zeit-magazin/leben/2021-02/hanns-hatt-geruch-forschung-geruchssinn-verlust-corona>]

Selbst gemachte Nudeln

An die Nudelmaschine, fertig, los!

[<https://www.zeit.de/zeit-magazin/wochenmarkt/2021-03/selbstgemachte-nudeln-pasta-nudelmaschine-lasagne-spaghetti-teig-rezept>]

Jens Spahn

Der demaskierte Minister

[<https://www.zeit.de/2021/10/jens-spahn-schutzmasken-deal-corona-logistik>]

Mehr Abotexte → [<https://www.zeit.de/exklusive-zeit-artikel>]

Im Fischmarkt von Namie stehen lange Reihen aus hellblauen Plastikboxen, in denen der Fang feilgeboten wird. Hier werden Takeshi Takanos Flundern ab gespült, mit dicken Wasserschläuchen, die von der Decke hängen. Takano bereitet unterdessen die Netze für den nächsten Morgen vor, wenn er wieder hinausfahren wird. Er streicht die Maschen glatt, löst Knoten und verhedderte Schlingen. Von der Kaimauer aus kann er das Kraftwerk sehen. Die Abluftrohre der Ruine sind grell angestrahlt.

Takeshi Takano kennt die Simulationen der Seismologen. Die Studien, die nahelegen, dass es ein Beben wie 2011 noch einmal geben könnte. "Natürlich haben wir Angst vor einem weiteren Unfall", sagt Takano.

Kürzlich haben Aktivisten von Greenpeace hier in der Gegend die Strahlung gemessen. Am Donnerstag dieser Woche werden sie ihren Bericht vorstellen. Darin steht, Namie sei deutlich stärker verstrahlt als von der Regierung behauptet.

Von den mehr als 50 japanischen Atomreaktoren sind derzeit neun am Netz. Ein großer Teil des Landes wird mit Kohlestrom versorgt. Anfang Februar verkündete der japanische Wirtschaftsminister Hiroshi Kajiyama in der *Financial Times*, auch Japan wolle künftig seine Emissionsbilanz verbessern. Doch das sei kompliziert. Der Minister, ein Politiker, der zuvor für die Atomindustrie gearbeitet hat, klagte über die ungünstige Topografie des Landes, über den Mangel an ebenen Flächen etwa, die für den Bau von Windrädern und Solarparks benötigt werden. Er erzählte vom harten Winter, der Japan zu schaffen mache, von heftigen Schneefällen, klirrender Kälte – und zahlreichen Stromausfällen.

Für all diese Probleme, sagte er, gebe es am Ende nur eine Lösung: die Rückkehr zur Atomenergie.

Mitarbeit: Noriko Hayashi, Julian Littler, Michael Thumann