



Bei der Übung einer Schnellabschaltung bei gleichzeitigem Kühlmittelverlust geriet am 25. April 1986 der Reaktor 4 im AKW Tschernobyl außer Kontrolle. Zusätzlich machte das Personal Bedienungsfehler – es kam zur befürchteten Kernschmelze (Aufnahme vom 12.5.1986)

AP PHOTO/VOLODYMYR REPK

Es ist 30 Jahre her, dass es im Norden der Ukraine, damals noch ein Teil der Sowjetunion, in der Nähe der Stadt Tschernobyl zum bis dahin folgenschwersten Unfall in der Geschichte der zivilen Nutzung der Atomkraft kam. In der Nacht vom 25. auf den 26. April 1986 sollte der erst drei Jahre alte Reaktor 4 des dortigen AKW im Rahmen einer routinemäßigen Revision heruntergefahren werden. Dabei waren zugleich einige Experimente vorgesehen, mit denen der Nachweis erbracht werden sollte, dass der Reaktor auch im Falle einer Schnellabschaltung bei gleichzeitigem Kühlmittelverlust beherrschbar bleiben würde. Doch es kam anders. Der Reaktor verhielt sich nicht wie erwartet und war nicht mehr zu kontrollieren. Zudem ignorierte das Betriebspersonal Sicherheitsvorschriften. Das Ergebnis: Schlagartig stieg die Wärmeenergie an. Im Reaktorbehälter kam es zu einer extrem schnellen Verdampfung des Wassers. Der so entwickelte enorme Druck brachte den Behälter zur Explosion. Auch das Gebäudedach wurde weggesprengt. Fast zwei Wochen dauerte es, die entfachten Brände unter Kontrolle zu bekommen.

Fachkreise kamen in späteren Diskussionen zu dem Schluss, dass neben den Bedienungsfehlern auch das fehlerhafte Design der Anlage verantwortlich für den Unfall war. Die in der Sowjetunion entwickelten RBMK-Reaktoren wurden mit Graphitstäben gesteuert. Graphit bremst wie Wasser Neutronen ab, die bei der Spaltung von Kernen entstehen. Dieses Abbremsen, von den Kernphysikern auch Moderieren genannt, überträgt zum einen Wärmeenergie auf Graphit und Wasser, was für die Stromgewinnung mit einer Dampfturbine entscheidend ist. Zum anderen erhöht das Abbremsen erheblich die Wahrscheinlichkeit, dass das Neutron einen weiteren Atomkern spaltet. Der Moderator setzt also erst die Kettenreaktion in Gang. Werden die Graphitstäbe zwischen den Brennstäben herausgezogen, wird sie unterbrochen.

Das gleiche passiert auch in den AKW westlicher Bauart, wenn das Wasser verdampft oder ausläuft. Dadurch wird die Kettenreaktion unterbrochen. Allerdings führt die Hitze in den Brennstäben dazu, dass sie schmelzen, wie es in

Die Strahlenbombe

Vor 30 Jahren kam es im AKW Tschernobyl zum GAU. Der Reaktor muss für viele Jahrtausende vor Wind und eindringendem Regenwasser geschützt werden.

Von Wolfgang Pomrehn

Japan im März 2011 in drei Reaktoren des AKW Fukushima Daiichi passiert ist. Dann fließt das flüssige Uran am Boden zusammen und kann eine kritische Masse bilden, in der die Kettenreaktion ohne Moderator wieder in Gang kommt.

Im Tschernobyl RBMK 1000 erwies es sich als Problem, dass bei Verdampfen des Wassers die Kettenreaktion nicht unterbrochen wird, da die Graphitstäbe weiter die Neutronen abbremsten. Schlimmer noch, es kam in Tschernobyl sogar zu einer erheblichen Beschleunigung der Kernspaltung, so dass schließlich durch eine ganze Kette von technischen Problemen und Bedienungsfehlern während der vorgesehenen Experimente der GAU eintrat. Also ein nicht mehr beherrschbares Geschehen, durch das die Umwelt mit Strahlung kontaminiert wird.

Die Explosion

Die Explosion verwandelte das Reaktorgebäude in eine Ruine und legte die Brennstäbe frei. Zahlreiche Feuer entstanden. Während die Brände der Gebäude und Treibstofflager von den Feuerwehrlern relativ schnell unter Kontrolle gebracht und schließlich gelöscht wurden, erwiesen sich die Graphitstäbe als problematisch. Fast zwei Wochen dauerte es, bis auch dort die Flammen erstickt werden konnten. Die Feuerwehrlern waren in dieser Zeit besonders hohen Strahlendosen ausgesetzt. Mindestens 31 von ihnen starben bis 2002 an den Folgen, heißt es in einem Untersuchungsbericht der Atomenergieagentur NEA der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwickelt (OECD).

Explosion und Brände setzen einen Teil der im Reaktor angesammelten radioaktiven Spaltprodukte frei. Die Edelgase Krypton und Xenon entwichen nahezu vollständig. Auch von den leichtflüchtigen Jod- und Cäsiumisotopen wurde rund die Hälfte an die Umwelt abgegeben, schrieb das Bundesamt für Strahlenschutz in einer zuletzt im März 2016 aktualisierten Bilanz. Feuer und Explosion sorgten dafür, dass Staub und Ruß hoch in die Atmosphäre befördert wurden. Von dort konnten in den nächsten Wochen die leichteren Schwebstoffe von wechselnden Winden weit verteilt werden. Zuerst nach Nord-, später nach Mitteleuropa, auf den Balkan, in die Türkei und in den Osten nach Russland. Meist wurden sie erst vom Regen ausgewaschen. Die schwereren Staubpartikel und Splitter gingen in der unmittelbaren Umgebung des AKW in einem Umkreis von 40 bis 50 Kilometern in der Ukraine und in Belarus nieder, darunter Strontium, Uran und Plutonium. Der größere Teil dieser strahlenden Materialien verblieb allerdings in den Trümmern und muss dort noch für viele Jahrtausende vor Wind und eindringendem Regenwasser geschützt werden, damit diese ihn nicht in der Umwelt verteilen.

Die Region um den Reaktor ist bis heute schwer belastet, dennoch wurden die anderen drei Blöcke bis zum Jahre 2000 weiterbetrieben. Besonders betroffen ist unter anderem auch Belarus, denn der Unglücksort liegt nur zwölf Kilometer von der Grenze entfernt. Eine 30-Kilometer-Zone um das Kraftwerk herum wurde seinerzeit evakuiert und ist heute unbewohnt. Mehrere 100.000 Menschen verloren ihre Heimat. Rund

140 Dämme und Deiche wurden errichtet, um zu verhindern, dass die Flüsse radioaktives Material davontragen.

Tod der Hilfskräfte

Zwischen 600.000 und 900.000 Menschen waren im Frühjahr und Sommer 1986 im Umfeld des explodierten Reaktors mit Aufräum- und Sicherungsarbeiten beschäftigt. Die Deutsche Gesellschaft für Strahlenschutz und die Internationalen Ärztinnen und Ärzte zur Verhütung eines Atomkrieges (IPPNW) schrieben 2006 in einem gemeinsamen Bericht über erhebliche gesundheitliche Folgen für diese Gruppe. Die Menschen seien zum Teil freiwillig, zum Teil unter Zwang, zum Beispiel als Rekruten, eingesetzt worden und aus der ganzen Sowjetunion gekommen. Einige hätten von den Gefahren gewusst, andere seien völlig ahnungslos gewesen. Auf jeden Fall hätten sie durch ihren Einsatz, durch das Löschen der Graphitbrände, durch die Abdichtung der Unglücksstelle und durch die Beseitigung hochradioaktiven Materials dafür gesorgt, dass nicht noch mehr gefährliche Substanzen verbreitet wurden, und so für viele andere Schlimmeres verhindert.

Nur von einem Teil der Betroffenen sind heute Namen und Adressen bekannt. An systematischen und umfassenden Untersuchungen über die Langzeitfolgen ihrer Strahlenbelastungen mangelt es. Die Autoren des Berichts beklagen, dass Behörden oft davon ausgingen, nur Krebserkrankungen könnten als Folgen des GAU angesehen werden. Dabei sei unter Fachleuten aus den

Untersuchungen der Folgen von Atombombenabwürfen bekannt, dass auch eine ganze Reihe anderer Krankheiten als Folge der Strahlungsbelastung zunehmen. Eine vergleichende Studie in Usbekistan habe zum Beispiel ergeben, dass die dort 960 behandelten »Liquidatoren«, wie sie in Russland heißen, erheblich öfter an chronischer Magenschleimhautentzündung und ähnlichen Krankheiten litten als Angehörige einer nicht belasteten Kontrollgruppe. Von den 10.000 in Usbekistan bekannten Liquidatoren seien nach zehn Jahren bereits fast 75 Prozent invalide gewesen und schon 500 gestorben. Dabei haben einige Krebserkrankungen Latenzzeiten von zwölf bis 15 Jahren und wurden entsprechend später zum Beispiel auch in Belarus in hoher Zahl bei Liquidatoren festgestellt. Bis 2006, waren nach Schätzung einer von den IPPNW zitierten Studie 50.000 bis 100.000 Helfer gestorben.

Ein großes Problem bei der Einschätzung der gesundheitlichen Folgen, heißt es in einem Anfang 2016 veröffentlichten Bericht der IPPNW, seien Geheimhaltung und Vertuschung sowohl in den am stärksten betroffenen Ländern, Ukraine, Belarus und Russland, als auch durch internationale Gremien wie der Weltgesundheitsorganisation WHO und der Internationalen Atomenergieorganisation IAEA gewesen. So seien Ärzte angewiesen worden, Befunde zu fälschen. Umfassende Untersuchungen der Langzeitfolgen unterblieben. Die IAEA-Schätzung von lediglich 4.000 Toten durch Tschernobyl sei eine massive Untertreibung. Die IPPNW rechnen langfristig mit einigen Zehntausend bis zu einer halben Million Krebstoten durch Tschernobyl. Die große Unsicherheit rühre daher, dass bis heute nicht genau bekannt ist, wieviel radioaktives Material ausgetreten sei. Hinzu kommen Todesfälle aufgrund anderer Erkrankungen. Zum Beispiel sei bekannt, dass durch radioaktive Belastung die Zahl der Herz-Kreislauf-Leiden stark zunehme.

Radioaktive Wolken

Winde trugen eine erste radioaktive Wolke nach Skandinavien. Dortige Messungen machten die internationale Öffentlichkeit auf den GAU aufmerksam – mit einigen Tagen Verzögerung. Die sowjetischen Behörden hatten zunächst versucht, den Vorfall geheimzuhalten. Anfang Mai 1986 erreichte eine zweite radioaktive Wolke Österreich, die Tschechoslowakei und die beiden deutschen Staaten. Eine Karte des Bundesamtes für Strahlenschutz zeigt vor allem in Bayern und der Bodenseeregion hochbelastete Gebiete. Auch im Norden Sachsen-Anhalts, zwischen Elbe und Havel sowie südlich von Schwerin wurden hohe Belastungen registriert.

An einigen Stellen im Bayerischen Wald und südlich der Donau, schreibt das Amt, sei seinerzeit eine Strahlenbelastung von bis zu 100.000 Becquerel durch Cäsium-137 pro Quadratmeter festgestellt worden. Ein Becquerel ist die Einheit für einen radioaktiven Atomzerfall pro Sekunde. Cäsium-137 hat eine Halbwertszeit von 30,2 Jahren, das heißt, diese Strahlung ist erst zur Hälfte abgeklungen, und zur Mitte des Jahrhunderts wird sie auf ein Viertel reduziert sein. Gefährlich wird sie vor allem, wenn das Cäsiumisotop über die Nahrungskette in den Körper gelangt und sich dort anreichert. Dann kann die Strahlung unmittelbar auf Körperzellen einwirken und diese schädigen.

Entsprechend wurden in den folgenden Jahren in Westdeutschland aufgrund erheblichen Drucks aus der Bevölkerung im großen Umfang belastete Lebensmittel vernichtet. Bund und Länder gaben nach der Katastrophe zusammen 231 Millionen Euro an Entschädigung für Gemüse und andere Lebensmittel aus, die wegen radioaktiver Belastung nicht mehr verzehrt werden konnten. Hinzu kommen noch einige Millionen Euro für Behandlung von und Herstellerentschädigung für Molkepulver, das wegen eines gut fünffach überschrittenen Grenzwerts als radioaktiver Abfall eingestuft wurde. Allein die Dekontaminierung kostete nach Angaben der Bundesregierung 34 Millionen Euro. Das aus der Molke extrahierte radioaktive Cäsium wurde im Endlager Morsleben eingelagert.

Außerdem wird bis zum heutigen Tag Entschädigung an Jäger für Wild gezahlt, das wegen zu hoher Belastung nicht für den Verzehr geeignet ist. Meistens handelt es sich dabei um Wildschweine. Die Zahlungen haben in den letz-

ten Jahren deutlich zugelegt, wie letzten Monat die Antwort der Bundesregierung auf eine entsprechende Anfrage der Bundestagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen ergab. 2015 flossen fast eine Million Euro. Nach den Angaben des Bundesamtes für Strahlenschutz ist das Cäsium-137 in den Waldökosystemen noch immer sehr mobil und für die dortigen Nährstoffkreisläufe verfügbar, während es in den Ackerböden meist an Mineralien gebunden ist und von den Pflanzen daher kaum aufgenommen wird. Die Kontamination von Gemüse habe seinerzeit vor allem über den Niederschlag auf die Blätter stattgefunden.

Neuer Sarkophag

Derweil liegen unter der inzwischen brüchig gewordenen Einschließung des Reaktorblocks in Tschernobyl noch immer mehr als 200 Tonnen Uran und etwa eine Tonne anderer Radionuklide, davon etwa 80 Prozent des ultragiftigen Plutoniums. Das Element ist auch chemisch besonders gefährlich, und seine Isotope haben zum Teil sehr

Ruine anfangen, merklich zurückzugehen. Und noch viel länger dauert es, bis sie weitgehend abgeklungen ist.

Die ersten Planungen für den neuen Sarkophag wurden vor 19 Jahren aufgenommen. Unter anderem beteiligen sich an ihnen auch Deutschland und die Europäische Union. Zunächst wurden die Kosten auf 719 Millionen Euro geschätzt. Später hieß es 1,56 Milliarden, dann 1,75 Milliarden. Die letzte Schätzung der Bundesregierung aus dem Jahre 2015 geht von 2,15 Milliarden Euro Baukosten für den Einschluss des zerstörten Reaktors aus. Deutschland hat bisher einen Beitrag von 97 Millionen Euro geleistet, weitere 19 Millionen Euro sind zugesagt. Darüber hinaus wurden bisher 26 Millionen Euro in einen Fonds eingezahlt, mit dem die Sicherung radioaktiver Abfälle in Tschernobyl finanziert wird.

Natürlich werden all diese Kosten nicht auf die Stromrechnung umgelegt. Weder die für das Aufräumen auf dem Gelände des Katastrophen-AKW – Greenpeace geht von einem zweistelligen Milliardenbetrag aus, der dafür ausgegeben

auf den Weg gebracht. Bei einer Beteiligung von knapp 55 Prozent stimmten schließlich im Sommer 2011 94 Prozent der Wähler gegen den Bau von Atomkraftwerken.

Auch in Westdeutschland wurde Anfang Mai 1986 die durch den Widerstand gegen AKW und andere Atomanlagen sensibilisierte Öffentlichkeit schnell hellhörig, als die Meldungen über die hohen Radioaktivitätswerte aus Schweden eintrafen. In der Bundesrepublik kam es zu einer Kette von großen und unzähligen kleineren lokalen Demonstrationen. Die Anti-AKW-Bewegung, um die es recht ruhig geworden war, wurde wiederbelebt. Der Widerstand gegen die im bayerischen Wackersdorf geplante Wiederaufbereitungsanlage für abgebrannte Brennstäbe gewann an Schärfe. Trotz zum Teil erbitterter Proteste wurden in den kommenden Jahren noch fünf bereits im Bau befindliche AKW in Betrieb genommen, wovon allerdings eines, Mülheim-Kärlich, bereits nach einem Jahr stillgelegt wurde.

Die Wiederaufbereitungsanlage in Wackersdorf konnte aber immerhin wie zuvor schon in



Die Gefahr ist noch längst nicht gebannt. Im zubetonierten Reaktorblock des AKW in Tschernobyl lagern noch 2.000 Tonnen brennbares Material, 200 Tonnen Uran und einige 100 Kilo des hochgiftigen Plutoniums (Blick auf den Sarkophag im März 2011)

hohe Halbwertszeiten. Mehrere 100.000 Jahre wird es dauern, bis seine Strahlung abgeklungen ist. Ein Teil des Urans ist zu Staub zerfallen, ein anderer ist dort mit Beton und Stahl verschmolzen. Eindringendes Regenwasser muss ständig abgepumpt werden, damit es nicht womöglich als Moderator wirkt und die Kettenreaktion wieder in Gang setzt. Dadurch könnten nämlich unter anderem die etwa 2.000 Tonnen brennbares Material, das ebenfalls zwischen den Trümmern liegt, in Brand geraten und den Uranstaub aufwirbeln. Das abgepumpte Wasser wird anschließend aufgefangen und dekontaminiert, wodurch dauerhaft zusätzliche Kosten entstehen.

Seit knapp zehn Jahren wird an einer neuen Schutzhülle, einem sogenannten Sarkophag, gebaut. Der alte war nur für eine Lebensdauer von 20 Jahren ausgelegt. 29.000 Tonnen wird die neue Abdeckung schwer werden. Wegen der immer noch hohen Strahlenbelastung in unmittelbarer Nähe des explodierten Reaktors wird sie nicht direkt über der alten Betonabdeckung gebaut, sondern in einigen 100 Metern Entfernung und dann auf Schienen über die Ruine geschoben. Das Ganze kann man sich wie das überdimensionale Tonnengewölbe eines Bahnhofs vorstellen. Über 100 Meter soll es hoch, 257 Meter breit, 150 Meter lang und an den Seiten schließlich verschlossen werden. 100 Jahre wird das neue Bauwerk halten. Dann müssen unsere Urenkel sehen, wie sie mit diesem Erbe klarkommen. Und dann deren Urenkel und deren Urenkel und so weiter. Die verschiedenen Plutoniumisotope haben Halbwertszeiten von 14,4, 6.560, 24.000 und 375.000 Jahren, das heißt, erst in einigen Jahrzehntausenden wird die Radioaktivität in der

werden muss – noch die für die kläglichen Invalidenrenten der Liquidatoren, die Entschädigungen für Umsiedler und Hinterbliebene, die Behandlungen der Schilddrüsenkrebserkrankungen Zehntausender Kinder müssen von den Betreibern der Atomkraftwerke oder den Nutzern des Atomstroms gezahlt werden. Genauso wie nach dem Reaktorunglück im japanischen Fukushima, nach dem der Staat dort die Betreibergesellschaft Tepco mit hohen Beträgen vor dem Konkurs bewahrte, werden die Folgen der Allgemeinheit aufgebürdet.

Anti-AKW-Bewegung lebt

In einigen Ländern hatte sich gegen diese Politik schon früh Widerstand entwickelt. In Österreich sorgte bereits 1978 ein Plebiszit dafür, dass das einzige Atomkraftwerk des Landes nicht den Betrieb aufnehmen konnte. In Dänemark wurde 1985 die Entwicklung der Atomenergie per Parlamentsbeschluss unterbunden. In den Jahren davor hatten sich viele Dänen im benachbarten Schweden und Westdeutschland an den Protesten gegen dortige AKW-Bauten beteiligt. Aus dieser Bewegung entstanden auch die Anfänge der Windenergienutzung. In Italien beschloss in den Monaten nach der Tschernobyl-Katastrophe die Mehrheit der Wähler die Stilllegung der letzten beiden noch laufenden Kernkraftwerke. 25 Jahre später wollte die Regierung Silvio Berlusconi, diesen Beschluss kassieren und die Errichtung neuer AKW wieder zulassen. Als es dann im März 2011 in Japan erneut zu einem GAU kam, hatten italienische Umweltschützer bereits einen Volksentscheid gegen die Pläne des Staatschefs

Gorleben verhindert werden. Auch der Schnelle Brüter in Kalkar ging nie in Betrieb. Der letzte AKW-Bau war im November 1982 im baden-württembergischen Neckarwestheim begonnen worden. Neue Vorhaben waren nach 1986 vollkommen undenkbar. Bei insgesamt 24 Atomkraftwerken konnte in den Jahren vor und nach Tschernobyl der Bau oder zumindest die Inbetriebnahme verhindert werden. Und zuletzt konnte die Anti-AKW-Bewegung zwar im Spätsommer 2010 trotz großer Massendemonstrationen in Berlin den Beschluss der »schwarz-gelb« Koalition nicht verhindern, die AKW-Laufzeiten bis weit ins übernächste Jahrzehnt zu verlängern. Doch Monate später war sie nach der Katastrophe in Fukushima in der Lage, die Bundesregierung zum Rückzug zu zwingen. Acht AKW wurden sofort abgeschaltet, und für neun weitere wurde ein detaillierter Ausstiegsplan gesetzlich festgeschrieben. Spätestens 2022 wird das letzte AKW vom Netz gehen, doch die Auseinandersetzung um deren Hinterlassenschaften wird sich sicherlich noch bis in die zweite Jahrhunderthälfte fortsetzen.

■ Wolfgang Pomrehn wertete auf diesen Seiten am 17.12.2015 den Klimagipfel in Paris aus.

■ Lesen Sie morgen auf den iW-Themaseiten:

Das Zusammenleben von Griechen mit Flüchtlingen auf Lesbos

Reportage von Hansgeorg Hermann