

Lena-Jülide Camurdas, Reni Safitri, Insa Zillmann,
Fabian Präger, Alexander Wimmers, Christian von
Hirschhausen, Alexander Tetsch, Sybille Tetsch

Einfach mal abschalten - und dann?

Die Geschichte der deutschen Atom-
kernkraft und ihr radioaktives Erbe

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Einleitung	9
Hintergrundwissen zu den Kraftwerkporträts	
Was ist Atomkernkraft?	14
Geschichte der Kernkraftwerke in Deutschland	14
Radioaktivität und Strahlung	18
INES-Skala	19
flexRISK	20
Kernkraftwerke	20
Transdisziplinäre Beiträge	
Was Sie schon immer über die Atomkraft wissen wollten, aber nie zu vermuten wagten	26
Tschernobyl ist auch bei uns	40
Porträts der deutschen Kernkraftwerke	
Gundremmingen	51
Hamm-Uentrop	57
Obrigheim	61
Greifswald / Lubmin	65
Würgassen	69
Stade	73
Brunsbüttel	77
Philippsburg	81
Biblis	87
Mülheim-Kärlich	93
Grafenrheinfeld	97
Krümmel	101
Unterweser	105

Grohnde	111
Brokdorf	115
Lingen & Emsland	121
Isar	125
Neckarwestheim	131
Kalkar	137
Und dann?	
Systemgut Atomkernkraft	142
Rückbau von Kernkraftwerken	143
Entsorgungspfade für hochradioaktive Abfälle	145
Literaturverzeichnis	148
Das Team von »Einfach mal abschalten – und dann?«	159

Vorwort

»Überall ist große Kohlennot / Selbst im Himmel frieren sie sich tot«, trälerten frierende Kölner mit Galgenhumor im Karneval von 1948, am Ende eines eisigen Winters [1]. Sucht man in der bundesdeutschen Energiegeschichte nach Geschichten, so entpuppt sich das erste Drama aus der Sorge um die Kohle am Ende als eine Ironie der Geschichte: Um 1957 entsteht eine neue alarmierende »Kohlekrise« aus einem Überangebot an Kohle! Ein Zickzack fossiler Zukünfte, das sich ab 1972 in einem Jahrzehnt wiederholt: Zuerst der Alarm über die »Grenzen des Wachstums«, eines von Kohle und Öl abhängigen Wachstums; ab 1981 der Alarm über die globale Erwärmung durch zunehmende CO₂-Emissionen, da sich die fossilen Ressourcen mittlerweile als größer herausstellten, als vorher angenommen. Der eine wie der andere Alarm wird zum Trumpf der Kernenergie [2], um die es in diesem Fotoband gehen soll und um die sich eine ähnlich kontroverse Geschichte mit allerlei Wendungen und verborgenen Details rankt.

Diese damals ganz neue Energiequelle mit gewaltigem Potenzial wurde noch Anfang der 1950er-Jahren mit Hiroshima und der möglichen Erhitzung des »Kalten Kriegs« in einen »heißen Krieg« in Zusammenhang gebracht, bis am 8. Dezember 1953 US-Präsident Eisenhower vor der UN-Vollversammlung von »atoms for peace« sprach – also einer Nutzung der Kernenergie für friedliche Zwecke und Offenlegung nuklearer Informationen mit dem Ziel nicht-militärischer Nutzung.

Ein Beleg für die Euphorie, die dieser Perspektivwechsel auslöste, war das »Göttinger Manifest« vom April 1957, in dem führende deutsche Atomphysiker Adenauers Plänen der Atomrüstung eine Absage erteilen, sich zugleich jedoch mit Nachdruck dazu bekannten, »die friedliche Verwendung der Atomenergie mit allen Mitteln zu fördern« und daran wie bisher mitzuwirken [3]. Mussten diese Experten nicht am besten wissen, dass das »friedliche Atom« eine ganz andere Welt ist als die der Bombe? Doch für die, die einst am NS-deutschen Uranprojekt mitgewirkt hatten,

mag diese Vorstellung eine Gewissensentlastung gewesen sein. Zwar rühmt Robert Jungk (1913–1994) in seinem Bestseller *Heller als tausend Sonnen* im Jahre 1956 den Nicht-Bau einer deutschen Atombombe als Akt passiven Widerstands der Atomphysiker [4]; doch Insider hatten Grund, daran zu zweifeln [3].

Die angestoßene Euphorie für die friedliche Nutzung der Kernkraft verfängt sich anfänglich auch in Kreisen, die später vor allem durch ihre Ablehnung der Technologie auf sich aufmerksam machen werden. So schreibt der in der linken Szene (aus dieser soll später die Anti-Atomkraft-Bewegung hervorgehen) geschätzte Philosoph Ernst Bloch (1885–1977) im zweiten Band seines Hauptwerks *Das Prinzip Hoffnung*: »Wie die Kettenreaktionen auf der Sonne uns Wärme, Licht und Leben bringen, so schafft die Atomenergie, in anderer Maschinerie als der der Bombe, in der blauen Atmosphäre des Friedens, aus Wüste Fruchtbland, aus Eis Frühling. Einige hundert Pfund Uranium und Thorium würden ausreichen, die Sahara und die Wüste Gobi verschwinden zu lassen, Sibirien und Nordkanada, Grönland und die Antarktis zur Riviera zu verwandeln« [5, S. 132 f.]. Vor dem gegenwärtigen Hintergrund der realen Gefahr für die Ökosysteme durch den anthropogenen Klimawandel klingen diese paradiesisch-utopischen Erzählungen des »Global Warming durch Atomkraft« gar zynisch.

Doch die anfängliche Euphorie ebbt Ende der 1950er ab, als führende Autoren und Publizisten, wie Robert Gerwin oder Friedrich Münzinger, jeweils damals und später Verfechter der »friedlichen Atomkraft« von den Problematiken der Kernenergie, wie dem radioaktiven Abfall sprechen. Auch zeigt sich, dass ausgerechnet die großen Energieversorgungsunternehmen, allen voran RWE, das mit dem VAK Kahl das erste kleine Kernkraftwerk erbaute, anfangs nicht unbedingt begeistert von der neuen Technologie waren. So spricht RWE-Vorstand Heinrich Schöller davon, »dass, wenn schon der Staat durch übereilten Bau von Kraftwer-

ken Dummheiten machen will, wir diese Dummheiten dann doch besser selber machen wollen, um sie unter Kontrolle zu halten« [6, S. 190].

Der reale Gang der Kernenergie-Entwicklung in Deutschland erklärt sich aus einer ungeplanten Synergie: Die Energiewirtschaft hatte eigentlich an der Kernenergie kein sonderliches Interesse. Doch wenn sie sich dennoch auf Drängen der Politik dazu herbeiließ, dann mit den US-Leichtwasserreaktoren, die am billigsten waren, wogegen die atomare »Community« ursprünglich deutsche Eigenentwicklungen favorisierte.

Wir leben heute in besonders turbulenten Zeiten. Deutschland hat sich nach einzigartigen öffentlichen Diskussionen und unter breitem Rückhalt der Bevölkerung mit einem bezeichnenden Zickzack-Kurs zu einem Ausstieg aus der Kerntechnik und Aufbau eines Erneuerbaren-Energien-Systems entschieden. Aber auch hier droht der weltweiten Umweltbewegung eine Spaltung durch den Ausbau dieser Erneuerbaren Energien.

Dies lässt sich erkennen am Widerstand gegen Wasserkraftwerke vom US-Westen bis zum Yangtse, an den wütenden Protesten von Natur- und Landschaftsschützern gegen Windparks und der Konkurrenzsituation von Bio-Energie mit der Ernährung der Menschheit. Um diesen Herausforderungen zu begegnen kann es ratsam sein, sich an die Überlegungen der Anti-AKW-Bewegung und den Pionieren der Solarenergie, die sogar teilweise auf der vermeintlich »anderen Seite« standen, erneut zu erinnern. Exemplarisch sei hier Bernd Stoy genannt, der in führender Stellung im RWE bereits 1976 ein Buch mit dem Titel *Wunschenergie Sonne* veröffentlichte [7]. Mit diesem Buch und der Konzeption sowie dem Bau des Solarkraftwerks Kobern-Gondorf, welches von Anfang an eine ökologische Zielsetzung durch eine sorgsame Einbettung der Module in das natürliche Umfeld vorsah, entwarf er ein vereinendes Konzept, welches auch heute noch als Vorbild für nachhaltigen Ausbau der Erneuerbaren dienen kann. Dem gegenüber stehen wir heute vor der Situation,

dass die durch die anhaltende Energiekrise ausgelöste Diskussion um Laufzeitverlängerungen der letzten drei laufenden Kernkraftwerke, alte Debatten wieder aufleben lässt, die eigentlich schon vor Jahren beendet gewesen waren.

Der Fotoband, den Sie hier vor sich haben, erscheint daher genau zur richtigen Zeit, reflektiert er doch einerseits die bunte Vergangenheit der Kernkraftwerke in Deutschland, ihr Gefahrenpotenzial, Vorfälle und anderen Anekdoten, andererseits aber auch Probleme der Zukunft, die sich aus dem Rückbau sowie der Entsorgung radioaktiver Abfälle ergeben. Es ist bemerkenswert, dass ein studentisches Projekt ein solches Werk hervorbringt, und allen Beteiligten gilt hierfür Respekt. Ich hoffe, dass der Fotoband Ihnen die komplexe Geschichte der deutschen Kernenergie, der einzelnen Kraftwerke sowie damit verbundene Kontroversen anschaulich näherbringen kann und freue mich, wenn auch für mich das Kapitel geschlossen werden kann und neue, wie das der »Solarenergie«, aufgeschlagen werden können.

Prof. Dr. Joachim Radkau im Januar 2023



KKW Krümmel (KKK)

Einleitung

Über die Vor- und Nachteile der Atomkernkraft¹ wurde schon immer kontrovers diskutiert. Durch die Anti-Atom-Protestbewegungen mit ihrem bekannten Slogan »Atomkraft? Nein danke« und Nuklearkatastrophen wie etwa die partielle Kernschmelze im Kernkraftwerk Three Mile Island 1979, die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986 und die dreifache Kernschmelze von Fukushima 2011 gewann das Thema große mediale Aufmerksamkeit. Im Jahr 2020 wurden in Deutschland noch rund 11 % des erzeugten Stroms aus Atomkernkraft gewonnen, während dieser Anteil vor etwa 20 Jahren knapp ein Drittel betrug. Sowohl in Deutschland als auch weltweit hat die Atomkernkraft – einschließlich der Frage der dauerhaften sicheren Entsorgung des Atommülls – somit erhebliche energiewirtschaftliche und volkswirtschaftliche Auswirkungen. Aber auch im Zuge der sich beschleunigenden Klimakrise und deren katastrophaler Auswirkungen auf Mensch und Umwelt wird der Atomkernkraft von verschiedenen Akteuren ein Beitrag zur Lösung zugeschrieben [7]. Besondere Aktualität erhält dieses Thema derzeit durch den Beschluss der Europäischen Kommission, durch eine Taxonomie Investitionen in Kernkraftwerke unter bestimmten Voraussetzungen als klimafreundlich einzustufen und dementsprechend als »grün« zu klassifizieren [8].

Die seit den 1950er-Jahren intensiv verfolgten Versuche, die Kernspaltung neben militärischen Anwendungen auch kommerziell zu nutzen, insbesondere zur Stromerzeugung, sind bis heute erfolglos geblieben. Trotz knapp 700 in Betrieb genommenen Kernreaktoren ist zu keiner Zeit eine wirtschaftliche Stromproduktion erfolgt, die Anreize für privatwirtschaftliche Investitionen in einem wettbewerblichen Umfeld geboten hätte [9].

In den 1950er-Jahren war die Kilowattstunde aus den ersten Atomkernkraftwerken um ein Vielfaches teurer als aus anderen Quellen. Dies hat sich bis heute nicht geändert, und die durchschnittlichen Kosten von Strom aus Kernkraftwerken liegen auch heute um ein Vielfaches über denen von Solar- bzw. Windanlagen [10].

Grund dafür sind wiederum die erheblichen und im Lauf der Zeit sogar steigenden Kosten, die durch die Handhabung der gefährlichen Spaltprozesse entstehen. Vereinfacht gesagt: Der Umgang mit hochradioaktivem Material ist gefährlich und daher mit beträchtlichen Risiken und Kosten verbunden. Die bei der Spaltung von Atomkernen (von Uran oder anderen spaltbaren Elementen wie Plutonium) auftretende radioaktive Strahlung und Energie sind so stark, dass sie innerhalb weniger Sekunden menschliches und tierisches Leben in großen Landstrichen vernichten und die Lebensgrundlage dieser Regionen für Hunderte von Jahren zerstören können. Das war der Grund, warum in den frühen 1940er-Jahren ein Wettlauf um die Entwicklung der ersten Atomwaffen im Kontext des Zweiten Weltkriegs begann. Dieser Technologie- und Rüstungswettbewerb hält bis heute an und hat seit dem Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine – und damit auf Europa – dramatisch an Aktualität gewonnen.

Demgegenüber hatte sich Deutschland schon 2002 und dann wieder nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima im parteiübergreifenden Konsens dazu entschieden, bis spätestens Ende 2022 die kommerzielle Nutzung der Atomkernkraft zu beenden. Deutschland steht mit dieser Entscheidung keineswegs allein da, wie Entwicklungen in Italien, Spanien, Schweden, der Schweiz und anderswo zeigen. In allen marktwirtschaftlich strukturierten Ländern, die keine militärischen Ambitionen für Kernwaffen hegen, gehen Kernkraftwerke ersatzlos vom Netz.

¹ In diesem Buch verwenden wir meist den vom politisierten Begriff »Atomkraft« erweiterten Begriff »Atomkernkraft« im Zusammenhang mit dem sozio-technischen System, während die Anlage zur kommerziellen Wärme- bzw. Stromerzeugung als »Kernkraftwerk« bezeichnet wird.

Insgesamt sind derzeit weltweit ca. 50 Kernkraftwerke im Bau. Gleichzeitig gehen in den kommenden zwei Jahrzehnten aber auch etwa 200 Kernkraftwerke aus Alters- oder anderen Gründen vom Netz [11]. Aufgrund der (auch) aus dem Überfall Russlands auf die Ukraine entstandenen Energiekrise werden die verbleibenden drei deutschen Kernkraftwerke statt wie ursprünglich angedacht Ende 2022 erst im Frühjahr 2023 vom Netz genommen.

Und dann? Sind somit alle potenziellen Gefahren, die von der Nutzung der Atomkraft ausgehen, beseitigt? Was passiert mit dem hochradioaktiven Atom Müll, der für Hunderttausende von Jahren (in Deutschland gesetzlich sogar über eine Million Jahre) von der Biosphäre sicher abgetrennt gelagert werden muss? Welche Mengen sind relevant für die Endlagersuche in Deutschland und wo befinden sich die hochradioaktiven Abfälle?

Die Beantwortung dieser Fragen ist Ziel des Projektes »Einfach mal abschalten – und dann?«, welches durch die Zusammenarbeit einer studentischen Projektgruppe mit dem Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik der Technischen Universität Berlin sowie den Umweltjournalist*innen Sybille und Alexander Tetsch entstand. Der vorliegende Fotoband ist ein Ergebnis dieses Projektes, bei welchem sich Studierende in einer einwöchigen »Nachhaltigkeitswerkstatt« im Frühjahr 2022 mit sozio-technischen Aspekten der Atomwende und den nächsten Schritten bei Rückbau und Endlagerung von Atomkraftwerken beschäftigt haben. Ausgehend von Bildern aller Kernkraftwerke in Deutschland, welche Sybille und Alexander Tetsch in den Jahren 2020 und 2021 aufgenommen hatten, wurde der vorliegende Fotoband im darauffolgenden Semester konzipiert und erstellt.

Er verfolgt zum einen das Ziel, eine bildstarke Reise durch die faszinierende Geschichte der kommerziellen Nutzung der Atomkraft in Deutschland zu erleben. Zum anderen werden den meist idyllischen Bildern relevante Fakten, beispielsweise zum Gefahrenpotenzial und den Herausforderungen im Umgang mit hochradioaktivem Material und dem Betrieb von Kernkraftwerken, gegenübergestellt.

Durch diese Aufarbeitung der Vergangenheit der Kernkraftwerke in Deutschland, die mit der endgültigen Stilllegung der letzten Kernkraftwerke in der Gegenwart ankommt, öffnet das Buch schließlich die Perspektive für die Zukunftsfrage: »Und dann?«. Entlang dieser Frage beschäftigen wir uns mit den Aufgaben und Herausforderungen, die nach der Beendigung der kommerziellen Nutzung der Atomkraft (»Atomausstieg«) als nächste Schritte im Prozess der Atomwende anstehen [12]. Denn mindestens ebenso aufwendig wie die Errichtung und der Betrieb von Kernkraftwerken ist die generationenübergreifende Jahrhundertaufgabe der Entsorgung der atomaren Hinterlassenschaften – sprich der Rückbau aller Kernkraftwerke in Deutschland und die sichere Endlagerung der radioaktiven Abfälle. Diese Perspektive rundet den Fotoband ab, öffnet aber zugleich auch den Themenkorridor für weitere Projekte, die in der Fortführung des Studienprojektes bearbeitet werden.

Tschernobyl ist auch bei uns



Dr med. Winfrid Eisenberg, Jahrgang 1937, ist ein deutscher Kinderarzt. Er war von 1984 bis 2002 Chefarzt der Kinderklinik Herford und ist ein Friedens- und Umweltaktivist. Seit 1981 ist er Mitglied der Internationalen Ärzte für die Ver-

hütung des Atomkrieges (IPPNW), zeitweise auch im Vorstand. Seine medizinischen Gutachten über die fehlerhafte Verwendung von Röntgenaufnahmen zur Altersschätzung von unbegleiteten minderjährigen Flüchtlingen (UMF) fanden bundesweit Beachtung.

Tschernobyl ist auch bei uns – das ist der Titel einer Broschüre über unsere waghalsige Aktion am Kühlturm des Thorium-Hochtemperatur-Reaktors THTR 300 in Hamm-Uentrop im Juli 1986. Am 26. April 1986 hatte sich der Super-GAU in Tschernobyl in der Nord-Ukraine ereignet: Wechselnde Winde trugen die massenhaft frei gewordenen radioaktiven Partikel über Tausende Kilometer nach ganz Europa und Kleinasien. Deutschland, besonders der Süden, war erheblich betroffen. Aber auch in unserer Region Ostwestfalen fielen mit einem warmen Mairegen in der Nacht vom 30. April zum 1. Mai reichlich strahlende Teilchen auf Gärten, Felder, Wiesen, Wälder, Städte und Dörfer. Wenige Tage später, am 4. Mai 1986, gelangte bei einem durch menschliche und technische Fehler verursachten »Störfall« im THTR Hamm-Uentrop eine große Menge radioaktiver Substanzen in die nähere und weitere Umgebung. Der THTR-Betreiber VEW (Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen) versuchte, die »Gunst der Stunde« zu nutzen und die eigenen Emissionen der Tschernobyl-Wolke unterzuschieben. Unabhängige Messungen ergaben aber

in Hamm-Uentrop eine ganz andere Isotop-Zusammensetzung als in den Tschernobyl-Wolken. So konnte der kriminelle Täuschungsversuch der VEW nachgewiesen werden [51].

Im Herforder »Arbeitskreis Gegengift« entstand nach der Katastrophe von Tschernobyl die Idee einer wirkungsvollen Protestaktion gegen die Atomwirtschaft. Wir dachten zunächst an die gewaltfreie Besetzung des für uns am nächsten liegenden AKW Grohnde. Als aber der Störfall in Hamm-Uentrop bekannt wurde, beschlossen wir, unsere Planungen auf dieses AKW zu richten.

Ich war seit 1984 ärztlicher Leiter der Herforder Kinderklinik. Nach Tschernobyl wurde ich jeden Tag von Eltern und auch von werdenden Eltern gefragt, wie sie ihre Kinder vor der Radioaktivität schützen, was sie ihnen zu essen geben könnten, ob und wann sie wieder auf den Spielplatz dürften und vieles mehr. Es hatte sich schnell herumgesprochen, dass Kinder um ein Vielfaches strahlensensibler sind als Erwachsene. Ich hatte mich in die medizinischen Strahlenfolgen eingearbeitet, hielt zahlreiche Vorträge und beteiligte mich an Diskussionen zu diesem Thema – in Schulen, Kirchen, Turnhallen und Gaststätten. Eltern-Initiativen wie z. B. »Mütter gegen Atomkraft« luden jeweils ein; sie waren damals, kurz nach Tschernobyl, in fast jedem Stadtteil und in jedem Dorf entstanden. Die Vortragssäle waren in der Regel bis auf den letzten Platz besetzt. Vorher unbekannte Fachausdrücke wie Halbwertszeit, Isotope, Alpha-, Beta- und Gammastrahlen, Geigerzähler, Kontamination, Becquerel, rem, Sievert und viele andere gehörten bald zur Alltagssprache.

Was sollte ich den fragenden Eltern antworten, wo es doch keine ehrlichen Antworten gab, die irgendwie positiv klangen? Billig beschwichtigen wollte ich nicht, Panik verursachen aber auch nicht. In der Wohnung bleiben, den Kindern nur Vor-Tschernobyl-Milch und andere Nahrungsmittel geben und ähnliche frustrierende Ratschläge waren nicht wirklich hilfreich. Einmal freigesetzte Radioaktivität kann eben von keinem Minister, General oder Strahlenschutzbeauftragten wieder eingefangen werden.

Nach Tschernobyl breitete sich in der Bevölkerung Angst, Ohnmachtsgefühl, Wut und depressive Gedanken aus: Hilflosigkeit und Erschrecken über die nicht beherrschbare, angeblich doch so »friedliche« Atomtechnologie.

Manche versuchten diese Gefühle mit makabren Sprüchen wie »Mairegen bringt Segen« zurückzudrängen, andere gingen ihren Alltagsbeschäftigungen nach und bemühten sich, so zu tun, als sei nichts gewesen – aber sicherheitshalber beeilte man sich dennoch, so viel wie möglich Vor-Tschernobyl-Milch und -Nahrungsmittel aller Art zu ergattern. Die entsprechenden Regale waren im Nu leergefegt.

Das Ohnmachtsgefühl und die resignierte Haltung »Wir können ja doch nichts gegen die internationale Atomwirtschaft tun« waren unsere Sache im Arbeitskreis Gegengift nicht. Wir wollten mit einer spektakulären Aktion ein deutliches Zeichen gegen die skrupellose Atomindustrie setzen.

Die Besetzung des 181 Meter hohen Trockenkühlturms des THTR 300 in Hamm-Uentrop bereiteten wir mehrere Wochen lang sorgfältig vor. Ein wichtiges, vielleicht entscheidendes Detail unseres Besetzungserfolgs war der Weg zum Kühlturm. Jeder kleine Wald- und Feldweg, der in Richtung Kühlturm führt, wurde von Polizeistreifen und Wachleuten mit Hunden sorgfältig überwacht; mehrfach waren andere Gruppen, die Ähnliches wie wir vorhatten, auf diesen Wegen aufgegriffen worden.



Eine vermutlich sowjetische Plakette am KKW Greifswald

Wir wählten deshalb einen anderen Zugang: die Mäander des Flüsschens Lippe. Wir ließen unser großes, vollgepacktes Schlauchboot ca. 10 Kilometer oberhalb des AKW zu Wasser und trieben lautlos mit der trägen Strömung der Lippe bis in unmittelbare Nähe des Kühlturms – unentdeckt. Die Flussbiegung, die wir als Ziel für die Landung gewählt hatten, war nur 250 Meter Luftlinie vom Fuß des Kühlturms entfernt.

Auch unsere Walkie-Talkie-Funkgeräte, ziemlich unhandliche Vorläufer der Handys, trugen maßgeblich zum Erfolg bei. Zwei unserer Freunde saßen hoch oben in zwei Aussichtsbäumen am anderen Ufer der Lippe. Sie hatten einen tadellosen Überblick über das gesamte Gelände und beobachteten jeden Schritt der Wachleute und Polizisten. Wir waren unter einem großen Busch versteckt und warteten auf die Nachrichten unserer Freunde. Und dann war es um drei Uhr morgens endlich so weit. Aus unserem Funkgerät knarzte es: »Die Luft ist im Moment rein, aber sicher nur kurz.«

Jetzt war also äußerste Eile geboten! So schnell und zugleich lautlos wie möglich erklimmen wir den Kühlturm und erreichten – immer noch un bemerkt – mit dem ersten Tageslicht die kleine Plattform am oberen Ende des Turms. Unsere 6 x 4 Meter große, am höchsten Punkt des Turms angebrachte Anti-Atom-Fahne soll von der Autobahn Hannover-Dortmund wie ein frecher Piratenwimpel ausgesehen haben.

Im Laufe des Vormittags versammelten sich zahlreiche Unterstützer*innen, aber auch mehrere Polizei-Einheiten am Fuß des Kühlturms. Wir kommunizierten mit unseren Unterstützer*innen per Walkie-Talkie und waren dabei ziemlich sicher, dass die Polizei unsere Funk-Gespräche mithörte. Deshalb benutzten wir für Nachrichten, die nicht für die Polizei geeignet/bestimmt waren, eine hierzulande eher ungewöhnliche Sprache: Kiswahili (Suaheli). Meine Frau und ich hatten ein paar Jahre als Ärzte in Tansania gearbeitet, sodass wir uns in dieser Sprache verständigen konnten. Später konnten wir im Polizeibericht tatsächlich nachlesen, dass sich die Besetzer und ihre Unterstützer*innen zeitweise in einer unbekanntenen Sprache unterhalten hätten.

Unsere Hauptforderung war, den Pannereaktor Hamm-Uentrop und alle anderen Atomanlagen stillzulegen. Wir blieben drei lange Tage und Nächte auf dem Turm; Polizei und Wachmannschaften hatten keine Möglichkeit, uns herunterzuholen [52].

Im Oktober 1987 hatten wir dann Gelegenheit, den Richtern und Schöffen am Amtsgericht Hamm sowie dem Staatsanwalt aus Dortmund unsere Beweggründe für die Teilnahme an der Aktion darzulegen. Die Anklage lautete auf Hausfriedensbruch, Sachbeschädigung und Nötigung. Außer einer geringen Sachbeschädigung wurden die Anklagepunkte fallen gelassen, wir wurden freigesprochen gegen ein überschaubares Bußgeld von 3.600 Mark, das wir als »Spende ohne Spendenquittung« (Scherz des Richters) an den BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland), in dem wir selbst Mitglieder sind, entrichteten [53].

Tatsächlich wurde der THTR 300 im September 1989 stillgelegt und der Kühlturm im September 1991 gesprengt. Wir fanden das schade – man hätte den mit 181 Metern weltweit höchsten Kühlturm als Industriedenkmal einer hochgefährlichen Sackgassen-Technologie und als wunderschönen Aussichtsturm mit grandiosem Blick auf die Flusslandschaft der Lippe erhalten sollen.

Für mich selbst gab es noch ein pikantes Detail. Als ich 1984 die Leitung der Herforder Kinderklinik übernahm, war damit, ob ich wollte oder nicht, die »Verbeamtung« verbunden. Nach der Kühlturmaktion wurden Ermittlungen wegen des Verdachts auf ein Dienstvergehen gegen mich eingeleitet: Es ging vorrangig um den §56 des Landesbeamtengesetzes NRW, in dem Beamte zur Mäßigung und Zurückhaltung bei politischer Betätigung verpflichtet sind.

Auf den Vorwurf, als Beamter und Mitarbeiter im Öffentlichen Dienst gegen diesen Paragraphen verstoßen zu haben, erwiderte ich damals wie folgt:

»Das Ausmaß der Lebensbedrohung durch Radioaktivität ist so unermesslich, dass ich es als Arzt für erforderlich halte, deutliche Zeichen dageganzusetzen. Im Verhältnis zu dieser Bedrohung sind wir bei unserer Aktion außerordentlich maßvoll vorgegangen; es bestand in unserer Gruppe Einigkeit darüber, dass kein Mensch zu Schaden kommen dürfe. Wenn uns auf dem Weg zum Turm oder im Turm ein Arbeiter, ein Wachmann oder ein Polizeibeamter begegnet wäre, hätten wir die Aktion als beendet angesehen und uns widerstandslos auch von einem einzelnen Unbewaffneten abführen lassen. Maßvoll verhielten wir uns auch im Bestreben, Sachschaden so gering wie möglich zu halten. Wenn ich die dauernd ausgeübte Gewalt und Nötigung der Kraftwerksbetreiber gegenüber den Menschen und der gesamten belebten Natur (durch den ständigen Ausstoß radioaktiver Nuklide) vergleiche mit dem von uns vorgenommenen Austausch zweier Türschlösser, so nenne ich die letztere Maßnahme maßvoll; sie war im Rahmen unseres zeichenhaften Protests leider unumgänglich. Wir sind uns auch bewusst und rechnen damit, dass wir Gelegenheit haben werden, diesen Sachverhalt einem Gericht erklären zu können. Es ist sicher richtig, dass unsere Aktion ein gewisses Aufsehen erregt hat. Sie ist aber in der Bevölkerung weit überwiegend auf Zustimmung gestoßen. Meine Beteiligung als Beamter und Mitarbeiter im Öffentlichen Dienst hat den Menschen gezeigt, dass wir uns nicht als funktionierende, willen- und meinungslose Rädchen eines großen Uhrwerks fühlen müssen, sondern frei sind, unsere Überzeugungen in lebenswichtigen Fragen deutlich zu machen. Beamte, die von dieser Freiheit Gebrauch machen, beeinträchtigen nicht das Ansehen der Beamten und des Öffentlichen Dienstes, sondern sie erhöhen es.«

Über die Ermittlungen wegen des Verdachts auf ein Dienstvergehen wurde in den lokalen und auch überregionalen Zeitungen berichtet. »Ist so einer als Chefarzt überhaupt noch tragbar?«, wurde in konservativen Zeitungen gefragt.

Daraufhin erhielt der Oberkreisdirektor – der Kreis Herford war Träger der Klinik, der Oberkreisdirektor deshalb mein Dienstvorgesetzter – Berge von Post: Mütter und Väter, Kolleginnen und Kollegen, Mitarbeiter*innen im Öffentlichen Dienst, ehemalige Patienten, zahlreiche Bürger*innen aus dem ganzen Bundesgebiet forderten, die Ermittlungen gegen mich einzustellen. Eine große Solidarität mit unserer Aktion in der Bevölkerung wurde deutlich. Tenor: »Er hat es auch für uns getan«. Der Kreis entschied schließlich, auf das Ergebnis der Gerichtsverhandlung zu warten. Nachdem wir dort freigesprochen worden waren, stellte der Kreis das Ermittlungsverfahren ein [54].

Schon vor Tschernobyl habe ich mich mit der besonderen Strahlensensibilität der Kinder beschäftigt. John W. Gofman (1918–2007, Physiker und Arzt) hatte 1969 seine Arbeit »Low Dose Radiation, Chromosomes, and Cancer« veröffentlicht. Darin beschrieb er, dass es unbedenkliche Grenzwerte nicht gibt. Sein LNT-Modell (Linear No Threshold) wurde lange Zeit bekämpft, ist aber inzwischen allgemein anerkannt. Es besagt, dass die Dosis-Wirkungs-Kurve als gerade Linie durch den Nullpunkt geht, dass es also keine Schwelle gibt, unterhalb derer Strahlung ungefährlich sei. Von Auswirkungen der Niedrigstrahlung sind Kinder viel stärker betroffen als Erwachsene. Woran liegt das?

Der Hauptgrund besteht darin, dass Kinder wachsen. Wachstum geht einher mit einer allgemein hohen Zellteilungsfrequenz. Zellen in der Teilungsphase (Mitose) sind viel anfälliger für Strahlenschäden als ruhende Zellen. Je jünger ein Kind, desto schneller wächst es. Das jüngste Kind, der Embryo, wächst so schnell, dass sich seine Zellen fast ohne Ruhepausen teilen. Deshalb ist jede Strahlenbelastung in der Schwangerschaft besonders gefährlich – für das ungeborene Kind.

Ein zweiter Grund ist, dass bei ungeborenen Kindern und bei Säuglingen die Zellreparatur-Mechanismen fehlen oder noch nicht ausgereift sind. Deshalb können diese Kinder eingetretene Zellschäden nicht erkennen und reparieren bzw. solche Zellen eliminieren.

Und es gibt einen dritten Grund: Um wachsen zu können, müssen Kinder logischerweise mehr Stoffe aufnehmen als abgeben, sie haben also eine positive Stoffbilanz. Ein Beispiel dafür ist der enorme Calciumhunger des wachsenden Skeletts. Leider kann der menschliche Körper das lebenswichtige Calcium und das chemisch sehr ähnliche, radioaktive Isotop Strontium-90 nicht unterscheiden. Wenn also strahlendes Strontium-90 – und seien es nur Spuren – in der Luft oder in der Milch vorhanden ist, zieht der kindliche Knochen dieses Element an wie ein trockener Schwamm das Wasser. Der langfristig an Stelle von Calcium im Knochen oder in den Zähnen eingebaute Betastrahler Strontium-90 ist nicht nur eine wesentliche Leukämie-Ursache, sondern auch Mitursache für andere Erkrankungen mit langer Latenz. Strontium-90 wird in seiner Schädigung üblicherweise stark unterschätzt, nicht zuletzt weil es schwerer nachzuweisen ist als z. B. Caesium.

Die besondere Strahlensensibilität ungeborener und kleiner Kinder ist auch in der aufwendig durchgeführten Studie »Kinderkrebs um Kernkraftwerke« (KiKK-Studie) deutlich geworden. Diese Studie war vom Bundesamt für Strahlenschutz in Auftrag gegeben und vom Mainzer Kinderkrebsregister geplant, durchgeführt und Ende 2007 veröffentlicht worden. Das Ziel war, die Unbedenklichkeit der Atomreaktoren zu beweisen. Umso überraschender war für alle Beteiligten und auch für die Öffentlichkeit das Ergebnis: Kinder unter fünf Jahren, die in einem Umkreis von 5 Kilometern um ein deutsches AKW wohnen, erkrankten mehr als doppelt so oft an Leukämie als entsprechende Kinder, die nicht dort leben. Ich habe damals eine Broschüre mit dem Titel »Atomkraftwerke machen Kinder krank« verfasst, die gemeinsam von der Anti-Atom-Organisation .ausgestrahlt und der IPPNW (Internationale Vereinigung der Ärzt*innen für die Verhütung des Atomkrieges) herausgegeben wurde.

Übrigens ist es in der deutschen Sektion der IPPNW immer schon klar gewesen, dass die militärische und die zivile Atomwirtschaft wie die beiden Seiten einer Medaille zusammengehören – im Gegensatz zu den Sektionen der USA und der skandinavischen Länder, wo man sich nur gegen die Atombomben engagiert.

Im Oktober 2013 trafen sich in Ulm Ärztinnen und Ärzte aus dem Arbeitskreis Atomenergie der IPPNW und Wissenschaftler*innen der Fachrichtungen Strahlenbiologie, Epidemiologie, Statistik und Physik aus Deutschland und der Schweiz zu einem Fachgespräch über die Gefahren ionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich. Die Ergebnisse dieses Expertentreffens liegen als IPPNW-Information »Gefahren ionisierender Strahlung – Ergebnisse des Ulmer Expertentreffens vom 19.10.2013« bei der IPPNW-Geschäftsstelle und im Internet vor – einschließlich eines ausführlichen Literaturverzeichnisses mit 165 Titeln [55].

Es gibt Kapitel über die keineswegs harmlose »Hintergrundstrahlung«, über die Gefahren der medizinischen Strahlendiagnostik und -therapie, über die Gesundheitsschäden nach Atombombentests und in der Nähe atomarer Anlagen, über Abschätzung von Gesundheitsrisiken mittels Kollektivdosiskonzept, über die fehlende Eignung der Hiroshima- und Nagasaki-Studien zur Ableitung von Risikofaktoren und schließlich auch über ein risikobasiertes Strahlenschutzkonzept.

Die beiden letzten Sätze dieses »Ulmer Papiers« gehen auf mein Hauptanliegen als Kinderarzt ein:

»Dem Schutz des ungeborenen Lebens und der genetischen Unversehrtheit der nachkommenden Generationen muss die höchste Priorität eingeräumt werden. Der Strahlenschutz muss deshalb die Erwachsenenmodelle ergänzen und sich dabei an der besonderen Vulnerabilität von Ungeborenen und Kindern orientieren.« [55, S. 4]



THTR Hamm-Uentrop

Porträts der deutschen Kernkraftwerke

In diesem Fotoband zeigen wir die kontroverse Geschichte der Atomkernkraft anhand zahlreicher Porträts deutscher Kernkraftwerke auf. Diese Porträts sind für 19 Standorte in Deutschland, die der Karte auf der rechten Seite zu entnehmen sind, angefertigt worden. Die Reihenfolge der Standorte gliedert sich lose nach dem jeweiligen Abschaltdatum, so dass Standorte mit Reaktoren, die schon länger abgeschaltet sind, früher im Fotoband erscheinen. Die Reihenfolge der Abschaltungen ist dem unten gezeigten Zeitstrahl zu entnehmen.

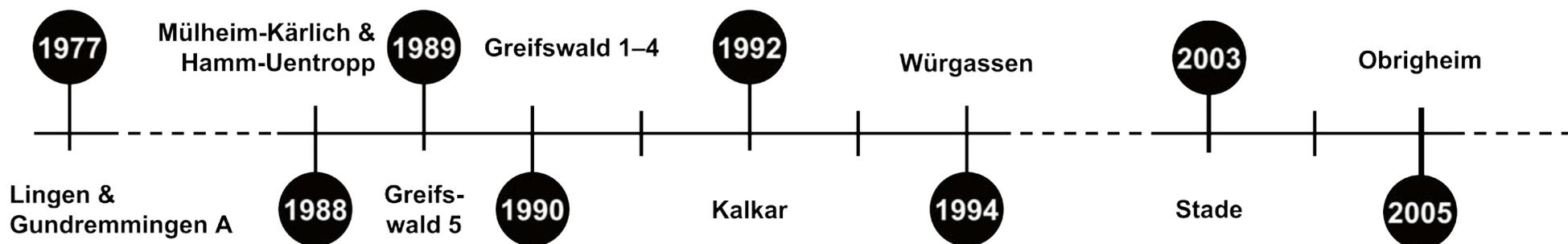
Die Porträts sind dabei der Übersicht halber standardisiert und beginnen mit einem kurzen Steckbrief für jeden an dem jeweiligen Standort installierten Kernreaktor sowie dem Standort der Anlagen. So wird für jedes deutsche Kernkraftwerk der *Reaktortyp* bestimmt, wobei es sich meist entweder um einen Druckwasserreaktor oder um einen Siedewasserreaktor handelt. Zudem wird im Folgenden unterschieden zwischen dem *offiziellen Baubeginn* und der *kommerziellen Inbetriebnahme*, die teilweise mit dem Netzanschluss gleichgesetzt wurde, wenn andere Informationen nicht zur Verfügung standen. Das *endgültige Abschaltdatum* beschreibt lediglich das Ende des Leistungsbetriebs, wobei es keinesfalls als »Ende des Kraftwerks« verstanden werden darf. Die Abbaukosten, die Zerlegung, Handhabung, Lagerung und der Transport von Hunderten Tonnen zum Teil hochradioaktiver Abfälle sowie die ungelöste Frage der Endlagerung dieser strahlenden Stoffe sind einige der Probleme, die erst nach dem Abschalten eines Kernkraftwerks relevant werden.

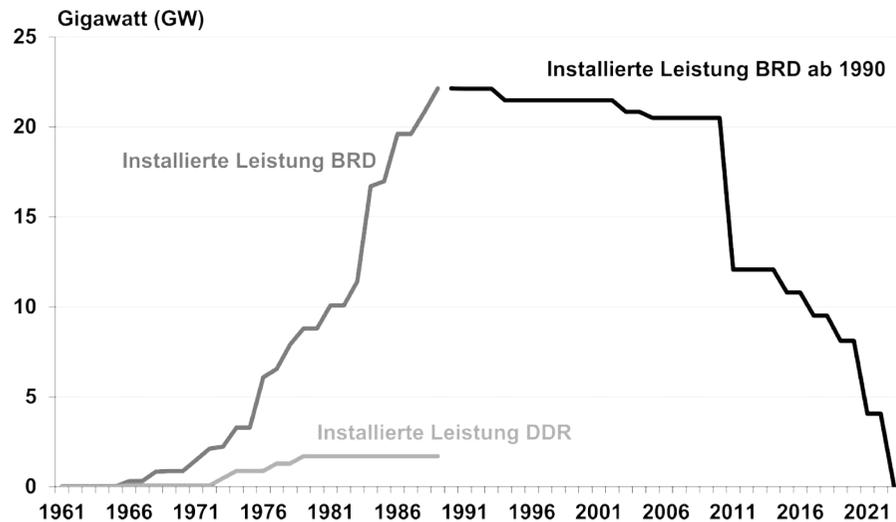


-  Standort des Kernkraftwerks
-  Reaktortyp
-  Baubeginn
-  Kommerzielle Inbetriebnahme
-  Letzte Netzeinspeisung
-  Endgültige Stilllegung
-  Meldepflichtige Ereignisse
-  Elektrische Nettoleistung

Teilweise wurden Kernkraftwerke auch *vorläufig stillgelegt*, bevor die endgültige Abschaltung erfolgte. Ist dies der Fall, so wurde dies mit dem Pausensymbol gekennzeichnet. Des Weiteren informieren wir über die *Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse* sowie die *elektrische Nettoleistung*, die bei Maximallast ins Netz eingespeist werden konnte.

Zur allgemeinen Einordnung des unten gezeigten Zeitstrahls und der Entwicklung der Atomkernkraft in Deutschland zeigen wir auf der nächsten Seite zusätzlich die bis 1990 in beiden deutschen Staaten kummulierte installierte Kraftwerksleistung, die nach der Wiedervereinigung zusammengefasst dargestellt ist [56]. Dabei ist zu erkennen, dass die DDR-Kraftwerke schon 1990 abgeschaltet wurden und die installierte Leistung kontinuierlich abgenommen hat. Dabei ist der stärkste Rückgang 2011 nach der Katastrophe von Fukushima zu vermerken.



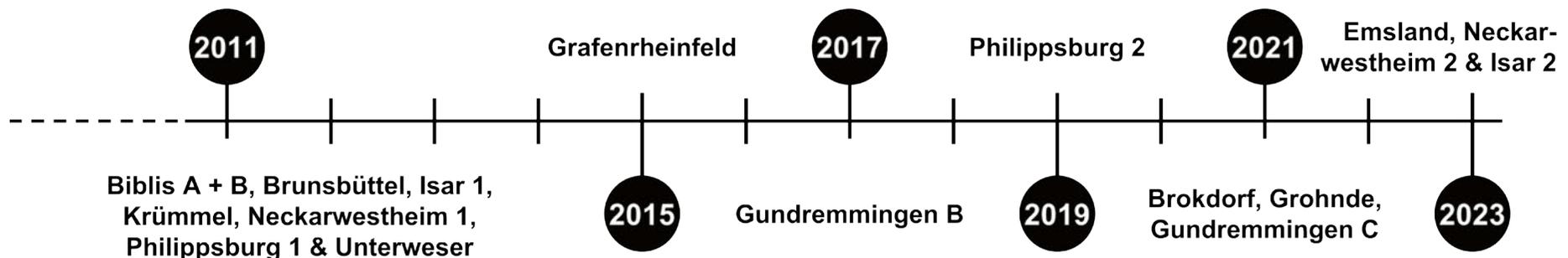


Quelle: Eigene Darstellung basierend auf [56]

Weiterhin wird für jeden Standort, sofern vorhanden, das dort in sog. Zwischenlagern gelagerte radioaktive Inventar ausgewiesen. Dabei unterscheiden wir, entsprechend der offiziellen Nomenklatur des Bundesumweltministeriums [57], zwischen hochradioaktiven, äußerst gefährlichen Abfällen und sonstigen radioaktiven, weniger gefährlichen Abfällen. Letztere sind wiederum aufgeteilt in sog. Rohabfälle und vorbehandelte, aber noch nicht verpackte Abfälle sowie bereits konditionierte Abfälle und schließlich sog. Endlagergebände. Letztere warten bereits auf die Einlagerung in ein noch nicht existierendes Endlager.

Hochradioaktive Abfälle, die aus mehr oder weniger vollständig abgebrannten Brennelementen bestehen, werden entweder in sog. CASTOR-Behältern oder in mit Wasser gefüllten Lagerbecken aufbewahrt, um die Wärmeentwicklung der Abfälle zu beherrschen. In den Porträts sind beide Lagerungsformen dargestellt. So zeigt die Anzahl der dargestellten CASTOR-Behälter die tatsächlich am Ort befindliche Anzahl, während die im Porträt dargestellten Brennelemente in den Nasslagern tatsächlich zehn echten Brennelementen am Standort entsprechen.

In Deutschland gibt weder für schwach- und mittelradioaktive oder für hochradioaktive Abfälle ein Endlager. Eine detaillierte Beschreibung der dazu stattfindenden Prozesse, insbesondere der des Standortauswahlverfahrens für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, ist im letzten Kapitel dieses Fotobands zu finden, wenn die verschiedenen Entsorgungspfade für radioaktive Abfälle beleuchtet werden.





KKW Gundremmingen (KRB)

Gundremmingen



KRB A

- 📍 Gundremmingen, Bayern
- 🏭 Siedewasserreaktor (1. Gen)
- 📅 12.12.1962
- ▶️ 12.04.1967
- 📅 13.01.1977
- ⚠️ 26 Ereignisse
- ⚡ 237 MW

KRB B

- 📍 Gundremmingen, Bayern
- 🏭 Siedewasserreaktor (SWR-72)
- 📅 20.07.1976
- ▶️ 19.07.1984
- 📅 31.12.2017
- ⚠️ 124 Ereignisse + 8 (Doppelblock)
- ⚡ 1.284 MW

KRB C

- 📍 Gundremmingen, Bayern
- 🏭 Siedewasserreaktor (SWR-72)
- 📅 20.07.1976
- ▶️ 18.01.1985
- 📅 21.12.2021
- ⚠️ 116 Ereignisse
- ⚡ 1.284 MW

Das Kernkraftwerk Gundremmingen (KRB) bestand aus den drei Reaktoren A, B und C, allesamt Siedewasserreaktoren. 1977 wurde der KRB A, Deutschlands erstes Großkernkraftwerk endgültig abgeschaltet, nachdem die Entstehung von radioaktivem Dampf zum wirtschaftlichen Totalausfall geführt hatte. Er wird seit 1983 zurückgebaut.

KRB B und C wurden 1984 und 1985 in Betrieb genommen. Diese Doppelblockanlage mit den letzten aktiven deutschen Siedewasserreaktoren bildete das größte Kernkraftwerk in Deutschland [58]. Die Stilllegung erfolgte 2017 bzw. 2021.

Anders als bei Druckwasserreaktoren gelangt bei Siedewasserreaktoren radioaktiv kontaminiertes Wasser in andere Bereiche neben dem Reaktorgebäude, wie etwa in die Turbinen oder das Maschinenhaus. Zudem müssen die Steuerstäbe, die die Regelung und Abschaltung des Reaktors ermöglichen, gegen die Schwerkraft in Position gehalten werden [13].



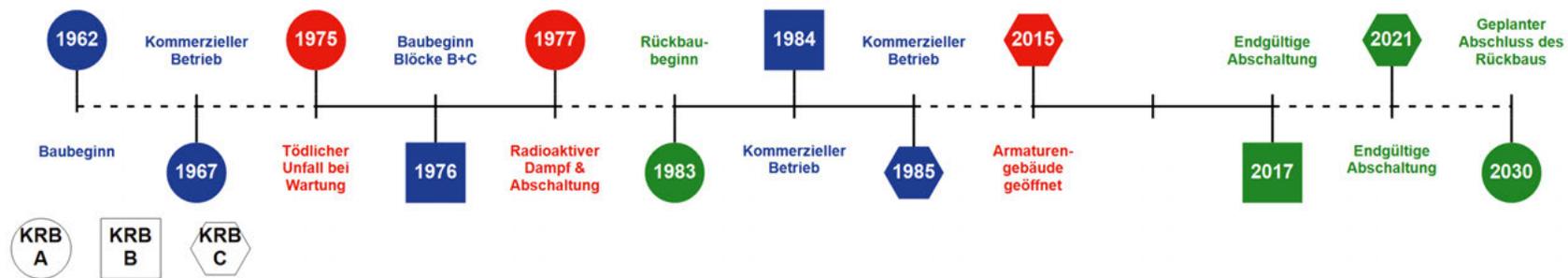
Die Betreibergesellschaft Kernkraftwerke Gundremmingen (KKG) gehört zu 75 % zu RWE und zu 25 % zu PreussenElektra, der Atomsparte von E.ON. Schadensersatzklagen von E.ON wegen der frühzeitigen Stilllegungen von KRB B und C wurden Ende 2016 vom Bundesverfassungsgericht abgelehnt [59].

Vorfälle

1975 ereignete sich am KRB A ein Zwischenfall, der zu den ersten Todesopfern an einem deutschen Kernkraftwerk führte. Während der routinemäßigen Wartung an einem Ventil des Primärwasserkreislaufs trat heißer Wasserdampf aus, der bei zwei Männern zu tödlichen Verbrennungen und Verbrühungen führte. Über mehrere Tage wurde der Zwischenfall vertuscht, bis schließlich die Öffentlichkeit informiert wurde. Anders als vom Betreiber behauptet, handelte es sich dabei auch nicht um einen »konventionellen Unfall«, da das zerstörte Ventil als Bestandteil des radioaktiven Komplexes der Anlage nur durch ein einziges Ventil vom Reaktordruckbehälter getrennt war. Freigesetzte Radioaktivität bewegte sich laut Betreiber in »erträglicher Dosis« [60].

1977 kam es nach einem Kurzschluss an einer Hochspannungsleitung zu einem Fehler in der Turbinensteuerung, der »zu einem erheblichen Schaden in der Anlage geführt« hat [61]. Dabei wurde der Reaktor nach einer Schnellabschaltung vorschriftsmäßig geflutet. Allerdings schalteten sich die Kühlwasserpumpen nicht ab, sodass das Reaktorgebäude überlief und die Kondensation des Wassers zu Dampferzeugung führte [62]. Dabei gelangte radioaktiver Dampf bis in den Sicherheitsbehälter des Reaktors, weshalb schlussendlich im Jahr 1980 die endgültige Stilllegung von KRB A beschlossen wurde [61]. Während der äußerst kurzen Betriebsdauer wurden 26 meldepflichtige Ereignisse registriert [63].

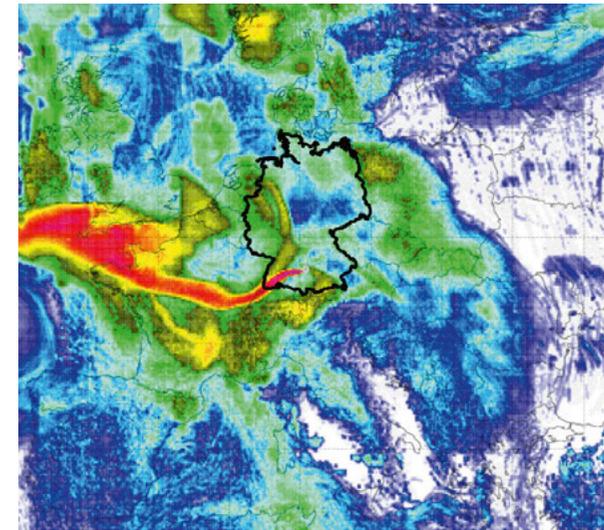
Auch an den anderen beiden Reaktoren kam es immer wieder zu Vorfällen. 2015 wurde während des Brennelementwechsels an KRB B versehentlich das Armaturengebäude des KRB C, welches sich im Leistungsbetrieb befand, geöffnet. KRB C schaltete sich dadurch gemäß Protokoll ab. Eine erhöhte Strahlenbelastung soll es nicht gegeben haben [64]. Wegen des Defekts zweier Brennelemente wurden im Frühjahr 2019 neue Brennelemente in den Reaktor KRB C eingebracht. Beim Hochfahren des Reaktors kam es zu einer Störung an zwei Entlastungsventilen, die sich nicht öffneten [65]. Bis Mitte 2022 wurden zu KRB B und C insgesamt 248 Ereignisse gemeldet [63].



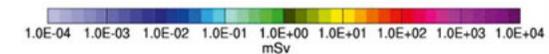
Über eine für Kernkraftwerke eher ungewöhnliche Störung wurde 2016 berichtet: Mehrere Computersysteme am KRB waren mit zwei verschiedenen Computerviren infiziert worden. Laut Betreiber bestand wegen der Entkopplung aller sensiblen Bereiche vom Internet keine Gefahr für die Bevölkerung. Allerdings sei Schadsoftware auch auf mehreren USB-Sticks gefunden worden, die die Übertragung auf interne, nicht ans Internet angeschlossene Systeme, ermöglicht haben sollen [66]. Schon Jahre zuvor war über die Gefahr für Kernkraftwerke und andere kritische Infrastruktur durch Hackerangriffe und Cyberterrorismus berichtet worden [67].

FlexRisk Karte: Lebenslange effektive Dosis Erwachsene am KKW Gundremmingen

**Simulation der Wetterlage
24. Juli 1995 – 8. August 1995**



Quelle: Project flexRISK (flexrisk.boku.ac.at)



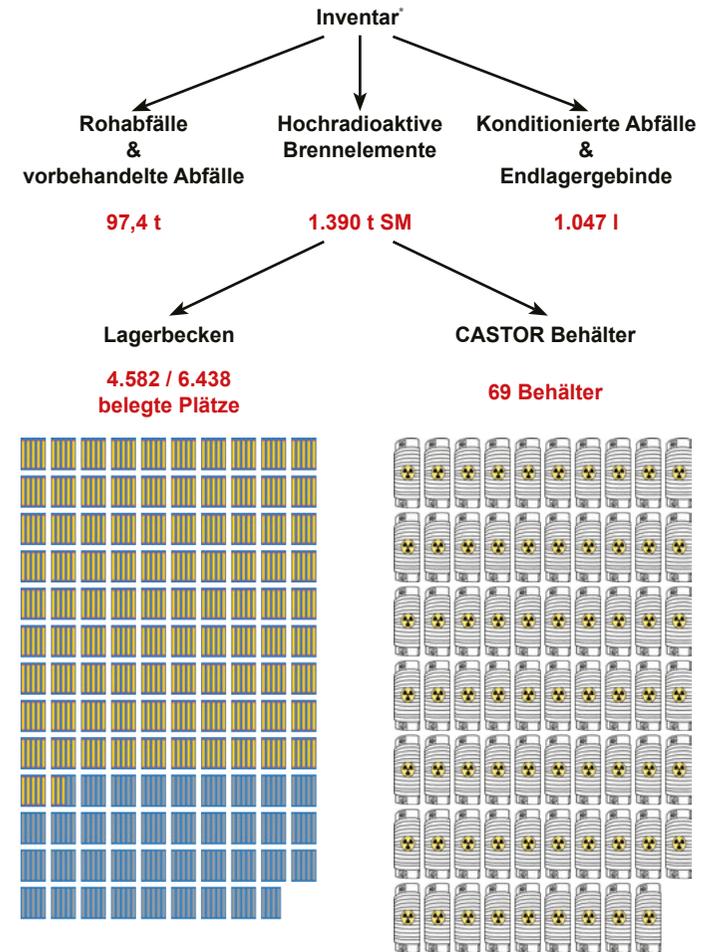
Abschaltung und Rückbau

Die Rückbaugenehmigung für das KRB A wurde 1983 erteilt. Fünf Jahre später war die Anlage brennstofffrei, und mittlerweile sind die wesentlichen kontaminierten Komponenten, darunter auch der Biologische Schild, abgebaut. Das ehemalige Maschinenhaus wurde zwischenzeitlich zum »Technologiezentrum Gundremmingen« umgewandelt, wo Anlagenteile zerlegt, gereinigt und für die Entsorgung vorbereitet werden [68]. Anfang der 2030er-Jahre soll der vollständige Rückbau des KRB A nach ca. 40 Jahren abgeschlossen sein. Das Kernkraftwerk war knapp 15 Jahre am Netz gewesen.

Die Doppelblockanlage aus KRB B und C soll in einem Zuge zurückgebaut werden, da gemeinsam genutzte Systeme für den Betrieb des KRB C bis Ende 2021 notwendig waren. Beide Blöcke haben mittlerweile ihre Stilllegungs- und Abbaugenehmigung erhalten. Der vollständige Abriss soll Anfang der 2040er-Jahre abgeschlossen sein [59].

Das Nasslager des KRB B kam im Jahr 2018 beinahe an seine Kapazitätsgrenzen, als 784 Brennelemente aus dem Reaktordruckbehälter zu den bereits vorhandenen 1.540 Brennelementen hinzugefügt wurden [69]. Weitere 2.258 befinden sich im Nasslager des KRB C. Ende 2019 gab es vor Ort 69 CASTOR-Behälter, die 3.588 Brennelemente beinhalten [57].

Die Anlage KRB A ist kernbrennstofffrei [59]. Bis 1980 wurden 120 Tonnen abgebrannten Kernbrennstoffs zu verschiedenen Wiederaufbereitungsanlagen transportiert, unter anderem nach La Hague in Frankreich und Sellafield in Großbritannien. Weiteren radioaktiven Abfall brachte man zum CLAB, dem schwedischen Atommülllager für abgebrannte Brennelemente, sowie nach ASSE II, Morsleben und Mitterteich [70].



* Stand 31. Dezember 2019

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Verzeichnissen radioaktiver Abfälle des BMUV



KRB^{II}



KKW Gundremmingen (KRB)



THTR Hamm-Uentrop

Hamm-Uentrop



-  Hamm-Uentrop, Nordrhein-Westfalen
-  Thorium-Hochtemperaturreaktor (THTR-300)
-  01.05.1971
-  01.06.1987
-  29.09.1988
-  01.09.1989
-  125 Ereignisse
-  296 MW

Der Bau des Thorium-Hochtemperaturreaktors (THTR) in Hamm-Uentrop hat 2,045 Milliarden Euro gekostet, die größtenteils durch die Steuerzahler*innen bezahlt wurden [71]. Der Reaktor, der auch Prozesswärme für die Kohlevergasung liefern sollte [72], war nur 423 Tage im Volllastbetrieb. Aufgrund dieser verheerenden Bilanz gilt das Projekt als eine der Infrastrukturmaßnahmen mit dem schlechtesten Kosten-Nutzen-Verhältnis in Deutschland [73].

Dies ist auch auf die sehr spezielle und nicht erprobte Bauweise des Reaktorkonzepts zurückzuführen. Es handelt sich um einen heliumgekühlten Hochtemperaturreaktor (Kugelhaufenreaktor mit 675.000 tennisballgroßen Brennstoffkugeln), der als Prototypkraftwerk erstmalig errichtet wurde. Die Besonderheit bei diesem Konzept ist, dass die Brennelemente (bestehend aus ca. 10 % Uran und 90 % Thorium) nicht in Form von Brennstäben zugeführt werden, sondern in Kugeln mit einem Durchmesser von 6 Zentimetern und einem Gewicht von je 200 Gramm. Weiteres Merkmal des Reaktors ist die Fähigkeit, nicht nur Uran-235 sondern auch Uran-233 zu nutzen, welches in einem internen Brutprozess »erbrütet« werden sollte.

Praktisch funktionierte dies jedoch nur sehr eingeschränkt, da ein geschlossener Brennstoffkreislauf nicht dargestellt werden konnte. Dafür wäre eine sehr teure externe Wiederaufbereitung notwendig gewesen. Trotz des internen Brutprozesses (Thorium-232 in Uran-233) war der THTR also kein »Brutreaktor« im eigentlichen Sinne, da weniger Spaltmaterial erbrütet als verbraucht wurde. Somit handelte es sich beim THTR um einen störanfälligen, teuren und vergleichsweise leistungsschwachen Reaktor.

Vorfälle

Bekannt wurde das Projekt nicht zuletzt durch eine durchgängige Panenserie, die auch als Beleg angeführt wird, dass die Kugelhaufentechnologie unausgereift war und nicht wirtschaftlich betrieben werden konnte. Zwar wurde der THTR als besonders sicher angepriesen, da die technische Ausführung des Reaktors eine Kernschmelze unmöglich macht. Andererseits kommen gleichzeitig die positiven »inhärenten Sicherheitseigenschaften«, die diesem Reaktortypus allgemein zugeschrieben werden, bei der Bauweise des THTR-300 nur eingeschränkt zum Tragen [74].

Der THTR hat innerhalb seiner äußerst kurzen Betriebsphase (423 Tage) 125 meldepflichtige Ereignisse vorzuweisen. Darunter fallen ein Ausfall eines sicherheitsrelevanten Feuchtefühlers, Bruchschäden an bis zu 25.000 der Brennelemente-Kugeln (knapp 4 %) und Probleme bei der Führung von Abschaltstäben, die sich im Kugelhaufen verklemmten.

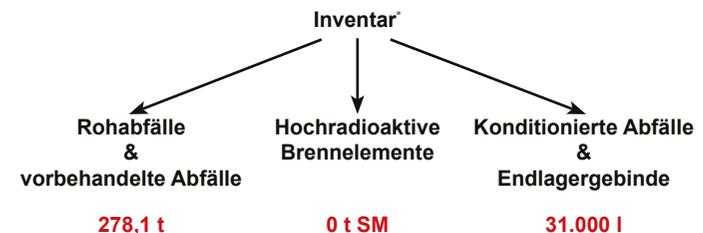
Das bedeutendste und bis heute nicht komplett aufgeklärte Ereignis ist ein Vorfall vom 04.05.1986, bei dem durch einen Kugelstau im Reaktor radioaktive Aerosole freigesetzt wurden [75]. Auffälligerweise wurden kurz nach dem radioaktiven Tschernobyl-Fallout über Hamm auch radioaktive Emissionen mit Isotopen nachgewiesen, die nur aus dem THTR stammen [72]. Dies wurde von anonymen Informanten gemeldet, doch zunächst von den Betreibern abgestritten. Mittlerweile gilt es als sehr wahrscheinlich, dass die erheblichen Mengen an radioaktivem Material aus dem Kugelstau-Vorfall, bewusst heimlich abgelassen wurden. Augenscheinlich hatte man sich erhofft, so diesen Vorfall mit Hinweis auf und unter dem Deckmantel des Tschernobyl-Unfalls, verschleiern zu können [76], [77]. Die Verheimlichung des bewussten Ablassens von radioaktivem Material aus dem THTR diene offenbar auch dem Versuch, die Schwachstellen des Kugelhaufenreaktors zu verbergen und damit einem Scheitern des Konzeptes entgegenzuwirken [78].



Abschaltung und Rückbau

Der Reaktor ist seit dem 01.09.1989 endgültig stillgelegt. Die Anlage wurde mit Leichtbeton ausgefüllt, um den radioaktiven Staub aus den zermahlenden Brennstoffkugeln zu binden, und befindet sich seit dem Jahre 1997 im »sicheren Einschluss«. Während der Stilllegung und den Vorbereitungen zum Einschluss kam es zu weiteren Vorfällen und Austritten von radioaktiven Emissionen [79]. Ab dem Jahre 2030 soll der Reaktor rückgebaut werden. Dafür werden Kosten von ca. 753 Millionen Euro veranschlagt [80]. Aufgrund der speziellen Betriebsweise des Reaktor-konzeptes (kugelförmige Brennelemente) und der unplanmäßig kurzen Betriebsdauer des THTR sind auch die radioaktiven Abfälle eine Besonderheit. So wurden die verbrauchten Brennelemente zwischen 1993 und 1995 in 305 CASTOR-Behältern in das Zwischenlager Ahaus verbracht, während die 362.000 komplett unverbrauchten Brennelemente in der schottischen Wiederaufbereitungsanlage Dounreay aufgearbeitet wurden.

Eine weitere Besonderheit ergibt sich daraus, dass die Brennelemente im Reaktor nicht vollständig verbraucht wurden und daher noch ca. 1 Kilogramm hoch angereichertes und waffenfähiges Uran enthalten [81], was ein erhebliches Proliferationsrisiko birgt. Der stillgelegte Komplex dient derzeit als Zwischenlager, wobei noch ca. 6000 m³ radioaktives Material vorhanden sind, die perspektivisch endgelagert werden müssen [82].



* Stand 31. Dezember 2019

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Verzeichnissen radioaktiver Abfälle des BMUV



THTR Hamm-Uentrop



KKW Obrigheim (KWO)

Mit der Abschaltung der letzten Kernkraftwerke in Deutschland geht eine Epoche zu Ende – und eine neue beginnt: die der Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus den vergangenen Jahrzehnten. In diesem Fotoband arbeitet ein Autor*innen-Team der TU Berlin in wissenschaftlicher Begleitung die kontroverse, manchmal beinahe komisch anmutende Geschichte der Atomkraft in Deutschland auf anhand von ausführlich recherchierten Porträts aller kommerziellen deutschen Kernkraftwerke.

Dabei wird – entlang einer aufwendig produzierten Fotoserie – über bekannte und weniger bekannte Störfälle, den Stand des Rückbaus sowie die lagernden radioaktiven Abfälle informiert. Zusätzlich wird der Übergang in das neue Zeitalter des »radioaktiven Erbes« ausführlich in den Blick genommen.

