



DAtF

Deutsche Sicherheitstechnik im Vergleich zum Tschernobyl-Reaktor

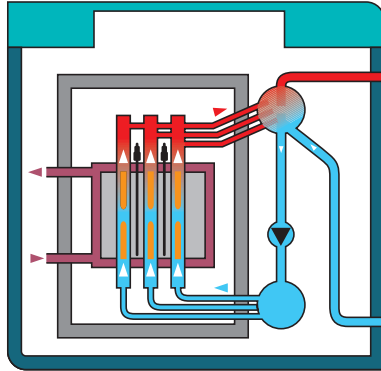
Ursachen des Unfalls in Tschernobyl

Der Reaktorunfall von Tschernobyl am 26. April 1986 ist in der Geschichte der friedlichen Nutzung der Kernenergie ein katastrophales Ereignis. Ursächlich für den Unfall waren eine Kette von falschen Entscheidungen und verbotenen Eingriffen der Bedienungsmannschaft sowie das unzureichende Reaktorsicherheitskonzept.

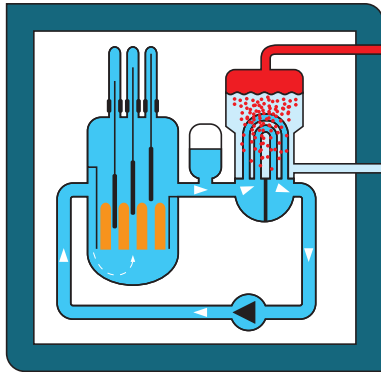
Der Reaktorunfall entwickelte sich während eines Experiments mit dem Turbinen-Generatorsatz der Kraftwerksanlage. Durch eine ganze Reihe von Bedienungsfehlern, bis hin zu der Überbrückung von Abschaltsignalen, kam es zu einem starken Leistungsanstieg – bis zum 100-fachen der Nennleistung.

Durch die Überhitzung des Brennstoffs barsten Brennstabhüllen, und es kam zu einer heftigen Brennstoff/Wasser-Reaktion mit stoßartigem Druckaufbau und Zerstörung des Reaktorgebäudes. Große Teile des Graphitmoderators und der Anlage wurden in Brand gesetzt. Während dieser Zerstörungsphase wurden schätzungsweise acht Tonnen radioaktiven Brennstoffs aus dem Kern in das Gebäude und die Umgebung geschleudert.

**Tschernobyl-Reaktor:
ohne Containment**
Freisetzung radioaktiver Stoffe
wegen fehlender Rückhaltebarrieren möglich



**deutscher Reaktor: mit Containment
(druckfest und gasdicht)**
Hält radioaktive Stoffe
durch mehrere Barrieren zurück



Deutsche Sicherheitstechnik ist dem Tschernobyl-Reaktor weit überlegen

In Deutschland wäre der in der UdSSR entwickelte RBMK-Reaktor, der sogenannte „Tschernobyl-Typ“, niemals genehmigt worden. Die Sicherheitsphilosophie und -standards der damaligen UdSSR entsprachen bei Weitem nicht den sehr strengen deutschen Anforderungen.

Leichtwasserreaktoren, wie sie in Deutschland genutzt werden, verfügen sowohl über druckfeste Sicherheitsumschließungen und mehrfache Rückhaltebarrieren für radioaktive Stoffe als auch über inhärente Sicherheitseigenschaften des Reaktorkerns. Ein unkontrollierter Leistungsanstieg wie in Tschernobyl ist aufgrund selbststabilisierender Eigenschaften des Reaktorkerns nicht möglich.

Folgende gravierende Unterschiede in der Sicherheitstechnik im Vergleich zu deutschen Reaktoren ließen das Ereignis von Tschernobyl zur Katastrophe ausarten:

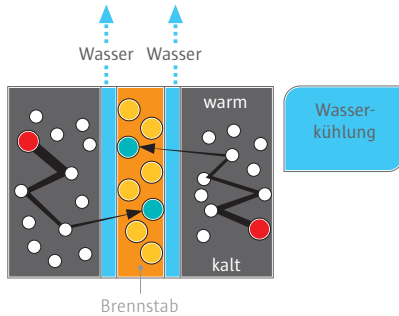
	Tschernobyl-Reaktor
Sicherheitsbehälter	Der Reaktor besaß keinen druckfesten, den Reaktor umschließenden, Sicherheitsbehälter (das sogenannte Containment), wodurch beim Unfallablauf freigesetzte radioaktive Stoffe nicht zurückgehalten werden konnten und in die Umwelt gelangten.
Abschaltstäbe	Bei dem unzulässigen Leistungsanstieg wurde die Kettenreaktion der Kernspaltung nicht automatisch unterbrochen. Die Abschaltstäbe waren fehlerhaft konzipiert, sodass das Einfahren der Abschaltstäbe in den Reaktor zunächst zu einer Beschleunigung der Kettenreaktion führte.
Dampfblasenkoeffizient	Zur Verlangsamung schneller Neutronen auf eine Geschwindigkeit, bei der sie Kernspaltungen auslösen, wurde Graphit als Moderator benutzt. Graphit ist brennbar. Gleichzeitig wurde Wasser zur Kühlung eingesetzt. Die Kombination von Graphit und Wasser führt zu einem sogenannten positiven Dampfblasenkoeffizienten. Bei unvorhergesehenen Leistungssteigerungen entstehen im Kühlmittel (Wasser) mehr Dampfblasen. Dadurch werden im Wasser weniger Neutronen absorbiert, sodass die Kettenreaktion beschleunigt wird. Das führt zu einer Leistungssteigerung und immer mehr Dampfblasen (selbstverstärkender Effekt).
Notkühlung	Der Reaktor besteht aus ca. 1.700 einzelnen Druckröhren als Kühlkanäle mit je zwei Brennelementen. Beim Unfallhergang konnte der Reaktorkern nicht geflutet werden, weil die Kühlkanäle aufgrund der Zerstörung leer liefen.

	deutscher Reaktor	
	Deutsche Reaktoren verfügen neben der druck- und gasdichten Stahl- und Betonhülle um Reaktorbehälter und Kühlkreislauf über eine Reihe von redundanten, also sich wiederholenden Sicherheitssystemen, zum Beispiel mehrfache und räumlich getrennte Kühlung, Notstromversorgung etc.	Sicherheitsbehälter
	Passiv wirkende automatisch funktionierende Abschaltstäbe zur Leistungsregelung. Eine Schnellabschaltung führt durch das Einfallen aller Stäbe in den Reaktorkern innerhalb von zwei Sekunden zu einem Ende der Kettenreaktion.	Abschaltstäbe
	Leichtwasserreaktoren, wie sie in Deutschland genutzt werden, verwenden Wasser als Moderator und als Kühlmittel. Die entstehenden Dampfblasen „verdünnen“ nicht nur das Kühlmittel, sondern auch den Moderator und reduzieren somit seine Fähigkeit, Neutronen auf „Spaltgeschwindigkeit“ abzubremesen. Dieser Effekt führt automatisch zu einem Rückgang der Kernspaltungen, also zu einem Leistungsabfall (negativer Dampfblasenkoeffizient). Die Kettenreaktion kommt automatisch zum Erliegen. Darüber hinaus besitzt Wasser als Moderator den Vorteil der Nichtbrennbarkeit.	Dampfblasenkoeffizient
	Die aktiven Brennelemente befinden sich in einem Reaktordruckbehälter, der leicht flutbar ist.	Notkühlung

Unterschiede
im Zusammenwirken von
Moderation und Kühlung

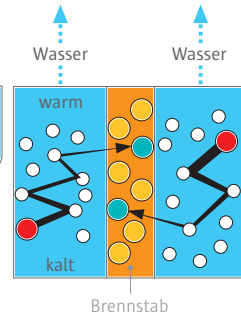
Tschernobyl-Reaktor

1. Betrieb



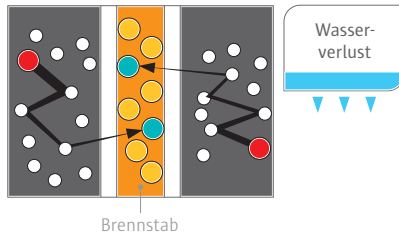
Graphit verlangsamt bei Kernspaltung
freigewordene Neutronen als Voraussetzung,
um ein Uran-Atom zu spalten
Wasser kühlt den Brennstab

deutscher Reaktor

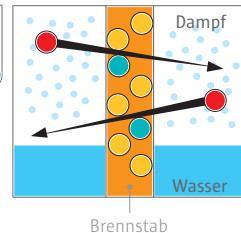


Wasser verlangsamt bei Kernspaltungen
freigewordene Neutronen als Voraussetzung,
um ein Uran-Atom zu spalten
Wasser kühlt gleichzeitig den Brennstab

2. Störfall



ohne Wasser
Kettenreaktion bleibt erhalten



ohne Wasser
keine Kettenreaktion

Höchste Sicherheitskultur in Deutschland

Deutsche Anlagen sind international führend in punkto Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Folgende Maßnahmen tragen dazu maßgeblich bei:

- Unabhängige Aufsicht und rechtsstaatliche Kontrolle sowie Transparenz und Informationsaustausch zwischen Betreibern und Aufsichtsbehörden
- Hoch qualifizierte und motivierte Betriebsmannschaften; kontinuierliche Weiterbildung des Personals
- Regelmäßige Investitionen zum Erhalt und zur Weiterentwicklung der hohen Sicherheitsstandards
- Ständige Auswertung von Betriebserfahrungen und entsprechende Umsetzung
- Sicherheitstechnisch gewinnbringende Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen sowie Implementierung von Erfahrungsrückflüssen

① EU-Stresstests nach Fukushima

Nach dem Unfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im Jahr 2011 wurden alle Kernkraftwerke in der EU einer einheitlichen Robustheitsprüfung unterzogen. Die Ergebnisse bestätigten, dass deutsche Kernkraftwerke bei allen unterstellten Szenarien über große Sicherheitsreserven verfügen, die über die in Gesetzen, Genehmigungen und Regelwerken festgelegten Anforderungen weit hinausgehen.

Überdies bescheinigte die Reaktorsicherheitskommission (RSK), die bereits wenige Tage nach dem Unfall von der Bundesregierung mit der Überprüfung beauftragt worden war, allen deutschen Kernkraftwerken hohe Sicherheitsreserven für Erdbeben und Hochwasser sowie eine weitaus besser geschützte Notstromversorgung.

Seit dem Unfall von Tschernobyl konnten die Sicherheitsstandards und vor allem die Sicherheitskultur bei den Reaktoren in osteuropäischen Staaten verbessert werden. Dies erfolgte insbesondere über von der Europäischen Union und von westlichen Betreibern realisierte Partnerschaften, Know-how-Transfers und finanzielle Unterstützungen sowie über die Zusammenarbeit mit IAEA und WANO.

Folgen des Unfalls für die Bevölkerung

Besonders betroffen von den großen Mengen freigesetzter gasförmiger und damit leicht flüchtiger radioaktiver Stoffe waren Weißrussland, die westlichen Gebiete Russlands und die nördliche Ukraine.

Die Mitglieder von Betriebspersonal und Feuerwehren, die in den ersten Stunden und Tagen direkt in der Nähe des offenen Reaktors gearbeitet haben, erhielten sehr hohe Strahlendosen mit zum Teil tödlichen Folgewirkungen. Ferner wurde ein Teil der Aufräumarbeiter in den ersten beiden Jahren stark belastet. Bei der Bevölkerung kam es durch die Einatmung des radioaktiven Jods und durch den Verzehr jodbelasteter Nahrungsmittel zu einer hohen Strahlenbelastung der Schilddrüse. Dies galt insbesondere für zehntausende Kinder aus den besonders stark vom radioaktiven Niederschlag betroffenen Regionen, für die sinnvolle Schutzmaßnahmen – wie das Verzehrerbot kontaminierter Milch und die Schilddrüsenblockade mit stabilem Jod – oft zu spät oder überhaupt nicht durchgeführt wurden.

Nach Angaben von IAEA, World Health Organisation (WHO) und United Nations Development Programme (UNDP) kamen bis heute etwa 50 Menschen durch die direkte Strahlenbelastung infolge des Unfalls zu Tode. Insgesamt könnte nach Angaben von IAEA, WHO und UNDP die Anzahl der Todesopfer auf bis zu 4.000 ansteigen.

Außerhalb der damaligen UdSSR wurden Gebiete in Skandinavien, im Alpenraum (darunter auch Süddeutschland) und Teile des Balkans ebenfalls belastet.

Insgesamt war in Deutschland die Strahlenbelastung sehr gering. Addiert über 50 Jahre nach dem Unfall ergibt sich eine durchschnittliche zusätzliche Belastung von 0,7 Millisievert je Bundesbürger – knapp 0,5 Prozent der in 50 Jahren im Mittel anfallenden natürlichen Strahlenbelastung. Negative gesundheitliche Auswirkungen in Deutschland infolge der direkten Strahleneinwirkung durch den Unfall waren und sind nach heutigem Stand der Kenntnisse nicht gegeben. Vor dem Hintergrund der genannten geringen Strahlenbelastung sind gesundheitliche Beeinträchtigungen auch in Zukunft in Deutschland nicht zu erwarten.



DAtF | Kernenergie
im Dialog

Herausgeber:

DAtF

Deutsches Atomforum e.V.

Robert-Koch-Platz 4

10115 Berlin

info@

www. kernenergie.de



April 2014

Alle Rechte vorbehalten.