

Press release

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Simon Schmitt

10/01/2020

<http://idw-online.de/en/news755175>

Research results
Energy
transregional, national



HZDR-Forscher*innen untersuchen, unter welchen Bedingungen Störfälle in Kernkraftwerken beherrschbar bleiben

Am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) analysieren Wissenschaftler*innen eine Vielzahl von Stör- und Unfallszenarien in Kernkraftwerken, um Handlungsempfehlungen für das Notfallmanagement abzuleiten. In einer aktuellen Veröffentlichung im Fachjournal *Nuclear Engineering and Design* (DOI: 10.1016/j.nucengdes.2020.110663) stellen sie Strategien vor, die bei einem länger andauernden Stromausfall den Handelnden zusätzliche Zeit für wirksame Gegenmaßnahmen verschaffen sollen.

Die Reaktorhavarien im japanischen Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi im Jahr 2011 haben in einigen Ländern zu einem beschleunigten Ausstieg aus der Kernenergie geführt, wie etwa in Deutschland. Darüber hinaus setzen sich die Sicherheitsexpert*innen seit diesem Ereignis wieder verstärkt mit den Risiken auseinander, die sich aus schweren Beschädigungen des Reaktorkerns ergeben könnten. Insbesondere werden nun auch bewusst unrealistische Szenarien in Betracht gezogen, deren Eintreten Fachleute für nahezu unmöglich halten.

„In unserer aktuellen Arbeit haben wir untersucht, wie wir den drohenden schwerwiegenden Folgen eines länger anhaltenden, totalen Stromausfalls begegnen können“, erklärt Dr. Sören Kliem vom Institut für Ressourcenökologie am HZDR. „Die Sicherheitssysteme von Kraftwerken sind mehrfach redundant ausgelegt. Für die Notstromversorgung sind beispielsweise mehrere identische, räumlich voneinander getrennte Dieselaggregate vorgesehen, jeweils vier in zwei unterschiedlichen Gebäuden. In unserem Szenario stehen alle acht Dieselaggregate nicht zur Verfügung, auch die aktiven Sicherheits- und Notkühlsysteme oder die Speisewasserversorgung für die Dampferzeuger werden als nicht einsatzfähig angenommen. Im realen Kernkraftwerksbetrieb ist eine solche Häufung von Ausfällen jedoch äußerst unwahrscheinlich.“ Diese Betrachtungen gehen somit weit über das für Genehmigungsverfahren wichtige Konzept des Auslegungsstörfalls hinaus. Darunter verstehen Kerntechniker*innen einen Störfall, der über die der bereits vorhandenen Sicherheitssysteme beherrscht werden kann.

Nachzerfallswärme und keine Kühlung: Die Zeit läuft

Im Havariefall können die Operator*innen eines Kernkraftwerks die energieliefernde Kernspaltung augenblicklich unterbinden, indem sie bei einer Reaktorschnellabschaltung Steuerstäbe in den Reaktor einfahren lassen, die stark Neutronen absorbieren. Das ist auch bei Stromausfall kein Problem: Die Steuerstäbe werden von Elektromagneten gehalten und fallen bei einem Zusammenbruch der Stromversorgung einfach in den Reaktorkern, die Kettenreaktion kommt zum Erliegen.

Die Reaktorschnellabschaltung unterbindet zwar die Kettenreaktion. Die Wärmefreisetzung im Reaktorkern sinkt damit aber nicht auf null. Denn die immer noch vorhandenen, kurzlebigen Spaltprodukte zerfallen weiter und erzeugen dabei große Wärmemengen, die ohne ausreichende Kühlung den Reaktorkern zum Schmelzen bringen können. Diese sogenannte Nachzerfallswärme ist auch der Grund, weshalb ausgediente Brennelemente über längere Zeiträume in Abklingbecken gekühlt werden müssen.

Was beim Wegfall der Kühlung aufgrund eines Stromausfalls im Detail droht, ist durch Störfälle der Kernenergiegeschichte hinlänglich bekannt. Diese Erkenntnisse nutzend, können die Forscher*innen heute sehr genau am Computer simulieren, was passiert, wenn nicht rechtzeitig eingegriffen wird. „In unserem Szenario würde bereits nach zwei Stunden und 40 Minuten die Kernschmelze einsetzen. Keine weitere Stunde später käme es entsprechend den Rechenergebnissen zu strukturellen Schäden am Reaktordruckbehälter, der eigentlich den Kern mit den Brennstäben schützend ummanteln soll,“ beschreibt Kliem das zu erwartende Geschehen.

Die Wissenschaftler*innen haben deshalb ein Konzept entwickelt, wie sich ein Schaden am Kern weiter hinauszögern lässt, um wertvolle Zeit bis zur Wiederherstellung der Stromversorgung für die Pumpensysteme zu gewinnen. „Durch eine Kombination aus Druckentlastung und Einspeisung von Wasser in die Dampferzeuger können wir die Zeit ab Beginn des Störfalls bis zum Eintritt der Kernschmelze auf 24 Stunden dehnen“, erklärt Dr. Kai Kosowski, Störfallexperte bei der PreussenElektra GmbH und Co-Autor der Studie. Als besonders nützlich haben sich dabei mobile Pumpen erwiesen, die nach den Ereignissen in Fukushima in allen deutschen Kernkraftwerken ergänzt wurden und die mit geringem Aufwand an verschiedenen Stellen der Anlage eingesetzt werden können. Nehmen die mobilen Pumpen ihre Arbeit auf und gelingt es, den Dampferzeuger wieder mit Wasser aufzufüllen, setzt die Kühlung auch ohne Stromversorgung wieder ein.

Auch künftig gefragt: Expertise in der nuklearen Sicherheitsforschung

In den Simulationen greifen jahrzehntelange Erfahrungen aus Praxis und Forschung optimal ineinander. Seit 2007 kooperiert das HZDR in der Sicherheitsforschung mit dem Energieversorger PreussenElektra, der aktuell noch drei Kernkraftwerke in Deutschland betreibt (Isar 2, Grohnde und Brokdorf). Bei diesen Anlagen handelt es sich um sogenannte Druckwasserreaktoren. Die Eigenschaften dieses Reaktortyps liefern die Eckpunkte für die Simulationen der Rossendorfer Forscher*innen.

Zwar sind in Deutschland die Weichen für den Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 gestellt, jedoch bleibt die nukleare Sicherheitsforschung auch weiterhin in der deutschen Forschungslandschaft verankert. Sie ist als strategisch wichtiges Thema Bestandteil des aktuellen Energieforschungsprogramms der Bundesregierung. „So können wir neben der Begleitung der Stilllegung der restlichen Kernkraftwerke unter anderem die Kompetenz zur Beurteilung und Weiterentwicklung der Sicherheit nuklearer Anlagen im Ausland sicherstellen,“ erläutert Kliem. Dabei geht es auch um die Bewertung neuer Reaktorkonzepte, die sich international in Entwicklung befinden und deren sicherheitstechnische Konzeption sich von den in Deutschland betriebenen Anlagen unterscheidet.

Publikation:

Y. Kozmenkov, M. Jobst, S. Kliem, K. Kosowski, F. Schaefer, P. Wilhelm: The efficiency of sequential accident management measures for a German PWR under prolonged SBO conditions, in Nuclear Engineering and Design, 2020 (DOI: 10.1016/j.nucengdes.2020.110663)

Weitere Informationen:

Dr. Sören Kliem | Abteilungsleiter Reaktorsicherheit
Institut für Ressourcenökologie am HZDR
Tel.: +49 0351 260-2318 | E-Mail: s.kliem@hzdr.de

Medienkontakt:

Simon Schmitt | Wissenschaftsredakteur
Tel.: +49 351 260-3400 | Mobil: +49 175 874 2865 | E-Mail: s.schmitt@hzdr.de
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)
Bautzner Landstr. 400, 01328 Dresden | www.hzdr.de

Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) forscht auf den Gebieten Energie, Gesundheit und Materie. Folgende Fragestellungen stehen hierbei im Fokus:

- Wie nutzt man Energie und Ressourcen effizient, sicher und nachhaltig?
- Wie können Krebserkrankungen besser visualisiert, charakterisiert und wirksam behandelt werden?
- Wie verhalten sich Materie und Materialien unter dem Einfluss hoher Felder und in kleinsten Dimensionen?

Das HZDR entwickelt und betreibt große Infrastrukturen, die auch von externen Messgästen genutzt werden: Ionenstrahlzentrum, Hochfeld-Magnetlabor Dresden und ELBE-Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen.

Es ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, hat sechs Standorte (Dresden, Freiberg, Görlitz, Grenoble, Leipzig, Schenefeld bei Hamburg) und beschäftigt knapp 1.200 Mitarbeiter – davon etwa 500 Wissenschaftler inklusive 170 Doktoranden.

contact for scientific information:

Dr. Sören Kliem | Abteilungsleiter Reaktorsicherheit
Institut für Ressourcenökologie am HZDR
Tel.: +49 0351 260-2318 | E-Mail: s.kliem@hzdr.de

Original publication:

Y. Kozmenkov, M. Jobst, S. Kliem, K. Kosowski, F. Schaefer, P. Wilhelm: The efficiency of sequential accident management measures for a German PWR under prolonged SBO conditions, in Nuclear Engineering and Design, 2020 (DOI: 10.1016/j.nucengdes.2020.110663)