

FAQs zur Reaktortechnologie

Allgemeine Fragen zur Reaktortechnologie finden Sie im „Lexikon der Kernenergie“, einem weiteren Link auf den Seiten des KIT zu „Erdbeben/Tsunami in Japan – Folgen für die nuklearen Anlagen in Fukushima“. Hier werden nur einige speziellere Fragen im Zusammenhang mit den japanischen Reaktoren behandelt.

1. Warum geht die Hitzeentwicklung in einem Reaktor (wie jetzt in Japan) weiter, obwohl er eigentlich abgeschaltet ist?

Es handelt sich um die sogenannte Nachzerfallswärme, die aus der Energiefreisetzung der Spaltprodukte resultiert. Die Kettenreaktion ist also gestoppt durch die Abschaltung des Reaktors, dennoch muss der Reaktor aber gekühlt werden, weil die Energiefreisetzung aus der radioaktiven Strahlung der Spaltprodukte resultiert. Bei der Größe dieser Reaktoren in Japan sind das in etwa 100 MW direkt nach der Abschaltung, nach einer Stunde noch etwa 30 MW, nach einem Tag ca. 15 MW und nach einer Woche noch ca. 5 MW.

2. Warum müssen z.B. die Castoren mit hochradioaktivem Müll in Gorleben erst jahrelang abklingen, bevor sie in ein irgendwann gebautes Endlager eingelagert werden können?

Die CASTOR-Behälter sind mit abgebrannten Kernbrennstoffen bzw. mit hochradioaktivem Glasprodukt (HAW-Kokillen) aus der Wiederaufarbeitung beladen. Beide entwickeln Wärme aufgrund des Zerfalls der radioaktiven Stoffe. Für diese Wärmeentwicklung sind in den ersten einhundert Jahren hauptsächlich die Spaltprodukte (Cäsium, Strontium etc.) verantwortlich, danach Plutonium und andere Actiniden, wie z.B. Americium. Da die Abnahme der Wärmeentwicklung am Anfang am stärksten ist werden diese Abfälle vor ihrer Endlagerung zur Abkühlung einige Jahrzehnte zwischengelagert. Aber auch nach der Zwischenlagerung produzieren diese Abfälle, wenn auch in deutlich geringerem Umfang, weiterhin Wärme, die in einem Endlager nur durch die Wärmeleitung des umgebenden Wirtsgesteins abgeführt werden kann. Die für die Endlagerung in Frage kommenden Wirtsgesteine haben eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit. Sie ist beispielsweise beim Salzgestein verhältnismäßig hoch und beim Tongestein gering. Da aber gewährleistet sein muss, dass durch die eingelagerten Abfälle keine Veränderung der physikalischen Eigenschaften wie z.B. beim Tongestein eine Mineralumbildung oder eine Verdrängung des Porenwassers geschieht, ist die maximale Gebirgstemperatur begrenzt. Sie beträgt beim Ton- und Granitgestein 100°C und beim Salzgestein 200 °C. Vor diesem Hintergrund ist die Zwischenlagerzeit der CASTOR Behälter zu sehen, in der die Zerfallswärme weit genug abklingt, damit die Temperaturbegrenzungen im Endlager eingehalten werden können.

3. In Japan wird mit Meerwasser gekühlt. Was passiert damit? Fließt es in das Meer zurück oder verdampft alles?

Es wird wohl nicht der gesamte Anteil verdampfen, sondern man muss wohl eher davon ausgehen, dass auch ein Teil über zerstörte Gebäudestrukturen ins Grundwasser und darüber ins Meer zurückfließt. Da aber große Mengen verdampfen werden, ist der Quellterm ins Meer wohl eher klein. Zudem kann es sich auch um eine Art Kreislauf handeln, weil die Pumpen ja das Meerwasser aus der direkten Umgebung ansaugen.

4. Warum wurden die japanischen Anlagen direkt ans Meer gebaut (Tsunamigefahr)? Wegen der leichteren Kühlung?

Genau, bei uns stehen die Anlagen an Flüssen, um die Kühlung über den Fluss zu nutzen, hier gibt es dann Temperaturgrenzwerte etc. die eingehalten werden müssen, um den Fluss nicht zu stark mit Wärme zu belasten, deshalb die Kühltürme. Dort wo man Meerwasser zur Verfügung hat, nimmt man also Meerwasser.

5. Besteht bei einer Kernschmelze generell und jetzt in Japan die Gefahr, dass das Grundwasser verseucht wird?

Langfristig kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Kernschmelze durch die Nachzerfallswärme so heiß werden kann, dass sie auch das Betonfundament unter dem Reaktor langsam durchdringen würde. Durch das Aufschmelzen der Betonprodukte würde sich aber die Schmelze stark verdünnen, und natürlich die Temperatur stark abkühlen. Ein weiteres Abkühlen würde dann durch den Kontakt mit dem Grundwasser erfolgen, sodass die Schmelze erstarrt. Die Freisetzung von Radionukliden aus dieser erstarrten Schmelze ins Grundwasser erfolgt sehr langsam und hängt hauptsächlich von der Löslichkeit der Radionuklide ab. Leicht lösliche, wie zum Beispiel Cäsium, würden stärker freigesetzt als zum Beispiel Plutonium. Weiterhin haben die chemischen Eigenschaften des Grundwassers und natürlich auch seine Fließgeschwindigkeit einen Einfluss auf die Freisetzung. Die Ausbreitung der freigesetzten Radionuklide mit dem Grundwasser wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, wie zum Beispiel dem Rückhaltevermögen des vom Grundwasser durchflossenen Bodens. Die Ausbreitung kann jedoch auch durch technische Maßnahmen unterbunden oder zumindest auf einen engeren Bereich eingeschränkt werden z. B. durch:

- Mehrere Brunnen, über die das kontaminierte Wasser laufend abgepumpt wird.
- Grundwasserabsenkung, so dass der Grundwasserspiegel unter das Niveau der erstarrten Schmelze sinkt
- Einbau von Grundwasserbarrieren, z.B. Dichtungswände oder abdichtende Injektionen (Zement) oder auch Filterstrecken, wie sie auch bei alten Abfalldeponiestandorten eingesetzt werden

Natürlich wäre auch nach solchen Maßnahmen die kontinuierliche Kontrolle des Grundwassers in der Umgebung unerlässlich.

6. Im Gegensatz zu Deutschland betreibt Japan eine Plutoniumwirtschaft (Schneller Brüter). Was genau verbirgt sich dahinter – und erhöht das das Risiko?

Das Risiko wird dadurch überhaupt nicht erhöht. Japan benutzt den Brennstoff nur nicht wie die meisten Ländern in einem sogenannten offenen Kreislauf, d.h. die Brennelemente werden produziert, in den Reaktor eingesetzt und müssen danach endgelagert werden nach einer Zwischenlagerung, sondern die Brennelemente werden wiederaufgearbeitet, weil noch große Mengen an nutzbarem Uran (und Plutonium) in den Brennelementen sind. In Wiederaufarbeitungsanlagen werden dann diese Stoffe von den Spaltprodukten getrennt und daraus wieder neue Brennelemente hergestellt. Dieser Brennstoffkreislauf wird z.B. auch in Frankreich genutzt, Stichwort Wiederaufarbeitungsanlage La Hague. Diese Wiederaufarbeitungsanlagen stellen aber natürlich auch ein gewisses kerntechnisches Risiko dar. Das Risiko der Reaktoren erhöht sich damit aber nicht, generell werden auch sogenannte MOX (Mischoxid, also Uran und Plutonium) Brennelemente aus den alten Waffenbeständen eingesetzt, die keine anderen Sicherheitseigenschaften haben.

7. Warum werden Zirkonium-Legierungen für Brennstabhüllen verwendet?

Zirkoniumlegierungen werden als Brennstabhüllen (Hüllrohre) verwendet, weil sie 1) durchlässig für Neutronen sind (wichtig zur Aufrechterhaltung der Kettenreaktion), 2) sehr gute mechanische Eigenschaften haben und 3) unter Betriebsbedingungen gute Korrosionseigenschaften aufweisen.