

KKT-Bericht 006

Positionspapier Kernfusion – Stand 03/2026

Die Bundesregierung hat im Oktober 2025 den Aktionsplan „Deutschland auf dem Weg zum Fusionskraftwerk“ veröffentlicht. Sie verfolgt das Ziel, das erste Fusionskraftwerk der Welt in Deutschland zu errichten. Dies forciert die nationalen Anstrengungen zur Kernfusion und fügt sich in die vielfältigen internationalen Entwicklungen ein. Die Entwicklung kommerzieller Fusionskraftwerke stellt eine große technologische und sicherheitstechnische Herausforderung dar.

Die technische Entwicklung von kommerziell nutzbaren Fusionskraftwerken befindet sich noch in einem frühen Stadium, obwohl in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gerade in der Erforschung physikalischer Grundlagen erzielt wurden. Die Kernfusion gilt als vielversprechende Energiequelle der Zukunft, da sie nahezu unbegrenzte Energie liefern könnte, ohne dabei die langfristigen Nachteile der Kernspaltung berücksichtigen zu müssen, wie sehr langlebige radioaktive Abfälle oder das Risiko schwerer Unfälle. Dennoch stehen der Realisierung kommerzieller Fusionskraftwerke weiterhin erhebliche technologische, aber auch sicherheitstechnische Herausforderungen entgegen. Projekte wie ITER, das Mitte der 30iger Jahre den Plasmabetrieb aufnehmen soll, oder das europäische Demonstrationskraftwerk DEMO, dessen Bau ab 2040 geplant ist, verdeutlichen einerseits den Fortschritt, andererseits aber auch noch bestehenden Forschungsbedarf. Auch die jüngsten Durchbrüche, wie die Entwicklung leistungsstarker hochtemperatursupraleitender Magnete, die das Volumen-zu-Leistung-Verhältnis erheblich verbessern, zeigen, dass die Technologie zwar Fortschritte macht, aber noch einige Schritte hin zu einer energieerzeugenden und damit breiten kommerziellen Anwendung gehen muss. Hier sind insbesondere die Entwicklung von Werkstoffen, die den extremen thermischen, mechanischen und radiologischen Belastungen Stand halten können sowie die Entwicklung eines Brutkreislaufs für Tritium (siehe unten) zu nennen.

Die hohen staatlichen und privaten Investitionen weltweit bieten jedoch große Chancen, die Entwicklung zu beschleunigen. Insbesondere in den USA und in China wird die Forschung mit erheblichem Mitteleinsatz vorangetrieben, was sich in Projekten wie SPARC (USA) oder BEST (China) zeigt, die bestenfalls bereits vor ITER in Betrieb gehen sollen. Auch in Europa und insbesondere in Deutschland gibt es aktuell eine hohe Aufmerksamkeit bzgl. der Technologieentwicklung und optimistische Projektplanungen. Forschungsreaktoren wie Wendelstein 7-X in Greifswald, der von Proxima Fusion basierend auf derselben Technologie ab 2027 geplante Bau des Demonstrators ALPHA und auch das

Startup Focused Energy, welches auf dem Prinzip der Laserfusion basieren wird, zeigen eindrucksvoll die Entwicklungen und die Ambitionen sowie die wichtige Rolle, die der Fusionsforschung in Deutschland zukommt. Trotz aller Ambitionen bleibt es unwahrscheinlich, dass vor 2035 erste Fusionskraftwerke zur kommerziellen Stromerzeugung in Betrieb genommen werden können.

In einem Fusionsreaktor wird Energie durch die Verschmelzung von leichten Kernen, typischerweise Deuterium und Tritium, gewonnen. Dabei entstehen Heliumkerne und hochenergetische Neutronen. Fusionskraftwerke bieten im Vergleich zu herkömmlichen Kernkraftwerken einige Sicherheitsvorteile, aber als große Anlagen mit enormem Energieumsatz sind die Planung, der Betrieb und schließlich auch die Stilllegung von Fusionsreaktoren zum Schutz von Mensch und Umwelt sorgfältig durchzuführen.

Im Gegensatz zu Kernspaltungsreaktoren ist die Nachwärme bei Fusionsreaktoren geringer, was das Risiko von Schäden stark reduziert. Dennoch ist eine effektive Kühlung entscheidend, um die Reaktorkomponenten der Fusionsanlage vor Versagen zu schützen. Der Strahlenschutz nimmt großen Raum ein, da erhebliche Mengen radioaktives Tritium in der Fusionsanlage verwendet werden. Tritium muss sorgfältig geführt und kontrolliert werden, um Leckagen zu vermeiden und zu überwachen. Darüber hinaus entstehen durch die Neutronenaktivierung im Inneren der Fusionsreaktoren stark radioaktive Bauteile, die sicher gehandhabt und auch entsorgt werden müssen.

Die Kraftwerkskonzepte für die Fusion werden konkrete Sicherheitskonzepte umfassen. Dabei besteht noch Forschungsbedarf bezüglich des Freisetzungspotenzials und der sich daraus ergebenden spezifischen Konsequenzen für das Sicherheitskonzept. Eine dem Gefährdungspotenzial entsprechende sicherheitstechnische Bewertung der zu entwickelnden Fusionsanlagen steht noch aus.

Die Entsorgung der radioaktiven Stoffe ist weniger problematisch als bei Kernkraftwerken, da Fusionsanlagen weniger langlebige radioaktive Abfälle erzeugen; die Mengen sind jedoch erheblich. Insofern bleiben die meisten Anforderungen an den sicheren Umgang bei Handhabung, Lagerung und Entsorgung der radioaktiven Stoffe weiterhin bestehen. Daher sind für die sichere Handhabung, die Entsorgung und das Recycling der radioaktiven Abfälle aus Fusionskraftwerken entsprechende Konzepte zu erstellen.

Die Mitgliedsunternehmen im TÜV-Verband stehen bereit, ihre Fachkenntnisse in die Entwicklung hin zu sicheren Fusionskraftwerken einzubringen. So sind Mitgliedsunternehmen bereits an der Entwicklung von Regelwerken beteiligt, haben Erfahrung bei der Qualifikation der Materialien, sind in der Lage gesamtheitliche sicherheitstechnische Bewertungen im Rahmen der Genehmigungsverfahren durchzuführen oder unterstützen im Bereich der Lieferantenqualifikation und -überwachung. Ebenso wird deren Expertise für die Entsorgung radioaktiver Abfälle, die ebenso bei Fusionsanlagen anfallen, benötigt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Kernfusion sich nach Jahrzehnten der physikalischen Grundlagenforschung im Übergang zur technologischen Realisierung befindet und langfristig eine vielversprechende Technologie für eine nachhaltige Energieerzeugung ist. Die global ausgesprochenen ambitionierten Ziele zusammen mit den bereits erfolgten und noch zu erwartenden Investitionen eröffnen einen für Technologieunternehmen sehr interessanten und langfristigen Markt. Die in den Mitgliedsunternehmen des TÜV-Verbands bereits vorhandenen Dienstleistungen lassen sich in vielfältiger Weise an diese Bedürfnisse adaptieren und weiterentwickeln.