

6. Strahlen- und Umweltschutz



Dr. Gunter Pretzsch

→ Wissenschaftlich-technische Fragestellungen zum Strahlen- und Umweltschutz sowie zur Ver- und Entsorgung kerntechnischer Anlagen gewinnen in zunehmendem Maße an Bedeutung. Dies betrifft vor allem die Zwischen- und Endlagerung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie die Stilllegung von Kernreaktoren. Die GRS führt als zentrale Sachverständigen- und Forschungseinrichtung auf diesen Gebieten Forschungsarbeiten durch und erstellt gutachterliche Analysen und Bewertungen. Zur Bearbeitung dieser interdisziplinären Aufgabenstellungen hält der Bereich Strahlen- und Umweltschutz der GRS die Expertise von Wissenschaftlern und Ingenieuren unterschiedlichster Fachrichtungen bereit.

Der Arbeitsschwerpunkt Kernbrennstoff. Auf dem Gebiet Kernbrennstoff befasst sich die GRS mit Fragestellungen zur nuklearen Sicherheit kerntechnischer Anlagen und zu Mengenbilanzen. Schwerpunkte der Arbeiten zur nuklearen Sicherheit sind Kritikalität, Abbrand und Abklingen von Spaltstoffen, Strahlungstransport und Aktivierung von Abschirmungen, nukleare Verfahrenstechnik sowie Auswertung von Betriebserfahrungen und Störfällen. Beispiele für die Aktivitäten zu Mengenbilanzen bilden etwa die Arbeiten zur Nachverfolgung und Dokumentation von Kernbrennstoff- und Abfallströmen sowie zur Führung von Entsorgungsnachweisen im Brennstoffkreislauf.

Der Arbeitsschwerpunkt Strahlenschutz. Aspekte des Strahlenschutzes bearbeitet die GRS vor allem bei in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken sowie bei deren Stilllegung und bei der Freigabe radioaktiver Stoffe. Weitere Fragestellungen werden im Hinblick auf den radiologischen Notfallschutz, zur Radioökologie in der Umgebung kerntechnischer Anlagen und zu Altlasten und kontaminierten Gebieten untersucht. Analysen zu potenziellen radiologischen Folgen nach störfallbedingten Freisetzungen einschließlich der Modellierung der atmosphärischen Ausbreitung radioaktiver Stoffe und Fragen zur Transportsicherheit spielen ebenfalls eine wichtige Rolle.

Arbeitsschwerpunkte Bereich Strahlen- und Umweltschutz

KERNBRENNSTOFF

- /// Kritikalität bei Transport, Lagerung und Handhabung von Kernbrennstoffen
- /// Abbrand und Abklingen von Kernbrennstoffen
- /// Abschirmungen und Strahlentransport
- /// Nukleare Verfahrenstechnik
- /// Auswertung von Betriebserfahrung und Störfällen
- /// Nachverfolgung und Dokumentation von Kernbrennstoff- und Abfallströmen
- /// Führung von Entsorgungsnachweisen

STRAHLENSCHUTZ

- /// Strahlenschutz bei Betrieb und Stilllegung von Kernkraftwerken
- /// Freigabe radioaktiver Stoffe
- /// Radiologischer Notfallschutz
- /// Analysen zu potenziellen radiologischen Folgen nach störfallbedingten Freisetzungen
- /// Modellierung der atmosphärischen Ausbreitung radioaktiver Stoffe
- /// Untersuchungen zur Radioökologie in der Umgebung kerntechnischer Anlagen
- /// Untersuchungen zur Transportsicherheit

Die Arbeitsschwerpunkte Abfall und Endlagerung. Das Gebiet Abfall und Endlagerung umfasst Vorhaben zu Entsorgungs- und Endlagerkonzeptionen sowie zur ganzheitlichen sicherheitstechnischen Bewertung aller Phasen von der Abfallentstehung bis zur Entsorgung und Endlagerung. In diesem Zusammenhang befassen sich die Fachleute der GRS unter anderem mit der Charakterisierung von radioaktiven Abfällen und deren Behandlung und Konditionierung sowie mit der Bewertung der Auswahl, Charakterisierung und Langzeitsicherheit von Endlagerkonzepten und Endlagerstandorten.

Auftraggeber. Hauptauftraggeber in den vorgenannten Themengebieten sind in erster Linie das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Daneben ist die GRS auch im Auftrag von Behörden und der Europäischen Kommission tätig. In vielen Projekten arbeitet die GRS eng mit nationalen und internationalen Institutionen zusammen. Nachfolgend werden einige aktuelle Vorhaben des Bereichs Strahlen- und Umweltschutz der GRS vorgestellt.

ENDLAGERUNG

- /// Analysen und fachliche Beratung von Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden zur sicherheitstechnischen Bewertung von Endlagerkonzepten (einschl. Endlagerbetrieb) und zur Abfallcharakterisierung und -konditionierung
- /// Entwicklung von Konzepten und Methoden zur Auswahl, Charakterisierung sowie zur Bewertung der Langzeitsicherheit von Endlagersystemen in verschiedenen Wirtsgesteinen
- /// Gutachterliche Prüfungen im Rahmen von Genehmigungsverfahren
- /// Entwicklung von Sicherheitskriterien und Leitlinien und Förderung der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Endlagerung, Beratung von osteuropäischen Genehmigungsbehörden

Aufgaben und Projekte des Bereichs Strahlen- und Umweltschutz

Unterstützung des BMU bei der Mitwirkung in der WENRA-Arbeitsgruppe zur Zwischenlagerung und Stilllegung. Im Vorhaben »Umsetzung internationaler Regelwerke« unterstützt die GRS das BMU bei der Wahrnehmung seiner Verpflichtungen, die sich aus der Mitunterzeichnung des Policy Statements der Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) vom September 2005 ergeben. Die WENRA verfolgt

mit der Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD), einer Arbeitsgruppe aus Behördenvertretern der Unterzeichnerstaaten, das Ziel einer Angleichung der Sicherheitsniveaus bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle und bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Dazu wurde für die Zwischenlagerung und Stilllegung jeweils ein Katalog von Sicherheitsanforderungen (Safety Reference Levels) erstellt, der als Grundlage für die Überprüfung und Harmonisierung der nationalen Anforderungen dient. In der ersten Stufe dieses Prozesses wurden die nationalen Sicherheitsanforderungen und deren Umsetzung in der Praxis an Hand der WENRA Referenzniveaus überprüft und bewertet (Benchmarking). In der zweiten Stufe sind die Mitgliedsstaaten aufgefordert, Pläne zur Ergänzung ihrer nationalen Sicherheitsanforderungen in den Bereichen zu erstellen, in denen die Referenzniveaus der WENRA nicht adäquat abgedeckt sind.

In den Jahren 2007 und 2008 hat die GRS die Selbstbewertung im Hinblick auf die Praxis der Zwischenlagerung an ausgewählten Anlagen und das einschlägige Regelwerk koordiniert und in wesentlichen Teilen selbst erstellt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden der WGWD zur Überprüfung vorgelegt. Das Benchmarking wurde Ende Mai 2009 abgeschlossen. Gegenwärtig erstellt die GRS im BMU-Auftrag für die WGWD einen Abschlussbericht, der das Bewertungsverfahren beschreibt und die Ergebnisse aller beteiligten Länder in einer Übersicht darstellt. Ferner wurden die Arbeiten zur nächsten Stufe, dem Aktionsplan zur Anpassung des nationalen Regelwerks aufgenommen. An den Arbeiten ist das Öko-Institut Darmstadt im Unterauftrag der GRS beteiligt.

Daneben unterstützte die GRS das BMU auch bei der Analyse der Umsetzung der WENRA-Referenzniveaus zur Sicherheit bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen im deutschen Regelwerk. Diese Arbeiten sind Bestandteil eines eigenen umfassenden Projektes zur Bearbeitung von Fragestellungen zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, mit dem die GRS dem BMU seine technische und wissenschaftliche Fachkompetenz zur Verfügung stellt. Neben der Durchführung eigener Untersuchungen nahm die GRS in 2007 und 2008 an der Fachdiskussion innerhalb Deutschlands teil und wertete die Ergebnisse aus. Sie erarbeitete Vorschläge zur Weiterentwicklung der aktuellen Referenzniveaus und brachte diese in verschiedenen Sitzungen der WGWD ein. Auch künftig wird die GRS diese Arbeiten fortsetzen und das BMU dabei unterstützen, die Sicherheit in der Stilllegung im Sinne der Zielsetzung der WENRA weiterzuentwickeln.

Sicherheitstechnische Aspekte der längerfristigen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente. Durch den Betrieb von Kernkraftwerken sind in Deutschland hochradioaktive Stoffe in Form von abgebrannten Brennelementen und verglastem Abfall in sogenannten HAW-Kokillen aus der Wiederaufarbeitung angefallen, die einem Endlager zugeführt werden müssen. Die trockene Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen aus Kernkraftwerken und von verglastem hochradioaktivem Abfall aus Wiederaufarbeitungsanlagen ist ein fester Bestandteil des Entsorgungskonzeptes für radioaktive Abfälle in Deutschland. Die für die Zwischenlagerung erteilten Genehmigungen sind auf 40 Jahre befristet. Die GRS untersucht in einem Vorhaben unter Beteiligung des Öko-Instituts Darmstadt unter Berücksichtigung des internationalen Stands von Wissenschaft und Technik sicherheitstechnische Aspekte der trockenen Zwischenlagerung, die zeitabhängigen Veränderungen unterliegen und dabei potenziell für die Sicherheit der Zwischenlagerung relevant

sein können. In einer systematischen Untersuchung sollen mögliche Langzeit- und Alterungseffekte auf sicherheitsrelevante Komponenten und Systeme beschrieben und deren Auswirkungen auf die Sicherheit der Zwischenlagerung diskutiert werden. Bei diesen Komponenten und Systemen handelt es sich neben den gelagerten Brennelementen und HAW-Kokillen auch um die verwendeten Behälter und Handhabungs- und Lagereinrichtungen, wie z. B. Krananlagen und Lagergebäude. Daneben werden auch die Sicherheit von Betriebsabläufen und Maßnahmen zum Erhalt von Erfahrung und Know-how betrachtet. Schließlich wird auch das bestehende Konzept zur langfristigen Einhaltung der Sicherheitsanforderungen (z. B. wiederkehrende Prüfungen) näher beleuchtet und hinterfragt. In diesem Zusammenhang wird die GRS in dem Vorhaben auch einen Vorschlag zum Umfang und Zeitintervall einer periodischen Sicherheitsüberprüfung für Brennelement-Zwischenlager erarbeiten.

Sicherheit von radioisotopenbasierten Energiequellen für Weltraum-Missionen. Im Vorhaben »European Space Nuclear Safety Framework« (ENSaF) beteiligte sich die GRS an der Erarbeitung eines Konzepts für zukünftige Genehmigungsverfahren zur Verwendung von radionuklidbasierten Energiequellen (Nuclear Power Sources, NPS) bei Weltraummissionen der European Space Agency (ESA). In den USA und der Russischen Föderation sind bereits Genehmigungsverfahren für Missionen mit NPS etabliert. Für die eigenständige Durchführung von Missionen mit NPS vom Guyana Space Center in Kourou aus benötigt die ESA jedoch ein Genehmigungsverfahren auf europäischer Ebene. Ein Konzept für ein derartiges Verfahren wurde im Auftrag der ESA unter Beteiligung von Vertretern der Raumfahrtindustrie, potenziellen Anbietern entsprechender Energiequellen sowie Expertenorganisationen auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit aus vier europäischen Ländern erstellt. Darin werden praktikable

Ansätze zur Sicherheitsbewertung und Genehmigung mit internationaler Beteiligung auf europäischer Ebene aufgezeigt und die Grundlagen für die Ableitung radiologischer Sicherheitsziele unter Berücksichtigung der spezifischen Risiken von Weltraum-Missionen mit NPS dargelegt.

Vergleich der Stilllegungsoptionen »Direkter Abbau« und »Sicherer Einschluss« am Beispiel zweier TRIGA-Forschungsreaktoren. In einer gemeinsam mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) durchgeführten Studie hat die GRS die Wahl der Stilllegungsoption für zwei abgebaute Forschungsreaktoren vom Typ TRIGA retropektiv analysiert. Ziel der Studie war es, für beide konkreten Stilllegungsprojekte die jeweils von dem Betreiber DKFZ gewählte Stilllegungsoption – direkter Abbau bzw. Abbau nach einer etwa 20-jährigen Phase des sicheren Einschlusses – hinsichtlich möglicher Vor- und Nachteile zu untersuchen und hieraus allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen. Dazu wurden in erster Linie die praktischen Erfahrungen aus der Durchführung der genannten Stilllegungsoptionen ausgewertet. Im Rahmen der Studie wurden die Informationen zu den beiden Stilllegungsprojekten nach einem eigens hierfür erarbeiteten Kriterienkatalog aufbereitet und bewertet. So wurde etwa die Verfügbarkeit des erforderlichen Personals und dessen Strahlenexposition ebenso betrachtet wie die bei beiden Optionen entstehenden Mengen an radioaktiven Abfällen. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass sowohl der direkte Abbau wie auch der Abbau nach einer Phase des sicheren Einschlusses für die beiden konkreten Stilllegungsprojekte eine geeignete und angemessene Wahl waren. Vor allem bei der Bewertung des sicheren Einschlusses wirken sich dabei Besonderheiten des Forschungsreaktors und die spezielle Personalsituation beim Betreiber positiv aus. Die Ergebnisse der Studie zeigen aber auch, dass allgemeine Empfehlungen für die Wahl einer Stilllegungsoption nicht ohne weiteres möglich sind: Welche Option für die Stilllegung einer

konkreten Anlage die günstigere ist, lässt sich nur nach einer Auswertung der tatsächlich vorliegenden Rahmenbedingungen feststellen. Die allgemein diskutierten abstrakten optionsspezifischen Vor- und Nachteile bedürfen insofern einer kritischen Prüfung.

Beratung des BMU im Verfahren zur Stilllegung des Endlagers Morsleben. Als Betreiber des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) stellte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) 1992 bei dem Umweltministerium des Landes Sachsen-Anhalt (MU) den Antrag auf Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung des ERAM. Im Rahmen dieses Verfahrens übt das BMU neben der Rechts- auch die sogenannte Fachaufsicht aus. Gegenstand der Fachaufsicht ist die Prüfung der fachlichen Richtigkeit und der Zweckmäßigkeit des Handelns der beaufsichtigten Behörde. Die GRS wurde vom BMU mit dessen Unterstützung im Hinblick auf die Ausübung der Fachaufsicht beauftragt. Ziel dieses Vorhabens ist es, das BMU kontinuierlich und zeitnah über anlagen-, sicherheits- und verfahrenstechnische Aspekte des Verfahrens zu informieren und zu beraten.

Hierzu sichtet die GRS sämtliche Antragsunterlagen des Antragstellers, prüft deren Konsistenz und wertet diese unter den genannten Aspekten aus. Ebenso werden die Aussagen des MU sowie die Stellungnahmen von Gutachtern der Genehmigungsbehörde unter dem Blickwinkel sicherheitstechnischer und verfahrenstechnischer Angemessenheit ausgewertet. Darüber hinaus verfolgt die GRS den Verlauf des Planfeststellungsverfahrens durch Teilnahme an Fach- und Koordinierungsgesprächen der Verfahrensbeteiligten und hinzugezogener Gutachter. In der Phase der Öffentlichkeitsbeteiligung wird die GRS das BMU bei Fragestellungen zur Auslegungsreife der Unterlagen für die Öffentlichkeitsbeteiligung sowie bei der Begleitung des Öffentlichkeitsverfahrens unterstützen.

Neben der Bearbeitung dieser verfahrensbegleitenden Aufgaben unterstützt die GRS das BMU im Hinblick auf die bergrechtlich genehmigte Verfüllung einzelner Altbaue im Zentralteil des ERAM. Ziel der vorgezogenen Verfüllmaßnahme ist es, durch Einbringung von mehr als einer halben Million Kubikmeter an fließfähigem Versatzstoff einer langfristigen Verschlechterung der geomechanischen Situation entgegenzuwirken. Die GRS arbeitet die Informationen zu den entsprechenden technischen Planungen fachlich auf und prüft, ob sich aus diesen vorgezogenen Maßnahmen Konsequenzen für die Stilllegung des ERAM ergeben.

Zur Robustheit des Betriebs eines Endlagers für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle. In einem Eigenforschungsvorhaben befasst sich die GRS mit der Frage, wie robust der Betrieb eines Endlagers für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle durchgeführt werden kann. Im Zusammenhang mit dem Endlagerbetrieb beinhaltet der Begriff der Robustheit vor allem den Einsatz möglichst bewährter Technologie,

- /// ein konzeptionelles Minimierung der Strahlenbelastung des Betriebspersonals,
- /// die Reduktion potenzieller Störfälle,
- /// eine hohe betriebliche Zuverlässigkeit sowie
- /// die Minimierung von Sekundärabfällen.

Bei der Bewertung der so verstandenen Robustheit eines bestimmten Endlager- und Einlagerungskonzepts ist auch zu berücksichtigen, welche Konsequenzen sich aus der Umsetzung dieses Konzepts für die der Endlagerung vorgelegerten Handhabungs- und Konditionierungsschritte ergeben.

In dem Vorhaben betrachtet die GRS die derzeit verfolgten Endlagerkonzepte der Strecken- und Bohrlochlagerung für die Wirtsgesteine Steinsalz und Tonstein. Für beide Endlagerkonzepte wird

zunächst der Stand von Wissenschaft und Technik ermittelt. Bezüglich der Bohrlochlagerung wurden dabei bislang einige offene Fragen identifiziert, die die betrieblichen Belastungen der Kokillen und die kerntechnische Sicherheit des Einlagerungsvorgangs in bis zu 300 m tiefe Bohrlöcher betreffen. Ausgangspunkt für die Untersuchungen zum Konzept der Streckenlagerung sind die Arbeiten zum POLLUX-Referenzkonzept, wie es in den 90er Jahren entwickelt wurde. Die bisher durchgeführten Untersuchungen ergeben bereits Hinweise, dass unter den oben genannten Aspekten der betrieblichen Robustheit eine Abwägung zwischen den Einlagerungskonzepten der Strecken- und Bohrlochlagerung möglich ist. Vertieft zu untersuchen sind für die beiden Konzepte noch die Handhabungs- und Konditionierungsschritte, die durch die Wahl des Endlager- bzw. Einlagerungskonzeptes vorgegeben werden.

Mit dem Vorhaben werden weitere Fragestellungen aufgeworfen und untersucht. Hierzu gehört die Frage nach der Endlagerfähigkeit von CASTOR-Behältern, die derzeit eine Zulassung als Transport- und Zwischenlagerbehälter haben. Neben konzeptionellen Unterschieden weisen CASTOR- und POLLUX-Behälter durchaus Vergleichbarkeiten auf, die entsprechende Untersuchungen nahelegen. Die Frage nach der Endlagerfähigkeit der sehr schweren CASTOR-Behälter führt zur Frage nach Alternativen zur Schachtförderung. Die einzige Alternative das untertägige Bergwerk für Transporte solcher Behälter zu erschließen, stellt eine Rampe von der Geländeoberkante dar, wie sie in den skandinavischen Ländern für die dort geplanten Endlager vorgesehen sind. Im Rahmen des Vorhabens werden die Möglichkeiten und Grenzen der Schacht- und Rampenförderung untersucht und hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit in einem deutschen Endlager geprüft. ■