

## Radioaktive Abfälle Technische und normative Aspekte ihrer Entsorgung

von Georg Kamp, Europäische Akademie  
Bad Neuenahr-Ahrweiler

Die Debatten um eine mögliche Renaissance der Kernkraft als klimaschonenden Stromproduzenten einerseits, die Berichte über die Zustände im Forschungsendlager Asse II andererseits haben in jüngerer Zeit die Frage der Entsorgung radioaktiver Abfälle wieder in den Fokus einer breiteren Öffentlichkeit gerückt. Dabei finden die mit unterschiedlichen Akzenten vorgetragenen Argumente gegen den Weiterbetrieb oder die Neuerrichtung kerntechnischer Anlagen, die auf die nicht, noch nicht oder noch nicht auf befriedigende Weise gelöste Entsorgungsfrage verweisen, in den Affären um Asse II neue Nahrung. Gerade aber in den Diskussionen über die angemessenen Reaktionen auf die Missstände zeigen sich Ansätze zu einer Verständigung über den angemessenen Umgang mit den bereits vorhandenen radio-toxischen Substanzen über die Gräben zwischen Kernkraftgegnern und -befürwortern hinweg. Eine im Oktober 2008 begründete interdisziplinäre Arbeitsgruppe der Europäischen Akademie wird im Rahmen eines zweijährigen Projekts vor allem mit Blick auf die bereits angefallenen und die sicher erwartbaren Aufkommen an radioaktiven Abfällen die Entsorgungsoptionen sichten und – unabhängig von der Frage nach der Erwünschtheit oder Unerwünschtheit eines künftigen Einsatzes der Kernenergie – auf ihre Akzeptabilität hin prüfen.

### 1 Problemstellung

Bei aller oft als Argument gegen den Betrieb von Kernkraftwerken ins Feld geführten Skepsis, ob es denn eine *sichere* Endlagerung der dort entstehenden Abfälle geben könne, gilt es mit Blick auf die bereits vorhandenen Aufkommen, unter den realisierbaren Optionen die *geeignetste* zu finden und sich, frei von allen z. T. bis ins Ideologische hinein verfestigten Positionen zur Kernenergie, über die Maßstäbe für die Akzeptabilität von Entsorgungsoptionen zu verständigen. In gleicher Weise wird auch

über die optimalen Strategien zur Entsorgung der sicher zu erwartenden Aufkommen aus dem schon genehmigten weiteren Betrieb und dem anschließenden Rückbau laufender Kernkraftwerke, aber auch der in der Forschung und Industrie, in diagnostischen und therapeutischen Anwendungen etc. anfallenden radioaktiven Materialien zu diskutieren sein, ohne dass damit ein Votum für oder gegen die künftige Nutzung der Kernenergie verbunden sein muss (in Deutschland liegt der Anteil der Kernkraftwerke am Gesamtaufkommen radioaktiven Abfalls nicht über 50 Prozent).

In eben dieser Perspektivierung befasst sich die Projektgruppe „Radioaktive Abfälle. Technische und normative Aspekte ihrer Entsorgung“ der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler mit dem Thema. Unter Heranziehung möglichst gesicherten natur- und ingenieurwissenschaftlichen Wissens und unter Einbeziehung aller relevanten juristischen und ethischen Aspekte sollen dabei konkrete Empfehlungen entwickelt und begründet werden, die der politischen und gesellschaftlichen Entscheidungsfindung eine wissenschaftlich legitimierte Grundlage bieten.

Dabei schien es von vorneherein angemessen, den Betrachtungsrahmen nicht lediglich auf die (durch den „Ausstiegsbeschluss“ von 1999 auch besonderen) Verhältnisse in Deutschland auszurichten, sondern auf die Verhältnisse in Europa: In aller Regel stehen den einzelnen Ländern, z. B. auf Grund ihrer unterschiedlichen geologischen Voraussetzungen, auch unterschiedliche Optionen offen, sodass eine Beschränkung auf die jeweils nationalen Bedingungen von vorneherein Optionen ausblenden würde. Auch wird der Länderverbund über (z. B. auch finanzielle) Handlungsmöglichkeiten verfügen, die den jeweils einzelnen Mitgliedsländern nicht offenstehen. Tatsächlich reichen die in Planung befindlichen Verfahren allein zur Standortauswahl oder zur Erschließung designierter Endlagerstätten einige Jahrzehnte in die Zukunft, auch die Abkühlung wärmeentwickelnder hochradioaktiver Abfälle in Zwischenlagern dauert mehrere Jahrzehnte, die Phase der Einlagerung ist in verschiedenen Ländern teilweise auf ein bis mehrere Jahrhunderte projiziert. Angesichts solcher Fristen und einer innerhalb dieser Fristen erwartbaren Änderung der

Kompetenzenverteilung zwischen der Europäischen Union und ihren Mitgliedsländern muss es jedenfalls dann als unangemessen verkürzt gelten, wenn nach allgemein akzeptablen Strategien jenseits der individuellen Orientierungen und tagespolitischen Entwicklungen gesucht werden soll, diese Suche aber auf die jeweils nationalen Bedingungen beschränkt würde. Dies schließt allerdings nicht aus, dass in Anwendung des Verursacherprinzips die Verantwortung bei den Nationen oder anderen Verursachergemeinschaften verbleibt.

## 2 Untersuchungsaufgabe

Die Projektgruppe der Europäischen Akademie wird sowohl die Endlager-Optionen für schwach-, mittel- sowie hochradioaktive Abfälle diskutieren, das Hauptaugenmerk aber auf die hochradioaktiven Abfälle legen. Davon warten in zahlreichen Zwischenlagern in Europa mehrere tausend Kubikmeter auf ihre endgültige Entsorgung, in den noch laufenden Kraftwerken fallen jährlich ca. 280 bis 300 weitere Kubikmeter an. Für die Entsorgung dieser Abfälle werden zahlreiche Optionen diskutiert, unter denen der Abschluss in geologischen Tiefenlagern nur ein Typ unter anderen ist. Alternativen reichen von der Einlagerung in antarktischen Eis über die Einbringung in plattentektonische Subduktionszonen bis hin zur Verbringung in die Sonne. Intensiv erforscht werden jedoch vor allem – je nach den geologischen Voraussetzungen der jeweiligen Länder – unterirdische Lagerstätten in Salzstöcken, im Granit oder in hinreichend mächtigen Tonschichten. Entsprechend ihrem Anliegen, die Frage der Entsorgung radioaktiver Abfälle losgelöst von der Debatte um die Kernkraft zu diskutieren, hat es sich die Projektgruppe gleichwohl zur Aufgabe gemacht, alle Optionen erneut und unabhängig von den durch bereits erfolgte Forschungsinvestitionen geschaffenen Faktenlagen in den Blick zu nehmen.

Sämtliche Optionen gehen mit spezifischen Risiken und Chancen einher, die es zu untersuchen und nach einem systematisch zu entwickelnden Kriterienkatalog zu vergleichen gilt. Dabei stehen bereits bei der Ermittlung der naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen und des Strahlenschutzes mit der Wahl geeigneter Methodologien normative Entscheidungen an:

Nach welchen Konzepten sollen etwa die Strahlenexpositionen ermittelt werden? Welche Bedeutung soll bei der Bewertung des Strahlenschutzes der Kollektivdosis, welche alternativen Bewertungsgrundlagen zukommen? Welche Unsicherheiten sind hinsichtlich der Prognostik über die extrem langen Zeiträume, welche hinsichtlich möglicher Strahlenrisiken im niedrigen Dosisbereich hinzunehmen?

## 3 Normative Fragestellungen

Bei der Entwicklung eines Kriterienkataloges sind wesentlich auch juristische und ethische Fragestellungen zu behandeln: Wenn es darum geht, Maßstäbe für die Akzeptabilität von Risiken zu entwickeln und als Grundlage gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse zu empfehlen, dann ist neben der naturwissenschaftlichen Bestimmung und Beschreibung der Folgen, die mit der Ergreifung der einen oder der anderen Option wahrscheinlich einhergehen, auch zu bestimmen, welche Folgen wünschenswert, welche um keinen Preis hinzunehmen oder welche Folgen um welchen wünschenswerten Vorteils willen in Kauf zu nehmen sind. Da die verschiedenen Beteiligten in unterschiedlichem Maße von den Folgen betroffen sein und oft positive Effekte für die Einen gerade zu Lasten Anderer erzielt werden, sind ferner auch von vorneherein Fragen der gerechten Verteilung der Risiken und Chancen zu thematisieren. Dies betrifft etwa schon die räumliche Verteilung im Falle der Standortsuche für unterirdische Lagerstätten oder die zeitliche Verteilung bzgl. der zugemuteten Wahrscheinlichkeit einer Strahlenexposition. So könnte gegebenenfalls durch Verbringung an eine weiter entfernt liegende, aber eben unter dem Langfrist-Aspekt „sichere“ Lagerstätte eine höhere Sicherheit für fernere Generationen erzielt werden, wobei man aber zugleich die gegenwärtigen Generationen dem erhöhten Risiko eines längeren Transports aussetzen müsste. Prinzipiell ist in diesem Kontext auch die Frage der möglichen Rückholbarkeit von Bedeutung: Aus allgemeinen planungstheoretischen Überlegungen könnte gerade auch der Verzicht auf eine möglichst endgültige Entsorgung von Interesse sein, um etwa auf Grund neuer Erkenntnisse nötig gewordene Korrekturen oder durch technische Entwicklungen mög-

lich gewordene Verbesserungen in der Lagerstrategie vornehmen zu können. Aber auch mit künftig verbesserten Möglichkeiten, die z. T. noch erheblichen Restenergien nutzbar zu machen, ist durchaus zu rechnen.

Das Offenhalten solcher Optionen geht aber wiederum mit Risiken einher – etwa dem Risiko, dass dann (in einer näheren Zukunft) die strahlenden Substanzen auch leichter für Eindringlinge zu unerwünschten Zwecken (z. B. terroristische Bedrohung) verfügbar sein könnten oder dem Risiko, dass (in einer ferneren Zukunft) Menschen, die vom Vorhandensein einer Endlagerstätte nichts mehr wissen, zufällig und unabsichtlich in riskante Nähe zu den toxischen Substanzen geraten.

#### 4 Chancen und Risiken

Gerade diese Beispiele machen deutlich, dass eine angemessene Bearbeitung des Themas auch einen Vergleich mit anderen Risiko-Konstellationen einschließt: Natürlich hinge z. B. die Wahrscheinlichkeit des angeführten Terrorszenarios auch von den alternativen Optionen ab, die einem möglichen zukünftigen Terroristen zur Errichtung eines Bedrohungspotenzials offenstehen: Wie viel leichter sind andere hochtoxische Substanzen erreichbar als die radiotoxischen Substanzen in einem passiv sicheren, aber prinzipiell reversibel gehaltenen Endlager? Wie viel leichter zugänglich wären gleichwertig radiotoxische Substanzen andernorts? Und wie sollen sich auf lange Sicht die Sicherheitserfordernisse für die im Rhythmus der Halbwertszeiten zwar sehr langsam, letztlich aber doch rückläufige Bedrohung durch die radiotoxischen Substanzen zu den Sicherheitserfordernissen verhalten, die für andere, etwa in der chemischen Industrie anfallende toxische Substanzen für ausreichend gehalten werden?

Dass bei Fragestellungen dieser Art ein reflektiertes Risikokonzept heranzuziehen ist, muss als Selbstverständlichkeit gelten. Wer aber für die z. T. enorme Diskrepanz zwischen einer forschungsbasierten Risikoeinschätzung und den spontan geäußerten Risikoeinschätzungen in breiten Teilen der Gesellschaft nicht blind ist, wird jedenfalls dann, wenn er auf eine erfolgreiche gesellschaftliche Umsetzung seiner Empfehlungen hofft, auch thematisieren müssen, wie

mit der Komplexität der Zusammenhänge, den unsicheren Entscheidungsgrundlagen und den Unterschieden in den Haltungen verschiedenen Risiken gegenüber umgegangen werden soll. Entsprechend hat auch die Projektgruppe dieses Thema auf ihre Agenda gesetzt.

#### 5 Arbeitsweise

Das breite Problemspektrum erfordert die intensive fachübergreifende Zusammenarbeit von Vertretern der relevanten Disziplinen. Dabei ist ein direkter Austausch unerlässlich, wenn die erforderliche interdisziplinäre Integration erreicht werden soll. Das von der Europäischen Akademie etablierte Projektgruppenprinzip hat sich in nunmehr neunzehn abgeschlossenen Projekten bewährt: Die Akademie beruft zunächst fachlich ausgewiesene Wissenschaftler aus Universitäten und außerwissenschaftlichen Forschungseinrichtungen Europas in eine auf Zeit eingerichtete Projektgruppe. In einer sogenannten Kerngruppenphase wird mit der Kompetenz der Fachvertreter die Aufgabenstellung konkretisiert und weitere Experten aus denjenigen Disziplinen werden in die Projektgruppe eingeladen, die für die Abarbeitung der Aufgabenstellung erforderlich sind. In einem ca. achtwöchigen Rhythmus finden Diskussionen in gemeinsamen Sitzungen statt, die nach Abschluss der planerischen Phase möglichst bald Diskussionen über textliche Beiträge der einzelnen Mitglieder zu der angestrebten gemeinsamen Studie sein sollen. Ziel ist es, eine von allen Fachvertretern gemeinsam getragene und in gemeinsamer Autorenschaft verantwortete Studie zu erstellen, die auf dem Stand der beteiligten Wissenschaften eine Übersicht über den Diskussionsstand und auf dieser Grundlage eine Argumentation für die am Ende zu gebenden begründeten Handlungsempfehlungen bietet. Adressat dieser Empfehlungen sind die Wissenschaften selbst, die in kritischer Diskussion die Verlässlichkeit der erzielten Resultate prüfen sollen, dann aber die an den Entscheidungsfragen interessierte Öffentlichkeit sowie die relevanten Ressorts aus Politik und Wirtschaft.

Um die Qualität des Projektergebnisses abzusichern werden bereits in einer frühen Projektphase die konkretisierten Pläne, in einer späteren Phase erste Ergebnisse externen Fach-

leuten aus den verschiedenen Disziplinen zur Begutachtung vorgelegt, vor der Drucklegung wird über den Endbericht noch einmal der wissenschaftliche Beirat der Europäischen Akademie befinden. Der Endbericht soll in der Schriftenreihe „Ethics of Science and Technology Assessment“ erscheinen, die vom Direktor der Europäischen Akademie herausgegeben wird.

Das Projekt wird vom VGB PowerTech e.V. (Essen) finanziell gefördert. Die Projekt-homepage ist abrufbar unter <http://www.ea-aw.de/de/projektgruppen/projektuebersicht/radioaktive-abfaelle.html>

### Kontakt

Dr. phil. Georg Kamp (Projektkoordinator)  
Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen  
wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad  
Neuenahr-Ahrweiler GmbH  
Wilhelmstr. 56, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler  
Tel.: +49 (0) 26 41 / 9 73 - 3 08  
Fax: +49 (0) 26 41 / 9 73 - 3 20  
E-Mail: [georg.kamp@ea-aw.de](mailto:georg.kamp@ea-aw.de)

« »

## How to Protect Water Resources in Hanoi International Water Research Alliance Saxony in Vietnam

by Catalin Stefan and Peter Werner, Dresden University of Technology<sup>1</sup>

**In several regions around the world, water-related problems are relevant and new solutions for a sustainable development are sought. The aim of the International Water Research Alliance Saxony (IWAS) is to develop system solutions to specific problems using an Integrated Water Resources Management (IWRM) approach in five model regions around the world: Eastern Europe, the Middle East, Central and Southeast Asia, and Latin America. This paper presents the project objectives and challenges in one model region (Southeast Asia) with a focus on the development of sustainable wastewater management in an emerging district of the Vietnamese capital city of Hanoi.**

### 1 About the IWAS initiative

The International Water Research Alliance Saxony (IWAS) was initiated by the Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Dresden University of Technology (TUD), and Stadtentwässerung Dresden (member of the German Water Partnership) and is funded by the German Ministry of Education and Research (BMBF).<sup>2</sup> Within IWAS, around 60 scientists from the three institutions (together with partners from science, industry and political decision-makers) are developing specific solutions to particular water-related problems in five regions around the world under the concept of Integrated Water Resources Management (IWRM): Eastern Europe, Middle East, Central and Southeast Asia, and Latin America.

As the reasons for the occurring water problems are specific to the particular conditions in the respective regions, each of the investigated areas has its own profile:

- **Eastern Europe:** The countries of the former Soviet Union which border on the European Union are under pressure to adapt to