Klaus-Jürgen Röhlig
Peter Hocke
Ulrich Smeddinck
Clemens Walther

The ENTRIA Project: Selected Disciplinary and Interdisciplinary Research Topics

ENTRIA ("Disposal Options for Radioactive Residues: Interdisciplinary Analyses and Development of Evaluation Principles", www.entria.de) is a joint research project carried out by twelve departments and institutes from German universities and major research institutions and one partner from Switzerland. It is financed by the German Ministry of Education and Research (BMBF). Scientists representing natural sciences, civil engineering, philosophy, law, social and political sciences, and technology assessment carry out disciplinary and interdisciplinary research addressing three options to manage especially high-level radioactive waste:

- Final disposal in deep geological formations without any arrangements for retrieval,
- disposal in deep geological formations with arrangements for monitoring and retrieval, and
- (prolonged) surface (or near-surface) storage.

In the paper, the following selected research topics – both disciplinary and interdisciplinary – are briefly introduced in order to provide an impression of the project scope:

- Surface storage,
- reference concepts for emplacement in deep geological formations with retrievability and monitoring,
- radiation exposure and justification of measures,
- interdisciplinary perspectives on dose limits,
- comparative studies on nuclear waste governance,
- nuclear waste governance in Switzerland,
- public involvement and the German Site Selection Act, and
- citizens' jury.

Das ENTRIA-Projekt: Ausgewählte disziplinäre und interdisziplinäre Forschungsthemen

ENTRIA („Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen", www.entria.de) ist ein gemeinsames Forschungsprojekt von zwölf Instituten bzw. Fachbereichen deutscher Universitäten und Großforschungseinrichtungen sowie einem Partner aus der Schweiz. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. Wissenschaftler aus Natur-, Ingenieur-, Geistes-, Rechts-, Sozial- und Politikwissenschaften sowie aus dem Bereich Technikfolgenabschätzung führen disziplinäre und interdisziplinäre Forschungen durch, die sich mit drei Optionen für die Entsorgung insbesondere von hochradioaktiven Abfällen befassen:

- Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ohne Vorkehrungen zur Rückholbarkeit,
- Einlagerung in tiefe geologische Formationen mit Vorkehrungen zur Überwachung und Rückholbarkeit und
- (längerfristige) Oberflächen- (oder oberflächennahe) Lagerung.

In diesem Aufsatz werden die folgenden ausgewählten – disziplinären und interdisziplinären – Forschungsthemen kurz vorgestellt, um einen Eindruck vom Projektumfang zu vermitteln:

- Oberflächenlagerung,
- Referenzkonzepte für die Einlagerung in tiefe geologische Formationen mit Rückholbarkeit und Überwachung,
- Strahlenexposition und Rechtfertigung von Maßnahmen,
- interdisziplinäre Perspektiven zu Dosisgrenzwerten,
- Vergleichsstudien zur Governance bei radioaktiven Abfällen,
- Governance von radioaktiven Abfällen in der Schweiz,
- Beteiligung der Öffentlichkeit und das deutsche Standortauswahlgesetz und
- Bürgerforum.

The Project

Obviously, radioactive waste management (RWM) concerns society as a whole and therefore needs more than technological and natural science research. The German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is funding, inter alia, the integrated research project ENTRIA in order to support the development of interdisciplinary research approaches as well as professional (academic) education and knowledge management. ENTRIA ("Disposal Options for Radioactive Residues: Interdisciplinary Analyses and Development of Evaluation Principles", www.entria.de) is carried out by twelve departments and institutes from German universities and major research institutions and one partner from Switzerland. The scientists participating in ENTRIA represent natural sciences, civil engineering, philosophy, law, social and political sciences, and technology assessment. Recognising that all these disciplines need to interact when radioactive waste management is concerned, the project aims at investigating and developing evaluation principles and knowledge about "context structures" for three options to manage especially high-level radioactive waste:

- Final disposal in deep geological formations without any arrangements for retrieval,
- disposal in deep geological formations with arrangements for monitoring and retrieval, and
- (prolonged) surface (or near-surface) storage.

In order to facilitate interdisciplinary research and co-operation, the project is organised in three so-called vertical projects, each addressing one of the management options and all mainly treated by natural scientists and civil engineers. In addition, overarching aspects such as "Synthesis, Co-ordination and Communication", "Technology Assessment and Governance", "Ethical and Moral Substantiation, Legal Prerequisites, and Implications", and "Interdisciplinary Risk Research" are addressed by interdisciplinary so-called transversal projects (Figure 1).

Das Projekt

Offensichtlich betrifft die Entsorgung radioaktiver Abfälle die Gesellschaft als Ganzes und verlangt daher nach mehr als technologischer und naturwissenschaftlicher Forschung. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert u.a. das Verbundforschungsprojekt ENTRIA, um die Entwicklung von interdisziplinären Forschungsansätzen sowie die fachliche (akademische) Bildung und das Wissensmanagement zu unterstützen. ENTRIA („Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen", www.entria.de) wird von zwölf Instituten bzw. Fachbereichen deutscher Universitäten sowie Großforschungseinrichtungen und einem Partner aus der Schweiz durchgeführt. Die an ENTRIA beteiligten Wissenschaftler vertreten Natur-, Ingenieur-, Geistes-, Rechts-, Sozial- und Politikwissenschaften sowie Technikfolgenabschätzung. In Anerkenntnis der Tatsache, dass alle diese Disziplinen in Fragen der Behandlung von radioaktiven Abfällen miteinander agieren müssen, will das Projekt Bewertungsprinzipien und Kenntnisse über die „Kontextstrukturen" für drei Optionen für die Entsorgung insbesondere von hochradioaktiven Abfällen untersuchen und entwickeln:

- Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ohne Vorkehrungen zur Rückholbarkeit,
- Einlagerung in tiefe geologische Formationen mit Vorkehrungen zur Überwachung und Rückholbarkeit und
- (längerfristige) Oberflächen- (oder oberflächennahe) Lagerung.

Zur Unterstützung der interdisziplinären Forschung und Zusammenarbeit ist das Projekt in drei sogenannten Vertikalprojekten organisiert, die sich jeweils mit einer Entsorgungsoption befassen und die alle in erster Linie von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren bearbeitet werden. Darüber hinaus werden übergreifende Aspekte wie „Synthese, Koordination und Kommunikation", „Technikfolgenabschätzung und Governance", „Ethisch-moralische Begründung, rechtliche Voraussetzungen und Implikationen" sowie „Interdisziplinäre Risikoforschung" interdisziplinär in sogenannten Transversalprojekten (Bild. 1) bearbeitet.

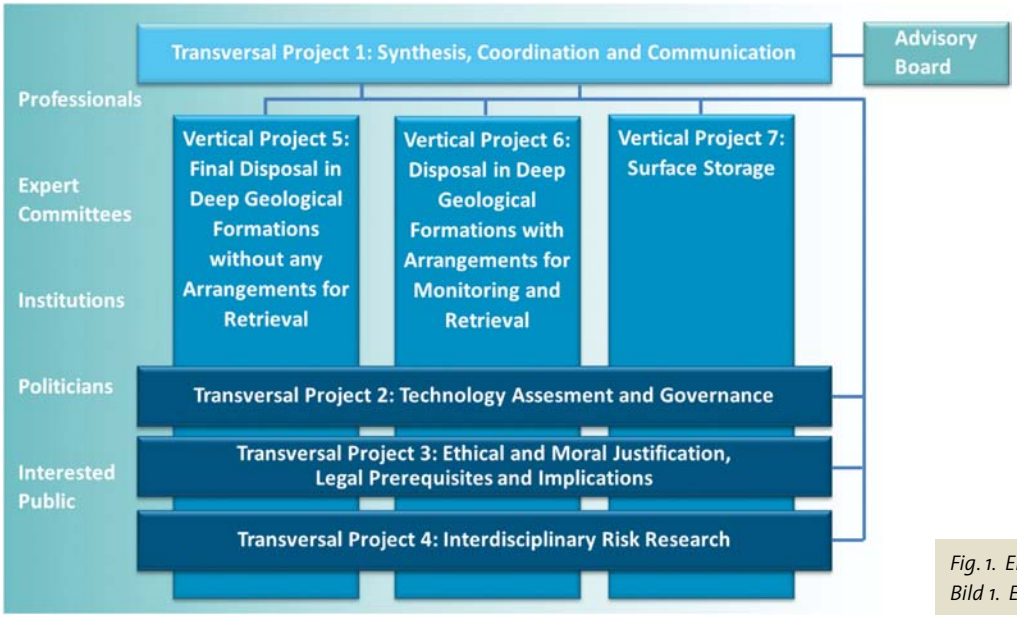

Fig. 1. ENTRIA structure
Bild 1. ENTRIA Struktur

For ENTRIA, sound disciplinary research forms an indispensable basis for interdisciplinarity. In the following, selected research topics – both disciplinary and interdisciplinary – are briefly introduced in order to provide an impression of the project scope.

Vertical Project "Surface Storage"

There are various possible motivations for investigating (prolonged) surface storage. On one hand, it is obvious that the time schedule established by the recently passed German Site Selection Act (StandAG 2013) will require storage times exceeding the four decades for which the existing storage facilities are licensed. On the other, one might investigate storage as temporary alternative for disposal. For both cases, issues such as storage concepts, buildings, containers, safety issues, as well as refurbishment and operation strategies need to be investigated. The project addresses in dedicated work packages

- structural engineering concepts,
- monitoring-based safety and lifecycle concepts, and
- requirements concerning waste conditioning methods.

It is aiming at a comparison of existing and conceivable storage methods using a multi-criteria evaluation catalogue. So far, storage facilities existing world-wide were analysed based on literature as well as visits and interviews with operators of selected facilities. The analysis focusses on challenges associated with extended storage times. In a next step, a dossier comprising requirements and regulations, technical concepts, selected examples, maintenance issues, and challenges of prolonged storage will be developed. The latter will focus on the identification of relevant deterioration mechanisms and on the analysis of engineering and research models concerning the forecast of deterioration processes and potential extrapolations on long timescales. Conceivable engineering solutions include dimensioning of concrete constructions based on probabilistic service life models, choice of appropriate concrete compositions accounting for potential deterioration mechanisms, improved steel corrosion protection, and design improvements accounting for extreme impacts.

Reference concepts for emplacement in deep geological formations with retrievability and monitoring

There are many possible scenarios for waste retrieval from a deep repository. Measures for an improved retrieval capability may impact on the geotechnical and geological barriers, e. g. keeping open the access drifts for a long period of time can result in a bigger excavation disturbed zone (EDZ) in the host rock which implies potential flow paths for ground water. Nevertheless, to limit the possible scenarios associated to the retrievability implementation, it is necessary to take into consideration which criteria will be used for an efficient monitoring program, while clearly determining the performance reliability of the geotechnical barriers. In addition, the integrity of the host rock as geological barrier has to be verified. Therefore, it is important to evaluate different design solutions and the most appropriate measurement methods to improve the retrievability process of wastes from a geological repository.

For these concepts the use of five host formation types, bedded salt and salt domes, clay, claystone and crystalline rocks, for

Für ENTRIA bildet solide disziplinäre Forschung eine unabdingbare Grundlage für Interdisziplinarität. Nachfolgend werden ausgewählte – disziplinäre und interdisziplinäre – Forschungsthemen kurz vorgestellt, um einen Eindruck vom Projektumfang zu vermitteln.

Vertikalprojekt „Oberflächenlagerung"

Es gibt mehrere mögliche Motivationen für die Erforschung der (längerfristigen) Oberflächenlagerung. Einerseits ist es offensichtlich, dass der vom kürzlich verabschiedeten deutschen Standortauswahlgesetz (StandAG 2013) festgelegte Zeitplan Lagerzeiten erfordert, die über die 40 Jahre hinausgehen, für die den vorhandenen Lagereinrichtungen eine Genehmigung erteilt wurde. Andererseits könnte man Lagerung als vorübergehende Alternative zur Entsorgung untersuchen. In beiden Fällen müssen Themen wie Lagerkonzepte, Gebäude, Behälter, Sicherheitsfragen sowie Modernisierungs- und Betriebsstrategien erforscht werden. Das Projekt befasst sich in dafür speziell gebildeten Arbeitspaketen mit

- bautechnischen Konzepten,
- monitoring-basierten Sicherheits- und Life-Cycle-Konzepten und
- Anforderungen im Zusammenhang mit Abfallbehandlungsmethoden.

Es will mit Hilfe eines Bewertungskatalogs aus zahlreichen Kriterien einen Vergleich von vorhandenen und denkbaren Lagerungsmethoden vornehmen. Bisher wurden Lagereinrichtungen weltweit auf der Basis der Literatur sowie von Besuchen und Gesprächen mit Betreibern ausgewählter Einrichtungen analysiert. Die Analyse konzentriert sich auf Herausforderungen durch verlängerte Lagerzeiten. In einem weiteren Schritt wird eine Dokumentation mit Anforderungen und Vorschriften, technischen Konzepten, ausgewählten Beispielen, Wartungsfragen und Herausforderungen durch längerfristige Lagerung entwickelt. Letztere werden sich auf die Identifizierung relevanter Schädigungsmechanismen und die Analyse technischer und theoretischer Modelle zur Vorhersage von Schädigungsprozessen und der Extrapolationsmöglichkeiten über lange Zeiträume konzentrieren. Zu den denkbaren technischen Lösungen zählen die Dimensionierung von Betonkonstruktionen auf der Grundlage von probabilistischen Lebensdauermodellen, die Wahl geeigneter Betonzusammensetzungen zur Berücksichtigung potentieller Schädigungsmechanismen, verbesserter Korrosionsschutz der Stähle und konstruktive Verbesserungen zur Berücksichtigung extremer Einwirkungen.

Referenzkonzepte für die Einlagerung in tiefe geologische Formationen mit Rückholbarkeit und Überwachung

Es gibt viele mögliche Szenarien, um Abfälle aus einem Tiefenlager zurückzuholen. Maßnahmen zur Verbesserung der Rückholbarkeit können sich auf die geotechnischen und geologischen Barrieren auswirken, z.B. könnte ein Offenhalten von Zugangsstollen über lange Zeit zu einer größeren Auflockerungszone im Wirtsgestein führen und potentielle Wegsamkeiten für Grundwasser schaffen. Um die möglichen Szenarien im Zusammenhang mit der Umsetzung der Rückholung einzugrenzen, ist es trotzdem notwendig, zu berücksichtigen, welche Kriterien für ein effizientes Monitoring-

deep emplacement of high active waste (HAW) is addressed. Their performance with regard to retrievability measures are compared based on their characteristic hydrologic and mechanical behaviour. ENTRIA's reference concepts for deep emplacement in these formations with retrievability and monitoring propose a repository design with the following properties: The repository needs to be dimensioned appropriately to allow retrieval and to implement monitoring drifts above the emplacement areas. Individual emplacement drifts should be backfilled and sealed after waste emplacement (Figure 2), whereas the infrastructure area and the shaft will be kept open. The host-rock specific timeframe for which this will be possible will be derived based on safety considerations taking into account geomechanics, degradation processes etc. The hypothesis is that – assuming that a decision is taken not to retrieve – the complete repository will be backfilled and sealed at the latest at the end of this timeframe. From then on, only waste recovery will be conceivable. Of course, choosing a reference concept implies an illustrative and exemplary character of the related considerations: Many statements will apply to this specific reference concept rather than to „retrievability in general".

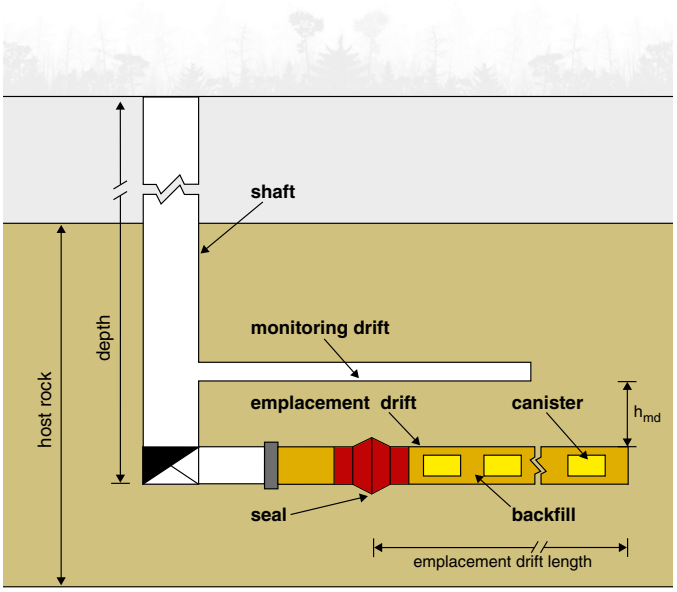

Fig. 2. Emplacement in deep geological formations with retrievability and monitoring: Schematic representation of emplacement and monitoring drifts
Bild 2. Einlagerung in tiefe geologische Formationen mit Rückholbarkeit und Überwachung. Schematische Darstellung von Einlagerungs- und Überwachungsstollen

programm eingesetzt werden, während gleichzeitig die Zuverlässigkeit der geotechnischen Barrieren klar zu bestimmen ist. Darüber hinaus muss die Integrität des Wirtsgesteins als geologische Barriere verifiziert werden. Daher ist es wichtig, die verschiedenen konstruktiven Lösungen und die am besten geeigneten Messmethoden zu bewerten, um den Rückholprozess von Abfällen aus einem geologischen Tiefenlager zu verbessern.

Für diese Konzepte wird die Nutzung von fünf Wirtsformationstypen – Salz in flacher Lagerung oder Salzstöcke, Ton, Tonstein und kristalline Gesteinsformationen – für die Tiefenlagerung von hochradioaktiven Abfällen betrachtet. Deren Verhalten wird auf der Grundlage ihrer charakteristischen hydrologischen und mechanischen Eigenschaften in Bezug auf Rückholbarkeitsmaßnahmen verglichen. Die Referenzkonzepte von ENTRIA für die Tiefeneinlagerung in diese Formationen mit Rückholbarkeit und Überwachung sehen eine Tiefenlagerkonstruktion mit folgenden Eigenschaften vor: Das Tiefenlager muss entsprechend dimensioniert sein, um eine Rückholung zuzulassen und Überwachungsstollen über den Einlagerungsbereichen anzulegen. Die einzelnen Einlagerungsstollen sollten nach der Einlagerung der Abfälle verfüllt und versiegelt werden (Bild 2), während der Infrastrukturbereich und der Schacht offen gehalten werden. Der vom jeweiligen Wirtsgestein abhängige Zeitraum, in dem dies möglich ist, wird auf der Grundlage von Sicherheitsbetrachtungen unter Berücksichtigung von Geomechanik, Zersetzungsprozessen etc. abgeleitet. Es wird unterstellt, dass – unter der Annahme, dass eine Entscheidung gegen die Rückholung getroffen wird – das gesamte Tiefenlager spätestens zum Ende dieses Zeitraums verfüllt und verschlossen wird. Von diesem Zeitpunkt an ist nur eine Bergung der Abfälle denkbar. Natürlich bedeutet die Auswahl eines Referenzkonzepts auch, dass die diesbezüglichen Überlegungen zur Veranschaulichung und als Beispiel dienen. Viele Aussagen werden eher für dieses spezielle Referenzkonzept als für „Rückholbarkeit im Allgemeinen" gelten.

Strahlenexposition und Rechtfertigung von Maßnahmen

Die Grundprinzipien des Strahlenschutzes verlangen den Nachweis der Expositionsminimierung, eine Optimierung von Prozessen und eine Rechtfertigung aller geplanten Expositionssituationen. Dies gilt auch für die Handhabung von radioaktiven Reststoffen. Daher sind Dosisabschätzungen für alle Handhabungsschritte erforderlich, und falls mehrere Optionen vorhanden sind, sollte die Option mit der geringsten Dosis für die Beschäftigten und die Öffentlichkeit den Vorzug erhalten.

ENTRIA befasst sich mit folgenden Aspekten:

a. Handhabung von Abfällen bei der Einlagerung (für alle Optionen von Bedeutung).
b. Tätigkeiten für die regelmäßige Überprüfung und Wartung von Behältern während des Betriebs (besonders relevant für Langzeitlagerung).
c. Handhabung von Abfällen bei der Rückholung.
d. Exposition der Bevölkerung aufgrund der Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Tiefen- oder Oberflächenlager in die Umwelt.

Während die Aspekte a) und d) in der Vergangenheit beträchtliche Aufmerksamkeit genossen haben, werden Strahlenschutzfragen

Radiation exposure and justification of measures

Basic principles of radiation protection require prove of minimization of exposure, optimization of processes and justification for all planned exposure situations. Handling of nuclear waste falls into this category. Hence, dose estimates are required for all practices and in case several options exist, the one with the minimum dose for workers and members of the public should be preferred.

ENTRIA addresses the following aspects:

a. Handling of waste during emplacement (important for all options).
b. Practices for periodic inspection and maintenance of containers during operation (most relevant for long term storage).
c. Handling of waste in case of retrieval.
d. Exposure of the public due to release of radioactive substances from a repository or storage facility into the environment.

While aspects a) and d) received considerable attention in the past, radiation protection issues concerning aspects b) and c) are frequently neglected. Currently, in Germany emplacement with a retrieval option is favoured by many stakeholders, decision makers and by the public. However, if future generations have to come to a decision pro or against retrieval the aforementioned three basic principles need to be checked and exposures arising from different possible actions weighed against each other.

To this end, ENTRIA is calculating doses to men, both, caused by long term exposure of the public in the distant future due to potential slow release of mobile radionuclides from a geological repository, but also dose to workers during emplacement and retrieval when handling the waste. In a first step, a reference scenario of a repository in salt rock using POLLUX containers loaded with spent nuclear fuel rods is considered. The intensity (flux density) of radiation – mainly gamma radiation and neutrons – at the container surface are modelled as a function of loading and time after discharge from the reactor (and time between emplacement and retrieval). Generic scenarios of practices necessary to handle and retrieve the containers are considered and movement of workers in the radiation fields are imaged by 3D Monte Carlo Simulations which allow to model dose very realistically.

Optimum handling procedures and also optimum container layouts will be developed for the reference concepts described in the previous section, leading to minimization of dose. With these results ENTRIA wants to provide a basis to compare total dose to workers if action is taken and compare this with possible effects if no measures are taken under consideration of minimization, optimization and justification of all actions.

Perspectives on dose limits: an example for interdisciplinary work

During the first two years of project work, major challenges concerning interdisciplinarity became evident and means to address them were developed. Formats for interdisciplinary cooperation between the research teams and mutual learning such as interdisciplinary lecture series held by senior scientists, joint field trips, as well as presentation and workshop formats for junior scientists have been put in place. This is not only meant to serve the project work itself, but also to educate scientists with disciplinary

im Zusammenhang mit den Aspekten b) und c) häufig vernachlässigt. Derzeit wird in Deutschland von vielen Interessengruppen, Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit die Einlagerung mit Option zur Rückholung bevorzugt. Wenn künftige Generationen jedoch zu einer Entscheidung für oder gegen die Rückholung kommen müssen, müssen die zuvor genannten drei Grundprinzipien geprüft und die sich aus den verschiedenen möglichen Aktionen ergebenden Expositionen gegeneinander abgewogen werden.

Zu diesem Zweck berechnet ENTRIA sowohl die Langzeitexposition von Personen der Bevölkerung in ferner Zukunft auf Grund einer potentiell langsamen Freisetzung mobiler Radionuklide aus einem geologischen Endlager, als auch die Dosen für Beschäftigte bei der Handhabung des Abfalls während der Einlagerung und Rückholung. In einem ersten Schritt wird ein Referenz-Szenario für eine Lagerstätte in Steinsalz unter Verwendung von mit abgebrannten Brennstäben beladenen POLLUX-Behältern betrachtet. Die Strahlungsintensität (Flussdichte) – überwiegend Gammastrahlung und Neutronen – an der Behälteroberfläche wird als Funktion der Beladung und der Zeit seit Entladung aus dem Reaktor (sowie der Zeit zwischen der Einlagerung und Rückholung) modelliert. Allgemeine Szenarien für notwendige Arbeitsabläufe bei der Handhabung und Rückholung der Behälter werden betrachtet, und die Bewegung von Beschäftigten in den Strahlungsfeldern werden mithilfe von 3D-Monte-Carlo-Simulationen, mit denen Dosen sehr realistisch modelliert werden können, visuell dargestellt.

Es werden für die im obigen Abschnitt beschriebenen Referenzkonzepte optimale Handhabungsverfahren sowie optimale Behälteranordnungen entwickelt, die eine Dosisminimierung erlauben. Mit diesen Ergebnissen will ENTRIA die Gesamtdosis für Beschäftigte im Falle einer Rückholung den möglichen Auswirkungen gegenüberstellen, wenn unter Berücksichtigung der Minimierung, Optimierung und Rechtfertigung aller Tätigkeiten keine Maßnahmen ergriffen werden.

Perspektiven zu Dosisgrenzwerten: ein Beispiel für interdisziplinäre Arbeit

In den ersten zwei Jahren der Projektarbeit wurden große Herausforderungen für die Interdisziplinarität offensichtlich, und es wurden Methoden und Werkzeuge entwickelt, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Es wurden Formate der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den Forschungsteams und zur gegenseitigen Ausbildung – beispielsweise durch interdisziplinäre Vortragsreihen von führenden Wissenschaftlern – gemeinsame Exkursionen sowie Präsentations- und Workshopformate für junge Wissenschaftler geschaffen. Dadurch soll nicht nur die Projektarbeit selbst unterstützt werden, sondern Wissenschaftler mit disziplinärer Exzellenz sollen auch weitergebildet werden und die Grundlagen anderer Disziplinen verstehen. Das Projekt arbeitet zunehmend an gemeinsamen interdisziplinären Veröffentlichungen, Doktorarbeiten und Veranstaltungen für die interessierte Öffentlichkeit, die von interdisziplinären Teams bestritten werden. Als ersten Schritt hin zu einer interdisziplinären Synthese haben die leitenden Wissenschaftler aller Teams ein Memorandum (1) veröffentlicht, in dem die speziellen Herausforderungen und bedeutsamen Zielkonflikte bei Entscheidungen über die Entsorgungsoptionen ausgeführt werden. Zum Erstellungsprozess des Memorandums, siehe (2).

excellence and to understand the basics of other disciplines. The project is increasingly working on joint interdisciplinary publications, PhD theses, and events for the interested public held by interdisciplinary teams. As a very first step towards an interdisciplinary synthesis, the senior scientists from all teams published a memorandum (1) naming the specific challenges and target conflicts of importance when deciding about management options. For the development process of the memorandum see (2).

It is crucial to identify, and to work on specific research topics with facets concerning several disciplines which cannot be seen in isolation and require joint efforts of the specialists involved. In several cases, such issues arose from the discussions within the formats mentioned above. Hereinafter, an example is given:

Initiated by the transversal project "Technology Assessment and Governance" and recognising that dose limits for the operational and post-operational phases of management facilities are an issue of utmost importance and concern when addressing both technical and governance aspects of disposal options, ENTRIA scientists developed a research paper aiming at an interdisciplinary synthesis of technical, sociology of knowledge, legal, societal, and political aspects. The paper comprises a set of 14 propositions addressing technical and non-technical drivers in definitions of dose limits, perceptions of radiation effects and dose limits, and controversies about the meaning and role of such limits. It elaborates on the technical and non-technical drivers. In doing so, it recognises that such limits are indispensable for technological development and legal security but often have a contra-productive effect in communication, political, and governance contexts. In order to better understand the coproduction and interdependencies of these various contexts, future interdisciplinary research needs to address the relationship between dose limits and risk perception as well as the role of confidence and trust. It should aim at a discourse based communication about underlying values, objectives, actors and procedures when defining limits, and potential alternatives and complements to established limits. (3)

Comparative Studies on nuclear waste governance

Within ENTRIA's transversal project "Technology Assessment and Governance", the Free University (FU) in Berlin and the Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) at the Karlsruhe Institute of Technologty (KIT), Karlsruhe, carry out comparative studies on nuclear waste governance in several countries. Recognising that both geological/geographic and societal conditions vary considerably from country to country, the aim is still to draw conclusions concerning an appropriate nuclear waste governance in Germany.

So far, Belgium, the Czech Republic, Finland, France, Germany, Italy, the Netherlands, the United Kingdom, the United States, Spain, Sweden, and Switzerland have been studied. The results are published in a book (4) which further comprises a detailed comparative and multi-level social and political analysis which sheds light on the efforts being made and the difficulties associated with trying to find socially, politically, economically, and technologically acceptable strategies for high-level radioactive nuclear waste storage and/or disposal.

The progress these countries have made and the obstacles the countries face are discussed in detail in the case studies.

Es ist von entscheidender Bedeutung, spezielle Forschungsthemen zu identifizieren, die mehrere Disziplinen betreffen. Die Arbeit an diesen Themen kann nicht isoliert gesehen werden, sondern erfordert gemeinsame Anstrengungen der betroffenen Spezialisten. In mehreren Fällen ergaben sich solche Themen aus den Diskussionen im Rahmen der oben genannten Formate. Dafür wird nachfolgend ein Beispiel gegeben:

Dosisgrenzwerte für die Betriebs- und Nachbetriebsphase von Entsorgungseinrichtungen sind ein Thema von herausragender Bedeutung und von besonderem Interesse, wenn man sich mit den Technik- und Governanceaspekten von Entsorgungsoptionen befasst. Daher haben ENTRIA-Wissenschaftler auf Initiative des Transversalprojets „Technikfolgenabschätzung und Governance" ein Arbeitspapier zur interdisziplinären Synthese von technischen, wissenssoziologischen, rechtlichen, gesellschaftlichen und politischen Aspekten entwickelt. Die Arbeit umfasst einen Katalog von 14 Thesen zu den technischen und nicht-technischen Triebkräften bei der Definition von Dosisgrenzwerten, den Wahrnehmungen von Strahlungswirkungen und Dosisgrenzwerten sowie Kontroversen im Hinblick auf die Bedeutung und Funktion solcher Grenzwerte. Dabei stellt es fest, dass solche Grenzwerte für die technische Entwicklung und Rechtssicherheit unabdingbar sind, aber häufig im Zusammenhang mit der Kommunikation, Politik und Governance eine kontraproduktive Wirkung haben. Um die gemeinsame Erarbeitung und die Interdependenzen dieser verschiedenen Kontexte besser zu verstehen, muss die künftige interdisziplinäre Forschung sich mit dem Verhältnis zwischen Dosisgrenzwerten und Risikowahrnehmung sowie der Rolle von Vertrauen befassen. Sie sollte bei der Definition von Grenzwerten eine auf Diskurs basierende Kommunikation zu den zugrundeliegenden Werten, Zielen, Akteuren und Verfahren und potentielle Alternativen und Ergänzungen zu den etablierten Grenzwerten zum Ziel haben. (3)

Vergleichsstudien zur Governance von Nuklearabfällen

Im Rahmen des ENTRIA-Transversalprojekts „Technikfolgenabschätzung und Governance", führen die Freie Universität (FU) Berlin und das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, Vergleichsstudien zur Governance von Nuklearabfällen in mehreren Ländern durch. Zwar weiß man, dass geologische/geographische und gesellschaftliche Bedingungen sich von Land zu Land deutlich unterscheiden, aber das Ziel ist nach wie vor, Schlussfolgerungen in Bezug auf eine angemessene Governance von Nuklearabfällen in Deutschland zu ziehen.

Bisher wurden Belgien, die Tschechische Republik, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, die Niederlande, das Vereinigte Königreich, die Vereinigten Staaten, Spanien, Schweden und die Schweiz untersucht. Die Ergebnisse werden in einem Buch (4) veröffentlicht, das auch eine detaillierte vergleichende und mehrstufige gesellschaftliche und politische Analyse enthält, die ein Licht auf die durchgeführten Arbeiten und die Schwierigkeiten wirft, die mit dem Versuch einhergehen, gesellschaftlich, politisch, wirtschaftlich und technisch annehmbare Strategien für die Lagerung und/oder Entsorgung von hochradioaktivem Nuklearabfall zu finden.

This is done looking at their regulations, technology choices, safety criteria, monitoring systems, compensation schemes, institutional structures, and approaches to public involvement. The study shows that while some countries have opted for medium-term storage solutions (of about a century), others are looking at various approaches to deep geological disposal. Site selection is a common challenge, but only a small number of states, e. g. Finland and Sweden are in an advanced stage of implementation.

The study identifies the primary stakeholders in the debate and their interests, the responsibilities and authority of different actors in relevant decision-making processes, and the value systems that are influencing the different national policy choices. The views and expectations of different communities regarding participatory decision making and compensation and the steps that have been or are being taken to promote dialogue and constructive problem-solving are also considered.

First conclusions include that siting for radioactive waste management facilities – especially repositories – is nowadays understood as a challenging process going beyond purely technical considerations by attempting societal participation. The range of what is understood by such participation is however wide. It spans from simple bi-directional information opportunities to approaches with direct participation and veto rights, thus showing deliberative-democratic aspirations. It can be concluded that, under the present circumstances, fundamental opposition against nuclear waste disposal makes sense only in a limited way. Several actors involve themselves in the decision process, be it in established processes or by non-parliamentary criticisms. Given that the timespan needed to address the problem goes far beyond single legislative terms, robust governance approaches involving societal participation are needed.

Further studies will address 13 more countries, including several non-OECD states. Questions about connections and correlations between technical and societal issues will be of increasing interest in the studies.

Nuclear waste governance in Switzerland

Research concerning nuclear waste governance in Switzerland is part of the international comparison carried out within ENTRIA by ITAS and FU Berlin (5). Despite of democratic traditions being different from the ones in Germany, Switzerland serves as a case study because, as in Germany, site selection is carried out by the authorities and first siting attempts failed due to local opposition which resulted in a stalemate situation and an ensuing "restart".

In Switzerland, as well as in many other countries, which are planning to install underground repositories for their high-level nuclear wastes, social conflicts have arisen in the process of searching and exploring a suitable site. In Switzerland, a stalemate in decision-making occurred when an application for underground exploration for a repository site for low- and intermediate level waste was rejected in a cantonal referendum. As a result, the Swiss parliament decided to abolish the can-tonal veto right and instead to install an official step-wise site selection procedure with an optional national referendum at the very end of the selection process. To this end, they choose and adapted a well-established planning instrument ("sectoral plan").

Die Fortschritte, die in diesen Ländern gemacht wurden, und die Hindernisse, mit denen sie konfrontiert sind, werden detailliert in Fallstudien erörtert. Dies geschieht durch Betrachtung ihrer Vorschriften, technischen Entscheidungen, Sicherheitskriterien, Überwachungssysteme, Kompensationsregelungen, institutionellen Strukturen und Ansätzen zur Beteiligung der Öffentlichkeit. Die Studie zeigt, dass sich manche Länder für mittelfristige Lagerungslösungen (für ca. 100 Jahre) entschieden haben, während andere verschiedene Vorgehensweisen zur Entsorgung in tiefen geologischen Schichten betrachten. Die Standortauswahl ist eine generelle Herausforderung, aber nur eine kleine Zahl von Ländern wie beispielsweise Finnland und Schweden befinden sich in einem fortgeschrittenen Umsetzungsstadium.

Die Studie identifiziert die wichtigen Stakeholder in der Debatte und deren Interessen, die Zuständigkeiten und Befugnisse verschiedener Akteure in relevanten Entscheidungsprozessen und die Wertesysteme, die die unterschiedlichen nationalen politischen Entscheidungen beeinflussen. Die Ansichten und Erwartungen verschiedener Communities zur Beteiligung an Entscheidungen und Kompensation sowie die Schritte, die zur Förderung von Dialog und konstruktiver Problemlösung gemacht wurden oder werden, werden ebenfalls betrachtet.

Zu den ersten Schlussfolgerungen zählt, dass die Standortentscheidung für Entsorgungseinrichtungen für radioaktive Abfälle – insbesondere Tiefenlager – heute als ein Prozess mit Herausforderungen verstanden wird, der über die rein technischen Überlegungen hinausgeht, indem er eine gesellschaftliche Beteiligung herzustellen versucht. Die Bandbreite dessen, was als derartige Beteiligung verstanden wird, ist jedoch sehr groß. Sie reicht von einfachen Informationsmöglichkeiten in beide Richtungen bis zu Ansätzen mit direkter Beteiligung und Vetorechten, womit deliberativ-demokratische Bestrebungen aufgezeigt werden. Man kann feststellen, dass unter den derzeitigen Umständen eine Fundamentalopposition gegen die Entsorgung von Nuklearabfällen nur noch eingeschränkt plausibel ist. Mehrere Akteure beteiligen sich am Entscheidungsprozess, sei es in etablierten Prozessen oder durch außerparlamentarische Kritik. Angesichts der Tatsache, dass die zur Bewältigung des Problems nötige Zeit einzelne Legislaturperioden wesentlich übersteigt, sind robuste Governance-Systeme mit gesellschaftlicher Partizipation nötig.

Weitere Studien werden sich mit 13 weiteren Ländern einschließlich mehrerer Nicht-OECD-Staaten befassen. Fragen über Verbindungen und Korrelationen zwischen technischen und gesellschaftlichen Fragestellungen werden in den Studien zunehmend von Interesse sein.

Governance von Nuklearabfällen in der Schweiz

Die Forschung zur Governance von Nuklearabfällen in der Schweiz ist Bestandteil des internationalen Vergleichs, der im Rahmen von ENTRIA vom ITAS und der FU Berlin vorgenommen wird (5). Obwohl sich die demokratischen Traditionen von den deutschen unterscheiden, wird die Schweiz als Fallstudie herangezogen, weil wie in Deutschland die Standortauswahl von den Behörden durchgeführt wird und die ersten Endlagerauswahlversuche aufgrund des lokalen Widerstandes fehlgeschlagen sind, was zu einer Pattsituation und einem darauffolgenden „Neuanfang" geführt hat.

In this, a strong focus was put on issues of transparency and public participation. Ethical considerations are significant factors in this as the civility of decision-making is an important criterion. Public participation in the sense of "having a say" is though limited to above-ground facilities; in all other questions participation is limited to consultation. Consultation takes place in several forums designed for this purpose, especially in the so-called regional conferences, in which representatives from the interested public and stakeholders are members. The tasks those regional conferences should fulfil are fixed in the sectoral plan.

In setting up this approach, the Swiss authorities took up ideas developed by the German Committee for the Development of a Site Selection Procedure (6) and international organisations, such as the Nuclear Energy Agency`s Forum on Stakeholder Confidence, e. g. (7).

Involving the public in decision-making requires changes in the "design" of decision-making processes. Institutions need to learn to coordinate such an involvement of stakeholders, which also means being open to their questions and demands. This is not an easy task as different stakeholders have very different ideas and expectations regarding their involvement. Compromises from all sides are necessary in order to make such arrangements work. One central compromise in the Swiss case was to abandon the cantonal referendum but at the same time involve the public already in the conception of the sectoral plan through focus group sessions and public consultations.

In those consultations, the Swiss government profited from the strong Swiss consensus democratic tradition. They went beyond the usual consultation procedures by talking not only to established collective actors, but also to the interested public. It showed that, even though time consuming, this approach was insofar a success as all stakeholders agreed to take part in the new site selection procedure. A working compromise had been found.

During implementation it showed that this compromise was not fixed, but that corrections were necessary in order to keep all stakeholders "on board". Tensions still occurred and cannot all be solved.

Public consultation and the Repository Site Selection Act

Public participation plays a key role in the disposal of radioactive waste in Germany.

The Repository Site Selection Act (StandAG) sets the legal framework for this (8). The public consultation process has never been adequately framed and the Atomic Energy Act was administered in the classic hierarchic manner. The legislative and planning approval procedures that were put in place meant that opportunities for arranging consultations, raising objections and holding debates were only available as part of the public hearing process.

Decisions taken by public and judicial authorities were sometimes enforced by large numbers of police armed with water cannon. Yet this approach did not help settle the conflict. Quite the contrary: following the Fukushima reactor incident social resistance and rejection ultimately compelled Germany to withdraw from nuclear energy completely. The new public consultation arrangements laid down in the StandAG are designed to increase public acceptance and improve the prospects of establishing a fi-

In der Schweiz und in vielen anderen Ländern, die Untertage-Endlager für ihre hochradioaktiven Nuklearabfälle einzurichten planen, haben sich im Laufe der Suche und Erkundung eines geeigneten Standorts gesellschaftliche Konflikte ergeben. In der Schweiz ergab sich in der Entscheidung eine Pattsituation, als ein Antrag auf untertägige Erkundung eines Endlagerstandortes für schwach- und mittelradioaktive Abfälle vom betreffenden Kanton in einer Volksabstimmung abgelehnt wurde. Infolge dieser Ablehnung beschloss das Schweizer Parlament, die Bundesversammlung, das kantonale Vetorecht abzuschaffen und an dessen Stelle ein offizielles nationales Standortauswahlverfahren mit mehreren Etappen und einem nationalen fakultativen Referendum am Ende des Auswahlverfahrens einzurichten. Zu diesem Zweck wählte es ein bewährtes Planungsinstrument („Sachplan") und passte es an.

Dabei liegt ein starkes Schwergewicht auf den Themen Transparenz und öffentliche Partizipation. Ethische Überlegungen sind dabei bedeutende Faktoren, weil die zivilgesellschaftliche Verankerung der Entscheidung ein wichtiges Kriterium darstellt. Die öffentliche Beteiligung im Sinne von „Mitsprache" ist jedoch auf Übertage-Einrichtungen begrenzt; in allen anderen Fragen wird die Beteiligung auf die Beratung beschränkt. Die Beratung erfolgt in mehreren, speziell für diesen Zweck eingerichteten Foren und insbesondere in den sogenannten Regionalkonferenzen, denen Vertreter der interessierten Öffentlichkeit und Stakeholder als Mitglieder angehören. Die Aufgaben dieser Regionalkonferenzen sind im Sachplan festgelegt.

Bei der Formulierung dieser Vorgehensweise griffen die Schweizer Behörden die vom Deutschen Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (6) und internationalen Organisationen wie dem Forum on Stakeholder Confidence der Kernenergieagentur (NEA) entwickelten Ideen auf, siehe z. B. (7).

Die Einbindung der Öffentlichkeit in die Entscheidungsfindung erfordert Veränderungen in der „Konzeption" von Entscheidungsprozessen. Die Einrichtungen müssen lernen, eine solche Beteiligung von Stakeholdern zu koordinieren, was auch bedeutet, dass man ihren Fragen und Forderungen gegenüber offen zu sein hat. Das ist keine leichte Aufgabe, weil unterschiedliche Stakeholder in Bezug auf ihre Beteiligung stark divergierende Vorstellungen und Erwartungen haben. Ein zentraler Kompromiss war im Falle der Schweiz die Abschaffung der kantonalen Volksabstimmung und die gleichzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit in Form von Gruppendiskussionen und öffentlichen Anhörungen schon bei der Sachplanausarbeitung.

In diesen Beratungen profitierte die Schweizer Regierung von der starken konsensdemokratischen Tradition der Schweiz. Sie gingen über die üblichen Anhörungsverfahren hinaus und sprachen nicht nur mit den etablierten kollektiven Akteuren, sondern auch mit der interessierten Öffentlichkeit. Es zeigte sich, dass dieser Ansatz zwar zeitaufwendig, aber insofern ein Erfolg war, dass alle Stakeholder zustimmten, sich am neuen Standortauswahlverfahren zu beteiligen. Ein tragfähiger Kompromiss war gefunden.

Bei der Umsetzung zeigte sich, dass dieser Kompromiss nicht endgültig war, sondern dass Änderungen notwendig waren, um alle Stakeholder „an Bord" zu behalten. Es traten immer noch Spannungen auf, und diese können nicht alle gelöst werden.

nal waste repository. The pros and cons of the three main options, namely final disposal in deep geological formations, disposal in deep geological formations with arrangements for retrieval and prolonged near-surface storage, will be the subject of the public participation process. It should be noted that these provisions only constitute a minimum standard and they could well be modified and strengthened by further proposals.

In its memorandum ENTRIA put forward a number of basic considerations on procedural fairness (1). These were used as a guideline for further action. With regard to public participation, the ENTRIA projects on political science deal with themes such as 'good governance' (FU Berlin) and 'experts/civil society' (ITAS). Relevant publications were taken into account and used when preparing the legal texts.

The ENTRIA part-project "Legal Aspects" first broached the subject of participation in the search for a repository site by generally welcoming the political-science literature on the subject and went on to acknowledge the arrangements that StandAG has put in place for public consultation (9). Within the framework of the jurisprudential response to StandAG we have now almost concluded the process for commenting on the relevant provisions on public participation as contained in the Site Selection Act (§§ 5, 8, 9, 10). Here it is a matter of interpreting the provisions and analysing the jurisprudence, literature and other appropriate presentation material. In order to take account of interdisciplinary perspectives and information ENTRIA members and associates are invited to provide questions and comments on StandAG via the internal communications platform. A qualified psychologist from a communications agency specialising in the policy area of 'radioactive waste' also proofreads the draft texts from a public-participation angle and is asked to provide comments.

As part of the ENTRIA workshop discussion 'setting limits for radiation protection' the subject of public participation in the limit setting process was presented and critically examined from a judicial perspective. The outmoded legal doctrine of setting legislation and consulting with stakeholders was criticised and support was expressed for introducing changes to the doctrine, which were examined in terms of their transposition into the Radiation Protection Ordinance (10). Literature relating to issues of trust provided a useful textual lever (11). The resulting document has been completed and before it is published is now available on the internal communications platform where it can be read and commented on by all ENTRIA members. The text will also be used at the ENTRIA members' meeting in Berlin in early 2015 in order to help further explore the theme of 'setting limits'.

As regards content, according to the current status of the debate on public participation in StandAG, it can be reported that while some legal specialists are calling for the rights of action to be extended, other experts have criticised the prior assumptions made in StandAG based on the research carried out into public participation. From our own experience of various public meetings on site selection it must be concluded that the front lines have hardened further. It is therefore questionable whether the mechanisms provided for in StandAG are really fit for the public participation process. The ENTRIA part-project "Legal Aspects" will go on to raise and discuss complementary conflict-solving measures, such as 'voluntary action', in collaboration with the

Öffentlichkeitsbeteiligung und Standortauswahlgesetz

Die Öffentlichkeitsbeteiligung ist von zentraler Bedeutung für die Entsorgung radioaktiver Reststoffe in Deutschland.

Das StandAG setzt dafür den rechtlichen Rahmen (8). Mindestens in der Vergangenheit war die Öffentlichkeitsbeteiligung unzulänglich. Im Stile klassisch-hierarchischer Steuerung wurde das Atomgesetz vollzogen. In Gesetzgebungs- und Planfeststellungsverfahren ist die Möglichkeit auf Anhörungen sowie Einwendungen und Erörterungen im Erörterungstermin beschränkt. Behördliche und gerichtliche Entscheidungen wurden teilweise unter massivem Einsatz von Polizei und Wasserwerfern durchgesetzt. Dennoch hat diese Vorgehensweise nicht zu einer Befriedung des Konflikts geführt. Im Gegenteil: Widerstand und Ablehnung in der Gesellschaft haben nach dem Reaktorunglück in Fukushima schließlich zum endgültigen Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland geführt. Mit der neu im StandAG geregelten Öffentlichkeitsbeteiligung sollen Akzeptanz und Realisierungschancen für ein Endlager gesteigert werden. Das Für und Wider der drei Schlüsseloptionen – Tiefenlagerung, Tiefenlagerung mit Rückholmöglichkeit und oberflächennahe Langzeitzwischenlagerung – werden Gegenstand der Öffentlichkeitsbeteiligung sein. Hervorzuheben ist, dass diese nur einen Mindeststandard bilden und durch Vorschläge verändert und angereichert werden können.

ENTRIA hat u. a. Grundüberlegungen zur Verfahrensgerechtigkeit in seinem Memorandum angestellt (1). Sie wurden zur Leitlinie für weitere Arbeiten. Die ENTRIA-Projekte im Bereich Politikwissenschaft beschäftigen sich im Hinblick auf die Öffentlichkeitsbeteiligung mit den Themen „gutes Regieren" (FU Berlin) und „Experten/Zivilgesellschaft" (ITAS). Einschlägige Veröffentlichungen wurden bei der Erarbeitung rechtlicher Texte berücksichtigt und genutzt.

Das ENTRIA-Teilprojekt „Recht" hat zunächst Partizipation bei der Endlagersuche generell unter starker Rezeption politikwissenschaftlicher Literatur aufgegriffen und die entsprechenden Regelungen des StandAG zur Öffentlichkeitsbeteiligung gewürdigt (9). Im Rahmen der rechtswissenschaftlichen Kommentierung des StandAG ist auch die Kommentierung der einschlägigen Vorschriften zur Öffentlichkeitsbeteiligung im StandAG (§§ 5, 8, 9, 10) fast abgeschlossen. Dabei gilt es, die Vorschriften auszulegen und Rechtsprechung, Literatur sowie andere geeignete Materialien für die Darstellung auszuwerten. Um interdisziplinäre Perspektiven und Wissen zu berücksichtigen, werden ENTRIA-Kolleginnen und -Kollegen über die interne Kommunikationsplattform um Fragen und Hinweise zum StandAG gebeten. Außerdem liest ein Diplom-Psychologe von einer Kommunikationsagentur, die im Politikfeld „Radioaktive Reststoffe" tätig ist, die Textentwürfe aus partizipationswissenschaftlicher Sicht mit der Bitte um Anmerkungen gegen.

Im Rahmen des ENTRIA-Werkstattgesprächs „Grenzwertbildung im Strahlenschutz" wurde aus rechtswissenschaftlicher Sicht die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Grenzwertfestlegung vorgestellt und problematisiert. Die veraltete Rechtsdogmatik zur Verordnungsgebung und Anhörung beteiligter Kreise wurde kritisiert und Veränderungen der Rechtsdogmatik im Hinblick auf ihre Umsetzbarkeit in der Strahlenschutzverordnung wurden geprüft und befürwortet (10). Einen hilfreichen inhaltlichen Hebel gab Literatur zu Vertrauensfragen (11). Der entstandene Text steht nach Fertigstellung und vor Veröffentlichung auf der inter-

ENTRIA part-project 'Ethics'. The provisions relating to public participation will also be measured in terms of the constitutional principles concerned.

Citizens' Jury

Citizens' juries are specific concepts for societal participation. They have been performed in many projects in the field of technology assessment. They aim at involving citizens as lay persons in decision-making processes about controversial and complex, even "wicked" problems. While such citizen juries can address legitimation deficits which loom if wicked problems such as radioactive waste management are challenging established and codified procedures of parliamentary democracy, it still needs to be emphasised that they have to be seen just as supplements, but not as replacements of these procedures. They attempt to open perspectives which are not addressed by scientific experts, stakeholders, lobbyists, politicians, or in opinion polls. The general idea behind such participatory citizen juries stems from discourse ethics and concepts of deliberative democracy: Within a discursive setting, citizens can contribute to a deliberative process.

Accordingly, the role of actors in such citizen's juries is as follows: Neither organized interest groups (NGO's) nor professional policy makers are allowed to take part. This makes a citizen jury different from any stakeholder consultation. Scientists will act, to their best ability, as "good and reliable information sources". Moderation will take place but without the possibility or the right to control or guard the debate. The participants, which are volunteers invited by a phone survey with random selection of addresses, will get the opportunity to freely argue with each other. By such means, a space for argument exchange and discourse will be established which is still focussed by the definition of the topic and by the limitation in time. Result of citizen juries is an opinion report ("Bürgergutachten") which has been written by the citizens' themselves. Usually, it entails some policy suggestions. Such report has been written in the ENTRIA citizen jury.

Potential shortcomings and risks of this participatory and discursive approach include group dynamics issues up to personal injuries or insinuations, potential perceptions of being patronised or of the organisers being interest-driven, feelings of being overchallenged, and, sometimes, dominance of ideologies. Such risks might even result in withdrawals of participation or in open dissent. These risks can be substantially reduced by prudent moderation. They didn't play a role within the ENTRIA citizen jury.

Generally, a citizen jury follows the three-step sequence "to recognise – to reflect – to shape". In a first step, information of the participants, e. g. by scientists, take place. This is followed by in-depth discussion, including the option to ask additional questions to the scientists and to invite additional input providers. The jury combines round-table discussions and small working groups. At the end of the overall citizen jury, the participants will draft a "citizens' opinion report". The content of which lies in their own responsibility. In a "post-forum phase", this report will be delivered to decision makers and, if possible, a dialogue takes place.

Within ENTRIA's transversal project "Ethical and Moral Substantiation, Legal Prerequisites, and Implications", the University of Kiel organised such a forum in the first quarter of 2015. The forum addressed the questions "How to dispose of?" about fanen Kommunikationsplattform allen ENTRIA-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern für Lektüre und Kritik zur Verfügung. Außerdem wird der Text auf dem ENTRIA-Bearbeiter-Treffen in Berlin im Frühjahr 2015 zur weiteren Beschäftigung mit der Grenzwert-Thematik genutzt.

Inhaltlich kann nach aktuellem Stand der Auseinandersetzung mit der Öffentlichkeitsbeteiligung im StandAG festgehalten werden, dass einerseits Juristen fordern, die Klagerechte auszuweiten, während andere Juristen unter Verweis auf die Partizipationsforschung Vorfestlegungen im StandAG kritisieren. Aus eigenem Erleben verschiedener öffentlicher Veranstaltungen zur Standortsuche ist festzustellen, dass die Fronten weiter verhärtet sind. Insofern ist fraglich, ob die im StandAG vorgesehenen Mechanismen zur Öffentlichkeitsbeteiligung tauglich sind.

Das ENTRIA-Teilprojekt „Recht" wird im Weiteren ergänzende konfliktlösende Maßnahmen aufgreifen und diskutieren, z. B. „Freiwilligkeit" in Kooperation mit dem ENTRIA-Teilprojekt „Ethik". Außerdem werden die Regelungen zur Öffentlichkeitsbeteiligung an den betroffenen verfassungsrechtlichen Prinzipien gemessen.

Bürgerforum

Bürgerforen sind spezielle Konzepte zu gesellschaftlichen Beteiligung. Sie wurden bereits in vielen Projekten im Bereich Technikfolgenabschätzung durchgeführt. Ihr Ziel ist es, Bürger als Laien an Entscheidungsprozessen zu kontroversen und komplexen, ja sogar sogenannten „wicked problems" zu beteiligen. Solche Bürgerforen können sich zwar auf sich abzeichnende Legitimitätsdefizite richten, wenn „wicked problems" wie die Entsorgung von radioaktiven Abfällen eine Herausforderung für etablierte und gesetzlich geregelte Verfahren der parlamentarischen Demokratie darstellen, aber man muss trotzdem betonen, dass sie nur als Ergänzungen und nicht als Ersatz für diese Verfahren zu sehen sind. Bürgerforen versuchen, Perspektiven zu eröffnen, die von wissenschaftlichen Experten, Stakeholdern, Lobbyisten, Politikern oder in Meinungsumfragen nicht behandelt werden. Das generelle Konzept solcher Bürgerbeteiligungsforen entstand aus der Diskurs-Ethik und den Konzepten der deliberativen Demokratie: in der Struktur eines Diskurses können Bürger zu einem deliberativen Prozess beitragen.

Demzufolge sieht die Rolle der Akteure in solchen Bürgerforen wie folgt aus: Es dürfen sich weder organisierte Interessengruppen (NGOs) noch Berufspolitiker daran beteiligen. Das unterscheidet ein Bürgerforum von jeder Beratung mit Stakeholdern. Wissenschaftler treten nach bestem Wissen als „gute und verlässliche Informationsquellen" auf. Es erfolgt eine Moderation, aber ohne die Möglichkeit oder das Recht, die Debatte zu steuern oder darüber zu wachen. Die Teilnehmer, bei denen es sich um im Rahmen einer Telefonumfrage bei einer Zufallsstichprobe von Adressen eingeladene Freiwillige handelt, erhalten die Möglichkeit, unbeeinflusst miteinander Argumente auszutauschen. Mit diesen Mitteln wird ein Raum für den Austausch von Argumenten und für Diskussionen geschaffen, der aber durch die Definition des Themas und die zeitliche Begrenzung immer noch fokussiert bleibt. Das Ergebnis der Bürgerforen ist ein Meinungsbericht („Bürgergutachten"), der von den Bürgern selbst verfasst wird. Normalerweise enthält das Bürgergutachten einige Politikempfehlungen. Ein solches Gutachten wurde auch vom ENTRIA-Bürgerforum verfasst.

cility types and "How to search?" about the siting process. The citizens decided to address the issue in three groups, one about the political siting process, one about alternatives of the management options considered in ENTRIA (or lack thereof), and one about retrievability. The resulting opinion report (12) focussed on the priority of safety, the request to not further waste time in the process, the need for a societal consensus, the request for a referendum about the process and its actors, and the request to continuously further explore alternative management options while stating that according to present knowledge deep disposal appears to be the "least bad" solution. No consensus was reached on the question of retrievability in the case of deep disposal. The citizen's report was handed out to Michael Müller, chair of Germany's "Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe", who personally joined the jury twice. Therefore, there is some hope that the citizen jury might have some impact on the ongoing political process.

ENTRIA, besides of its interdisciplinary research, also has transdisciplinary aspirations, i. e. aspirations for interaction with society beyond the borders of science. The citizen jury is a device to address these aspirations. Thus, the citizens' opinion report will be published with a disclaimer that ENTRIA does not adopt the opinions being expressed in the report. A scientific analysis of the citizens' jury will take place in the near future.

Acknowledgements

The authors would like to thank the whole ENTRIA team. Special thanks go to Harald Budelmann, Joachim Stahlmann, Dennis Köhnke (Technische Universität Braunschweig), Konrad Ott, Moritz Riemann (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), Miranda Schreurs, Achim Brunnengräber (Freie Universität Berlin), and Sophie Kuppler (Institute for Technology Assessment and Systems Analysis at KIT) for their input.

ENTRIA is a joint research project financed by the German Ministry of Education and Research (BMBF, Support Codes 02S9082A-F).

Potentielle Defizite und Risiken dieses partizipatorischen und diskursiven Ansatzes reichen von gruppendynamischen Problemen bis zu persönlichen Beleidigungen oder Unterstellungen, der potentiellen Wahrnehmung, dass man bevormundet wird oder die Organisatoren von bestimmten Interessen getrieben werden, Gefühlen der Überforderung und manchmal der Dominanz von Ideologien. Solche Gefahren können sogar zum Rückzug aus dem Forum oder einem offenen Bruch führen. Diese Risiken können durch umsichtige Moderation wesentlich gemindert werden. Beim ENTRIA-Bürgerforum spielten sie keine Rolle.

Generell hat ein Bürgerforum einen dreistufigen Ablauf „erkennen – reflektieren – gestalten". In einem ersten Schritt erfolgt eine Information für die Teilnehmer, zum Beispiel durch Wissenschaftler. Darauf folgt eine detaillierte Diskussion einschließlich der Möglichkeit, den Wissenschaftlern Fragen zu stellen oder weitere Input-Anbieter hinzuzuziehen. Das Forum verbindet Diskussionen in Form von runden Tischen mit kleinen Arbeitsgruppen. Am Ende des gesamten Bürgerforums verfassen die Teilnehmer ein „Bürgergutachten". Dessen Inhalt liegt ausschließlich in ihrer Verantwortung. In einer „Forumsnachbereitungsphase" wird dieses Gutachten den Entscheidungsträgern zugestellt, und es findet – wenn möglich – ein Dialog statt.

Im Rahmen des ENTRIA-Transversalprojekts „Ethisch-moralische Begründung, rechtliche Voraussetzungen und Implikationen", hat die Universität Kiel im ersten Quartal des Jahres 2015 ein solches Forum organisiert. Das Forum befasste sich in Bezug auf die einzelnen Lagertypen mit der Frage „Wie erfolgt die Entsorgung?" und in Bezug auf das Standortauswahlverfahren mit der Frage „Wie sucht man?". Die Bürger beschlossen, das Thema in drei Gruppen zu behandeln: einer zum politischen Standortauswahlverfahren, einer zu Alternativen für die im Rahmen von ENTRIA betrachteten Entsorgungsoptionen (oder deren Fehlen) und einer zur Rückholbarkeit. Das daraus entstandene Bürgergutachten (12) konzentrierte sich auf den Vorrang der Sicherheit, die Forderung, in diesem Verfahren keine weitere Zeit zu verschwenden, die Notwendigkeit von gesellschaftlichem Konsens, der Aufforderung zu einer Volksabstimmung über das Verfahren und die beteiligten Akteure sowie die Aufforderung, alternative Entsorgungsoptionen weiter zu erkunden, wobei ausgeführt wurde, dass nach derzeitigem Erkenntnisstand die Tiefenlagerung die „am wenigsten schlechte" Lösung zu sein scheint. Zur Frage der Rückholbarkeit im Falle einer Tiefenlagerung wurde keine Einigung erzielt. Das Bürgergutachten wurde an Michael Müller, den Vorsitzenden der Deutschen „Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe", überreicht, der zweimal persönlich am Forum teilnahm. Daher besteht doch Hoffnung, dass das Bürgerforum eine gewisse Wirkung auf den laufenden politischen Prozess haben könnte.

Neben interdisziplinärer Forschung verfolgt ENTRIA auch transdisziplinäre Ziele, d.h. über wissenschaftliche Grenzen hinweg mit der Gesellschaft. Das Bürgerforum ist ein Mittel, um solche Bestrebungen zu verfolgen. Daher wird das Bürgergutachten mit dem Vorbehalt veröffentlicht, dass ENTRIA sich die im Gutachten dargestellten Meinungen nicht zu Eigen macht. Eine wissenschaftliche Analyse des Bürgerforums wird in Kürze erfolgen.

References / Quellenverzeichnis

(1) ENTRIA (2014): Memorandum zur Entsorgung hochradioaktiver Reststoffe. Klaus-Jürgen Röhlig et al., Hannover.

(2) Röhlig, K.-J.; Hocke, P.; Smeddinck, U.; Walther, C. (2014): The Challenge of Interdisciplinarity: First Steps Towards a Joint Working Approach – the ENTRIA Project. DAEF Conference "Key Topics in Deep Geological Disposal", Cologne, 24 – 26 September 2014. http://www.daef2014.org.

(3) Röhlig, K.-J.; Kalmbach, K.; Brunnengräber, A.; Hocke, P.; König, C.; Kuppler, S.; Smeddinck, U.; Walther, C. (2015): Interdisciplinary Perspectives on Dose Limits in Radioactive Waste Management: A Research Paper Developed within the ENTRIA Project. Submitted to the First International Conference on Risk Perception, Communication and Ethics of Exposures to Ionising Radiation (RICOMET 2015), 15th to 17th of June 2015, Brdo Castle, Slovenia.

(4) Brunnengräber, A.; Di Nucci, M.R.; Isidoro Losada, A.M.; Mez, L.; Schreurs, M. (2014): Nuclear Waste Governance. An International Comparison, Springer VS.

(5) Kuppler, S. & Grunwald, A. (2014): The Swiss Approach to Finding Compromises in Nuclear Waste Governance. DAEF Conference "Key Topics in Deep Geological Disposal", Cologne, 24 – 26 September 2014. http://www.daef2014.org.

(6) AkEnd (2002). Auswahlverfahren für Endlagerstandorte – Langfassung. Report.

(7) NEA (2003). Forum on Stakeholder Confidence (FSC). Stakeholder Involvement Tools: Criteria for Choice and Evaluation. 4th meeting of the NEA Forum on Stakeholder Confidence, Paris.

(8) Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG) vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2553).

(9) Smeddinck, U./Roßegger, U. (2013): Partizipation bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe – unter besonderer Berücksichtigung des Standortauswahlgesetzes, Natur+Recht 2013, S. 548 – 556.

(10) Smeddinck, U. (2015, forthcoming): Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Grenzwertfestlegung – eine Perspektive für die Strahlenschutzverordnung? in: König, C. /Smeddinck, U. (Hg.), Grenzwertbildung im Strahlenschutz.

(11) Frevert, U. (2014):Vertrauensfragen – eine Obsession der Moderne, München.

(12) Strauß, I.; Liebing, C.S.; Prescher, A.; Larisch, H.; Westen, T.; Schwaab, F.; Bader-Giese, S.; Lieshoff, T.; Wentzel, G; Tilmans, A.; Naberhaus-Höhner, M.; Kussicke, H.; Bernt, O.; Pommerenke, K.; Anders, O.; Wieder, A. (2015): Bürgergutachten. Bürgerforum: „Wohin mit unserem Atommüll?".

Danksagung

Die Autoren möchten dem gesamten ENTRIA-Team ihren Dank aussprechen. Ihr besonderer Dank gilt Harald Budelmann, Joachim Stahlmann, Dennis Köhnke (Technische Universität Braunschweig), Konrad Ott, Moritz Riemann (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), Miranda Schreurs, Achim Brunnengräber (Freie Universität Berlin) und Sophie Kuppler (Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse am KIT) für ihre Beiträge.

ENTRIA ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förderkennzeichen 02S9082A-F) finanziertes gemeinsames Forschungsprojekt.

Authors / Autoren

Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig, ENTRIA spokesman and Professor for Repository Systems, Technical University Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Dr. Peter Hocke, ENTRIA deputy spokesman, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Prof. Dr. Ulrich Smeddinck, ENTRIA deputy spokesman and Adjunct Professor, Technical University Braunschweig, Prof. Dr. Clemens Walther, ENTRIA deputy spokesman and Head of the Institute for Radioecology and Radiation Protection, Leibniz University, Hannover