



The cover features the KIT logo at the top left and the ENTRIA logo at the top right. The title is prominently displayed in the center. Below the title, the authors' names are listed. A grey bar contains the text 'INSTITUTE FOR TECHNOLOGY ASSESSMENT AND SYSTEMS ANALYSIS (ITAS)'. The central image is an abstract painting with a yellow background, a blue triangle on the left, and a red triangle on the right, with a black arch and lines overlaid. At the bottom, there is a footer with institutional information and the website URL.

KIT
Karlsruhe Institute of Technology

ENTRIA
ENTSORGUNGSOPTIONEN FÜR HOCHAKTIVE RESTSTOFFE
ENTWICKLUNG VON BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

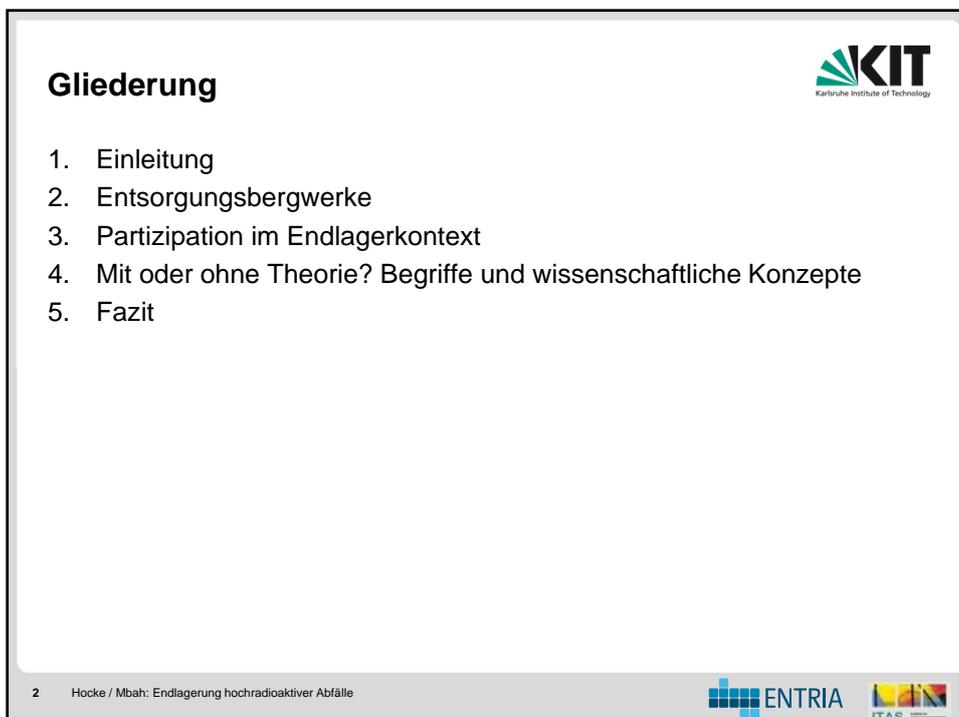
Endlagerung hochradioaktiver Abfälle – das Erbe des Atomenergiezeitalters

Dr. Peter Hocke / Dr. Melanie Mbah

INSTITUTE FOR TECHNOLOGY ASSESSMENT AND SYSTEMS ANALYSIS (ITAS)

KIT – University of the State of Baden-Wuerttemberg and
National Research Center of the Helmholtz Association

www.kit.edu



The slide features the KIT logo at the top right. The title 'Gliederung' is at the top left. Below it is a numbered list of five items. At the bottom, there is a footer with the page number, authors' names, and logos for ENTRIA and ITAS.

Gliederung

1. Einleitung
2. Entsorgungsbergwerke
3. Partizipation im Endlagerkontext
4. Mit oder ohne Theorie? Begriffe und wissenschaftliche Konzepte
5. Fazit

2 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

ENTRIA
ITAS

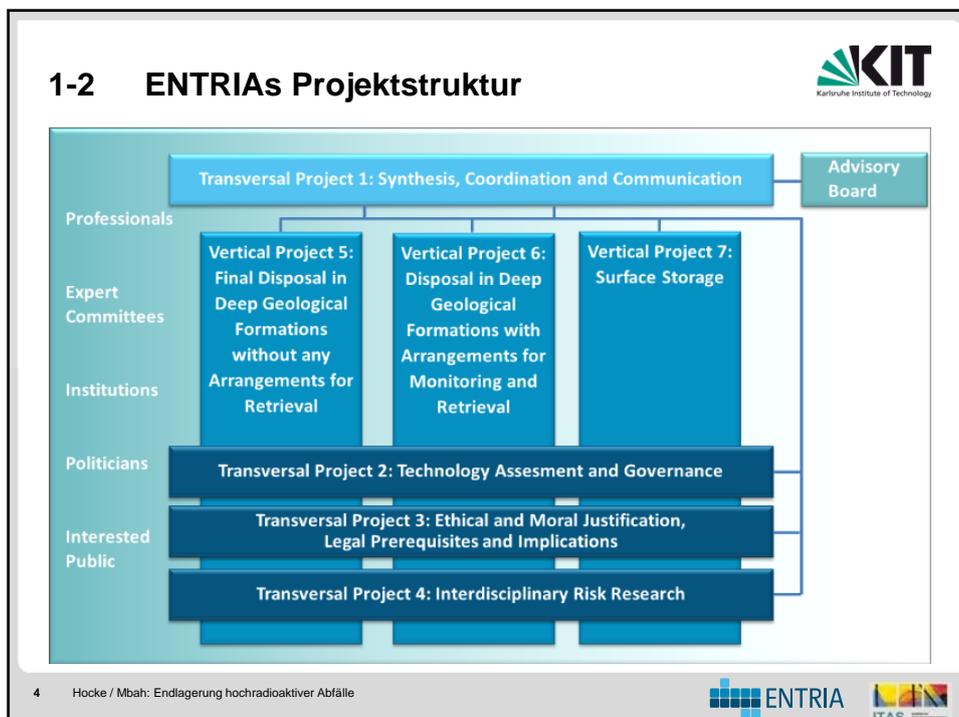
1. Einleitung



- „Ende des Atomzeitalters“ in Deutschland und Beginn eines Zeitalters der Entsorgung!
In D eine „Energiewende“, weltweit ein paar Varianten des Ausstiegs und gleichzeitig einige Staaten mit anspruchsvollen Ausbauprogrammen für Kernenergie.
- Gleichzeitig erhebliche Forschungslücken, auf die an verschiedenen Stellen bereits hingewiesen wurde.
ENTRIA ist ein Versuch problemorientierter “Heilung” dieser Lücken – insbes. im deutschen Kontext (Röhlig / Hocke et al. 2015, Hocke / Grunwald 2006, Solomon et al. 2010)
- ENTRIA ist eine Forschungsplattform (12 Institute und Forschungseinrichtungen in Deutschland und ein Schweizer Partner)

3 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle





1-3



- Inter- und transdisziplinär bei Entsorgungsforschung
- Ziel: Entwicklung von Bewertungskriterien für den Vergleich der drei ausgewählten Entsorgungsoptionen für hoch radioaktive Abfälle:
 - Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ohne Vorkehrungen zur Rückholung (wartungsfreie Tiefenlagerung)
 - Entsorgung in tiefen geologischen Formationen mit Vorkehrungen zur Überwachung und Rückholung (TL mit Rückholbarkeit)
 - Langfristige Oberflächenlagerung (LoL)
- Aufbau des Vortrags:
zwei exemplarische Beispiele aus dem Arbeitspaket (AP) des ITAS und ein konzeptioneller Ausblick über Begriffe und Theorie sowie den akademischen Erkenntnis-Gegenstand
- AP "Governance zwischen Wissenschaft und öffentlichem Protest"
- Blick der problemorientierten Forschung (Technikfolgenabschätzung /TA als systematische Analyse nicht-intendierter Folgen von Technologien)

5 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle



2. Entsorgungsbergwerke als Lösungsansatz und Artefakt



- Im Fokus die geologische Tiefenlagerung
- Es handelt sich somit um Bergwerke (Gewinnungs- vs. Entsorgungsbergwerke)
- Bergwerke als „technologische Artefakte“ (alle künstlichen Objekte und deren menschliche Handlungen, die der Herstellung und dem Betrieb dieser zu einem bestimmten Ziel dienen) (Ropohl 2009)
- Bergwerke bestehen aus: Schacht, Rampe, Strecken und Kammern
- Massiver Einsatz von Technik zur Herstellung und Offenhaltung dieser Hohlräume
- Unterschiede je nach Wirtsgestein (Salz-, Ton- und Kristallingestein)
- Bisherige Erfahrungen in Deutschland: Schachtanlage Asse II, ERAM (Morsleben), Erkundungsbergwerk Gorleben und Schacht Konrad sowie Erfahrungen mit chemotoxischen Abfällen in Entsorgungsbergwerken (z.B. Herfa-Neurode und Heilbronn)

6 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle



2-2 Entsorgungsbergwerke

- Radioaktive Abfälle: schwach-, mittel- und hochradioaktiv
- Ziel der Entsorgung in tiefen geologischen Formationen: zuverlässige Isolation der radioaktiven Abfälle über sehr lange Zeiträume
- Drei einschlägige Wirtsgesteine: Salz, Ton, Granit
- In D Salz lange das einzige favorisierte Wirtsgestein



7 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

2-3 Bergwerke – Herausforderungen

- Nebenfolgen durch Auffahren und Offenhaltung auf Geologie:
 - Veränderung des Kriechverhaltens von Flüssigkeiten im Steinsalz
 - Schrumpf- und (Trocknungs-)Risse in Tongestein in einer sog. Auflockerungszone
- Nebenfolgen für Betriebspersonal:
 - Gasexplosionen, Nachbrüche in Strecken, Feuer
- Nebenfolgen für Biosphäre:
 - Landschaftsveränderungen (z. B. Gewässerverlaufsverlagerungen)
 - Veränderung der Hydrologie (Grundwasserspiegel)
 - Erdbeben/Erschütterungen
 - Staubbelastung etc.
 - aber auch sozioökonomische Wirkungen

8 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

2-4 Bergwerke – Herausforderungen speziell



- Nebenfolgen durch Einlagerung hochradioaktiver Abfälle (Beispiele):
 - Höhere Temperatur kann Nahfeld des Wirtsgesteins verändern (in Salz- und Tongestein relevant)
 - Potentielle Veränderung der chemischen und hydrologischen Eigenschaften des Wirtsgesteins durch Einbringung von Materialien wie bspw. Metallen (z.B. Behälter) oder Beton (Korrosionsprozesse, pH-Wert-Veränderungen, Gasbildung etc.)
 - Lösung und Migration von Radionukliden durch Wasser- und Luftzufuhr sowie daraus potentiell resultierende Oxidations- und Korrosionsprozesse
- Besondere Herausforderung bei der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen:
 - Lange Zeiträume der Isolation der Radionuklide
 - Stand von Wissenschaft und Technik basiert vor allem auf Modellen, Abschätzungen und Berechnungen (es können nur schwer abschließende Aussagen über Zuverlässigkeit und Funktionsfähigkeit getroffen werden) („Safety Case“ ein professionelles Tool; siehe NEA 2012)

2-5 Zwischenfazit



- Bergwerk als Artefakt
- Voraussetzung: konzeptionelle Entscheidung „Entsorgung“ (keine Weiter-Nutzung, nukleare Abfälle sind Abfälle und keine Wertstoffe)
- Problem 1: Weltweit enorme Verzögerungen bei der Errichtung von Endlagern insbes. für hochradioaktive / „wärme-entwickelnde“ Abfälle und Reststoffe (Brunnengräber et al. 2015)
- Problem 2: technische Komplexität unter anspruchsvollen Randbedingungen und Zielen (u.a. bei der Realisierung der Isolationsziele, Abdichtung des Bergwerks etc.)
- Problem 3: soziale Verwerfungen (z.B. in Deutschland: Gorleben, Entscheidungsblockaden über mehrere Legislaturperioden; Konflikt um das StandAG; siehe dazu u.a. Hocke/Kallenbach-Herbert 2015, Smeddinck 2014)

3. Partizipation bei der nuklearen Entsorgung



- Kontext
 - Akteure
 - Potenziale
 - Herausforderungen
-
- Kontext: lange Konfliktgeschichte mit starken Regionalismen, Skepsis, ob gelöst (StandAG, EndKo)
aktuell eine besondere Experten-Kommission des BT
(besetzt mit Politik, Wissenschaft, Stakeholdern)
aktuell sehr schwierige Beratungen und öffentliche Diskurse, Energiewende mit eigener Dynamik
 - Akteure: Vielzahl von interessierten Akteuren (aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und außerparlamentarischer Opposition) (Häfner 2016 / i.E.: Akteurscreening)

11 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle



3-2 aktueller Forschungsstand zu Partizipation



- Präsentierte Beobachtungen zum Forschungsstand stammen aus Analyse zum Forschungsstand über Partizipation (Mbah 2016 / i.E.)
- Öffentlichkeitsbeteiligung („Partizipation“) steigert die Unterstützung von (politischen) Entscheidungen und verbessert die Qualität von „Interessenartikulation“ und „Interessenaggregation (Gerhards 1994)
- Bei der nuklearen Entsorgung müssen Entscheidungen auf Basis einer Vielzahl unterschiedlichster Kriterien getroffen werden (Entscheidungen für ungewöhnliche Zeiträume ← Robustheit des technischen Systems plus dessen Einbettung in sozio-technische Prozesse) (→ „sociotechnical systems“, s.u.)
- Nukleare Entsorgung ist vor allem in demokratisch-spätmodernen Staaten weit vorangetrieben (und dort eine Aufgabe nationaler Politik)

12 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle



3-3 Partizipation in repräsentativen und direkten Demokratien



	Representative ideals	Direct democratic ideals
Principle of inclusion	Equal weight to all citizens: Are participants representative of citizenry in general?	Inclusion of all affected (groups): Are all legitimate interests given a voice?
Issue framing	Adequate information provision: Is information provided by independent sources or a plurality of sources?	Framing by the participants: Are those included enabled to query issues according to their own criteria of relevance?
Quality of decision-making process	Accountability of decision makers: Is it transparent how decisions are made and where complaints/ dissatisfaction can be registered?	Attention to arguments: Is the process genuinely open-ended, and are decision-makers willing to give reasons and engage in argumentative processes?

Quelle: Biegelbauer & Hansen 2011, S. 592

13 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle




3-4 Partizipation in repräsentativen und direkten Demokratien



	Representative ideals	Direct democratic ideals
Principle of inclusion	Equal weight to all citizens: Are participants representative of citizenry in general?	Inclusion of all affected (groups): Are all legitimate interests given a voice?
Issue framing	Adequate information provision: Is information provided by independent sources or a plurality of sources?	Framing by the participants: Are those included enabled to query issues according to their own criteria of relevance?
Quality of decision-making process	Accountability of decision makers: Is it transparent how decisions are made and where complaints/ dissatisfaction can be registered?	Attention to arguments: Is the process genuinely open-ended, and are decision-makers willing to give reasons and engage in argumentative processes?

Erhebliche Erwartungsdynamik an neue Balancen zwischen den beiden demokratischen Optionen „direkt-demokratisch vs. repräsentativ“ in spätmodernen Gesellschaften als Fakt

Quelle: Biegelbauer & Hansen 2011, S. 592

14 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle




3-5 Herausforderungen für Partizipation in politischen Entscheidungsprozessen



- Strukturelle Barrieren erschweren Partizipation auf Augenhöhe insbes. für zivilgesellschaftliche Akteure (Craig 2014: 34ff; Geißel 2014: 26)
- Interessen, die im etablierten System der politischen Interessenvertretung und / od. nur wenig ressourcenstark sind, sind meist nicht Teil der zentralen Entscheidungsprozesse
- Spezifische Informations- und Wissensbestände sind Voraussetzungen für gehaltvolle Öffentlichkeitsbeteiligung ebenso wie der Zugriff auf finanzielle und zeitliche Ressourcen
- Partialinteressen dominieren oft Beteiligungsprozesse (Feindt / Newig 2005: 19ff) ↔ aber institutionalisierte Macht kann in einem partizipativen Setting moderner Staatlichkeit eingeehgt werden (Grunwald 2016: 11)

3-6 Möglichkeiten der Qualitätssteigerung politischer Entscheidungen durch Partizipation



- Professionelle Expertise, die sich auf Argumente und Transparenz stützt, ist eine wichtige Wissensbasis.
- Hohe Prozessqualität und Erfahrungen im Konfliktmanagement sind Voraussetzung und Minimalkriterium.
- Partizipation fördert individuelles und gesamtgesellschaftliches Lernen (Kompetenz für Teilnahme an Verhandlungen und Beratungen; z.B. Erkennen von Möglichkeiten der kooperativer Suche nach Lösungen zwischen Teilnehmern und Stakeholdern, Bildung von Allianzen etc.).

4. Mit oder ohne Theorie?



Begriffliche Grenzen und Herausforderungen besitzen in der nuklearen Entsorgungsforschung eine enorme Bedeutung
→ 2 Beispiele

- „Government“ oder „Governance“? Sozialwissenschaft sieht gewisse Chancen im Hinblick auf neue Steuerungsmodi, aber auch Tücken (Mayntz 2009; Grande 2012; Michelsen / Walter 2013).
Governance setzt auf Koordination und Kooperation sowie frühe Einbindung der Öffentlichkeit ← Ansatzpunkt für integrative und interdisziplinäre Analysen
- Favorisierte Idee bei ITAS-ENTRIA: Entsorgung als „soziotechnisches System“ mit 2 Merkmalen:
 - a. ein sozio-technisches System, das in Schleifen verläuft (nicht linear);
 - b. bei technischen Innovationen wie Entsorgungsbergwerken mit High-Tech-Behältern sind „soziale Innovationen“ immer „eingeschrieben“ (vgl. dazu Ergebnisse der Techniksoziologie wie z.B. bei W. Rammert)

5. Fazit



- Partizipation im deutschen Fall der nuklearen Entsorgung ist abhängig von zwei Faktoren:
 - (1) Modus des modernen Regierens („New Governance“)
 - (2) Grad der Offenheit der Regierungsorganisationen, Stakeholdern und interessierter Öffentlichkeit eine nennenswerte Rolle bei Schlüsselentscheidungen einzuräumen
- Unser Vorschlag (ENTRIA et al.): ein gut geplanter, mehrstufiger Entscheidungsprozess und langfristig ausgerichtete Öffentlichkeitsbeteiligung mit „Begleitforschung“
- Bisherige Typen einschlägiger Entsorgungsforschung sind bei der Analyse der soziotechnischen Prozesse unterkomplex.
- Wir sehen (innenpolitischen) Konflikt um die Entsorgung, verstehen ihn aber nicht.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

hocke@kit.edu
&
melanie.mbah@kit.edu

www.entria.de

Förderkennzeichen 02S9082D

GEFÖRDERT VOM
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

19 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle






Ausgewählte Literatur

- Biegelbauer, Peter; Hansen, Janus (2011): Democratic Theory and Citizen Participation: Democracy Models in the Evaluation of Public Participation in Science and Technology. In: *Science and Public Policy* 38 (8), S. 589–597, zuletzt geprüft am 28.04.2015.
- Brunnengräber, Achim / Lutz Mez, Di Nucci, M. Rosaria und Miranda Schreurs (Hg.): Nuclear Waste Governance. An International Comparison. Wiesbaden: Springer VS.
- Dryzek, John S. (2010): Foundations and frontiers of deliberative governance. 1. publ. Oxford: Oxford University Press.
- Gerhards, J. (1994): Politische Öffentlichkeit. In: F. Neidhardt (Hg.): Öffentlichkeit, öffentliche Meinung, soziale Bewegungen. KZfSS SH 34. Wiesbaden, S. 77–106.
- Geißel, Brigitte (2009): Participatory Governance: Hope or Danger for Democracy? A Case Study of Local Agenda 21. In: *Local Government Studies* 35 (4), S. 401–414.
- Grunwald, Armin (2016/i.E.): Wissensintegration auf dem Weg zur Entsorgung hoch radioaktiver Abfälle. In: Smeddinck et al.: Inter- und Transdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe. Wiesbaden.
- Hocke, Peter / Grunwald, Armin (Hg.) (2006): Wohin mit dem radioaktiven Abfall? Perspektiven für eine sozialwissenschaftliche Endlagerforschung. Berlin.
- Kuppler, Sophie / Hocke, Peter (2015): Enabling Public Participation in a Social Conflict. The Role of Long-term Planning in Nuclear Waste Governance. PACITA. Berlin, 2015.
- Röhlig, K.-J. / P. Hocke / U. Smeddinck / C. Walther (2015): Das ENTRIA-Projekt: Ausgewählte disziplinäre und interdisziplinäre Forschungsthemen. In: *Mining Report* 151/3 (2015), S. 211–222.
- Setälä, Maija; Grönlund, Kimmo; Herne, Kaisa (2010): Citizen Deliberation on Nuclear Power: A Comparison of Two Decision-Making Methods. In: *Political Studies* 58 (4), S. 688–714. DOI: 10.1111/j.1467-9248.2010.00822.x.
- Smeddinck, Ulrich (2014): Elemente des Standortauswahlgesetzes zur Entsorgung radioaktiver Abfälle – Vorgeschichte, Zuschnitt und Regelungskomplexe. In: *Deutsches Verwaltungsblatt* 7/2014, S. 408–416.
- Solomon, B. D.; André, M.; Strandberg, U. (2010): Three Decades of Social Science Research on High-Level Nuclear Waste. In: *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy* 1/2010, S. 13–47.
- Swyngedouw, Erik (2011): Interrogating post-democratization: Reclaiming egalitarian political spaces. In: *Political Geography* 30 (7), S. 370–380. DOI: 10.1016/j.polgeo.2011.08.001.

20 Hocke / Mbah: Endlagerung hochradioaktiver Abfälle