



Bundesamt
für die Sicherheit
der nuklearen Entsorgung

Langzeitdokumentation

Digitale Informationsveranstaltung
18. Januar 2023

Langzeitdokumentation in der nuklearen Entsorgung

1. Grundlagen
2. Aufbewahrung von Informationen
3. Zukunftsgerichtete Aspekte

BASE
Abteilung F
Forschung und Internationales

Fachgebiet F 5
Langzeitdokumentation

Dr. Detlev Möller
Fachgebietsleiter F 5

[Lesen Sie mehr über die
Langzeitdokumentation auf der
BASE-Webseite.](#)

Grundlagen

Gründe für die Langzeitdokumentation

- Auch in ferner Zukunft müssen die Menschen in der Lage sein, die sicherheitstechnische Bedeutung der tief unter der Erde liegenden Endlager zu verstehen.
- Auf der Grundlage umfassender Informationen sollen sie eigenständig entscheiden können, wie sie mit den radioaktiven Abfällen umgehen.
- Ein unabsichtliches Eindringen in das Endlager durch Menschen soll verhindert werden.

Sicherheitskriterien Endlagerung, 1983 Planfeststellungsbeschluss Konrad, 2002

„Die markscheiderischen Daten des Endlagers, die Charakterisierung der eingelagerten Abfälle sowie die wesentlichen technischen Maßnahmen bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagerbergwerkes sind zu dokumentieren.“

„Für die Nachbetriebsphase sind Form, Umfang und Aufbewahrungsorte (mind. zwei) für die Langzeitdokumentation [...] zu präzisieren [...].“

**Handbuch Reaktorsicherheit
und Strahlenschutz, 1983**

[Siehe Handbuch RS auf der
BASE-Webseite.](#)

**Planfeststellungsbeschluss
Konrad 2002, bestätigt 2007**

[Siehe wesentliche Unterlagen
zum Endlager Konrad auf der
BGE-Webseite.](#)

Standortauswahlgesetz, 2017

§ 38 StandAG

„Daten und Dokumente, die für die End- und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle bedeutsam sind oder werden können (Speicherdaten), werden vom Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung dauerhaft gespeichert.“



Aufbewahrung der wichtigsten Unterlagen

- Während der Standortauswahl und ihren Folgeschritten entstehen viele Aufzeichnungen und Informationen.
- Sowohl Fachleute als auch die Gesellschaft sollen anhand von wesentlichen Unterlagen und Schlüssel-Informationen umfassend informiert bzw. entscheidungsfähig sein.



Schlüsselinformationen und Wesentliche Unterlagen

Englisch: Key Information File (KIF)

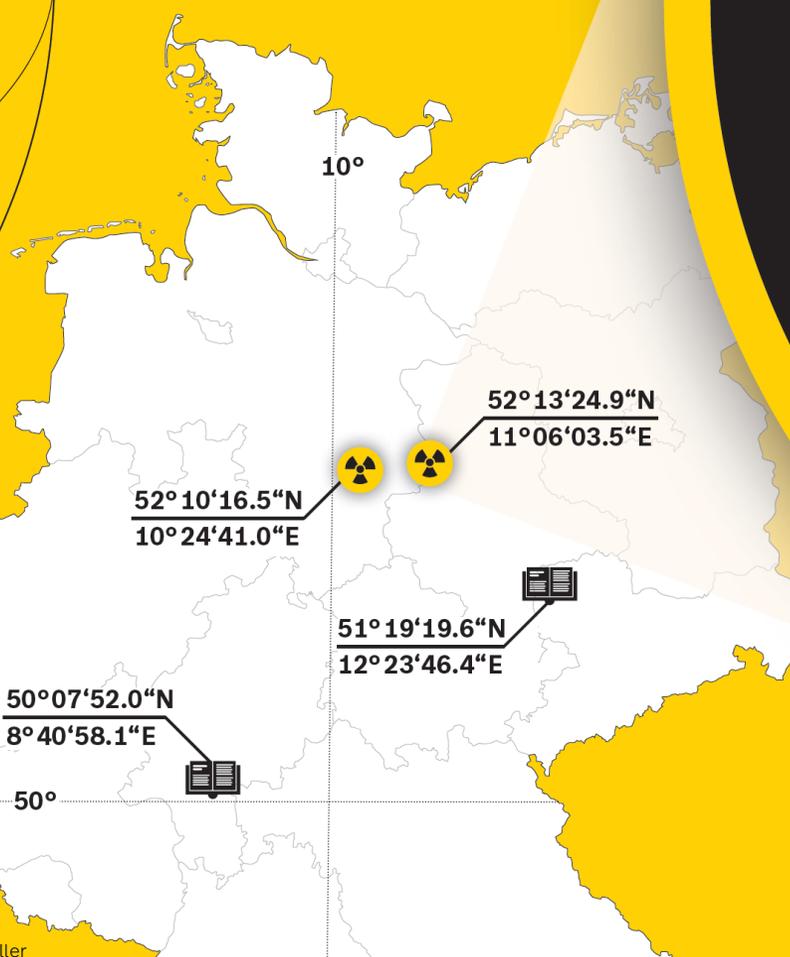
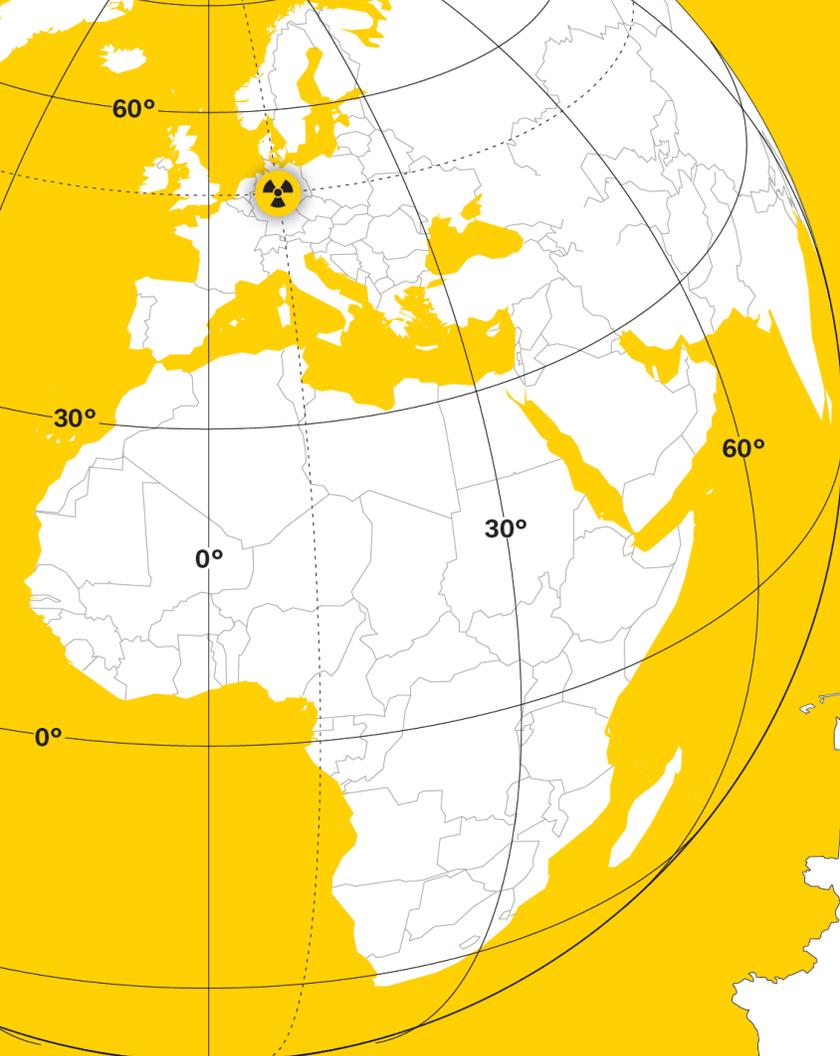
- *Schlüsselinformationen* werden in einem Einzeldokument und leichtverständlich zusammengefasst.

Englisch: Set of Essential Records (SER)

- *Wesentliche Unterlagen* beinhalten wichtige Informationen und werden in einer Dokumentensammlung gebündelt.

Abschlussbericht
OECD NEA
Preservation of Records,
Knowledge and Memory (RK&M)
Across Generations

[Siehe Abschlussbericht in der
OECD Online-Bibliothek.](#)



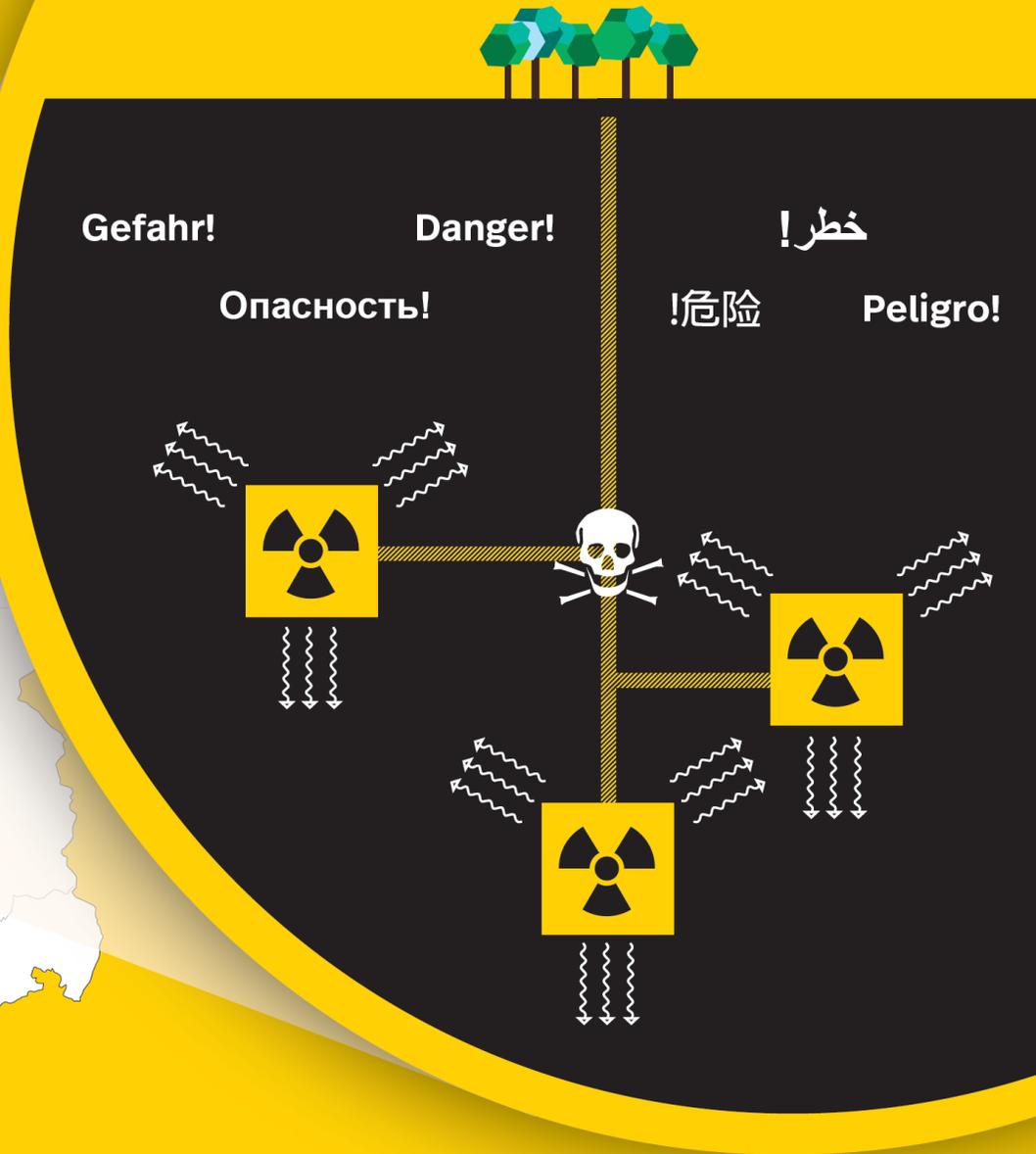
52° 10' 16.5" N
10° 24' 41.0" E

52° 13' 24.9" N
11° 06' 03.5" E

51° 19' 19.6" N
12° 23' 46.4" E

50° 07' 52.0" N
8° 40' 58.1" E

50°



Herausforderung Wissenserhalt

- Die nächsten 3 - 4 Generationen werden das Endlager bauen, betreiben und verschließen.
- Die nächsten 20 Generationen sollen die Möglichkeit haben, den Abfall im schlimmsten Fall bergen zu können.
- Die nächsten 30.000 Generationen sollen sicher vor den Abfällen geschützt werden.

Das BASE bereitet daher die Langzeitdokumentation für einen Zeitraum von mindestens 500 Jahren vor.

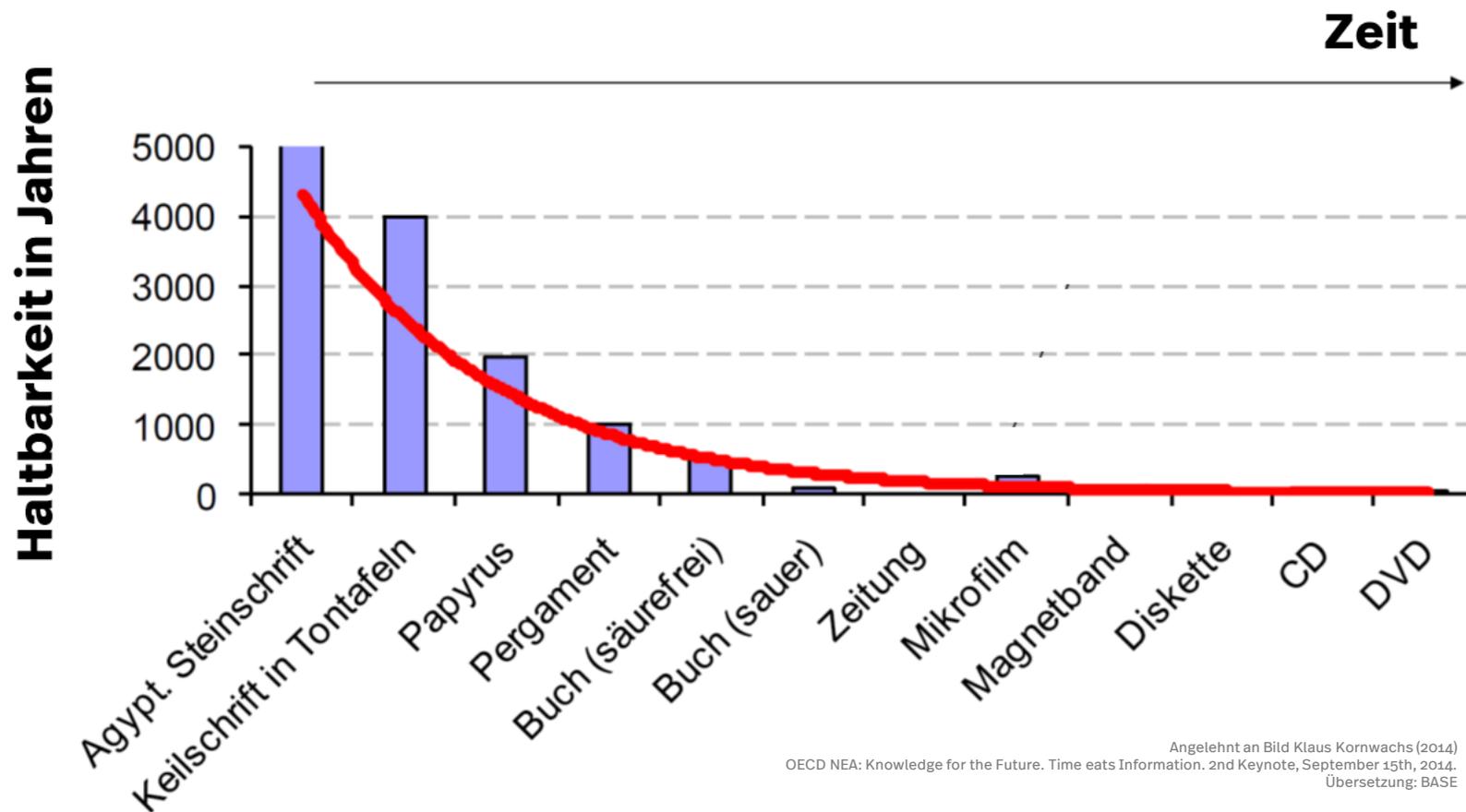


Zusammenfassung Grundlagen

- Auch in ferner Zukunft müssen die Menschen in der Lage sein, die sicherheitstechnische Bedeutung der tief unter der Erde liegenden Endlager zu verstehen.
- Das BASE bereitet daher die Langzeitdokumentation für einen Zeitraum von mindestens 500 Jahren vor.
- Sowohl Fachleute als auch die Gesellschaft sollen anhand von wesentlichen Unterlagen und Schlüssel-Informationen umfassend informiert werden bzw. entscheidungsfähig sein.

Aufbewahrung von Informationen

Vergleich von Speichermedien



Haltbarkeit von Speichermedien

| | Papier | Mikrofilm | Quarz |
|--|---|---|---|
|  Haltbarkeit | 1.000 Jahre | 500 Jahre | 100.000 Jahre |
|  Maximale Temperatur | 250 °C | 80 °C | 1.200 °C |
|  Häufigste Schadensquelle | Metall-Ionen in Tinten beschleunigen den Papierabbau. | Wasser kann die Filmbeschichtung stark beschädigen. | Sehr hohe strukturelle und chemische Robustheit |
|  Notwendiges Lesegerät | Nicht kodierte Informationen: Maschinenlesbar und lesbar mit dem menschlichen Auge. | | |
| | | Kodierte Informationen: nicht mit dem menschlichem Auge lesbar. | |

Analoge Aufbewahrung

Ausgangspunkte:

- Ziel: Erhaltung der Information, für die die Erhaltung des Speichermediums als Mittel genutzt wird.
- Bis in die 1990er Jahre sind Informationen hauptsächlich auf Papier erstellt, verwendet und aufbewahrt worden.
- Analoge Speichermedien sind i.d.R. ohne Hilfsmittel lesbar, etliche haben ein digitales Substitut (z.B. Scans).

Ansatz:

- **Aufbau eines Archivs (Organisation + Liegenschaft)**

Analoge Aufbewahrung

Eine Herausforderung:
Gewährleistung konstanter Lagerungs-
verhältnisse.

Ansätze:

- Prävention, Konservierung, Restaurierung, Digitalisierung.
- Berücksichtigung von entsprechenden Normen (z.B. DIN EN ISO 9706, DIN 6738, DIN ISO 11798)



Analoge Aufbewahrung

Besondere Herausforderungen für die Lagerung:

- **Klimatische Bedingungen:**
geeignete Umgebung hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit.
- **Brandschutz:**
permanenter Schutz vor Bränden oder brandentwickelnden Ursachen.
- **Integriertes Schädlingsmanagement:**
größtmöglicher Schutz vor dem Befall mit Schädlingen.
- **Bestandsschutz:**
dauerhafter Schutz vor Havarien, Unfällen, Umweltereignissen (Unwetter, Fluten, Erdbeben), Diebstahl/ Vandalismus, kriegerischen Auseinandersetzungen sowie Schadstoffen.

Forschungsvorhaben: Langzeitbeständigkeit von Papier (Labest Papier)

- Ältere Akten bestehen z. T. aus säurehaltigem Papier, das eine relativ niedrige Haltbarkeit hat.
- Das Forschungsvorhaben untersucht verschiedene Arten von Papier und Druckertinte.
- Ein Ziel des Forschungsvorhabens ist es, das für eine dauerhafte Unversehrtheit optimale System von Papier und Schreibstoff zu entwickeln.

Digitale Langzeitarchivierung

Ausgangspunkte:

- Neu erzeugte Daten und Dokumente sind fast ausschließlich digital.
- Einige haben kein analoges Substitut (z.B. Simulationen).
- Die Ausgangsmenge der Daten und Dokument ist nur digital praktikabel nutzbar.

Ansatz:

- Aufbau eines digitalen Langzeitarchivs (Organisation + technisches System)

Digitale Langzeitarchivierung

Erste Herausforderung:

Typische Speichermedien sind (im Vergleich zu analogen Datenträgern) fehler-anfälliger, voraussetzungsreicher (z.B. Lesegeräte) und veralten schneller.

Ansatz:

- professionelles Speichermanagement an mind. zwei geographisch unabhängigen Orten



Foto: Eugen Brunmeier, BASE

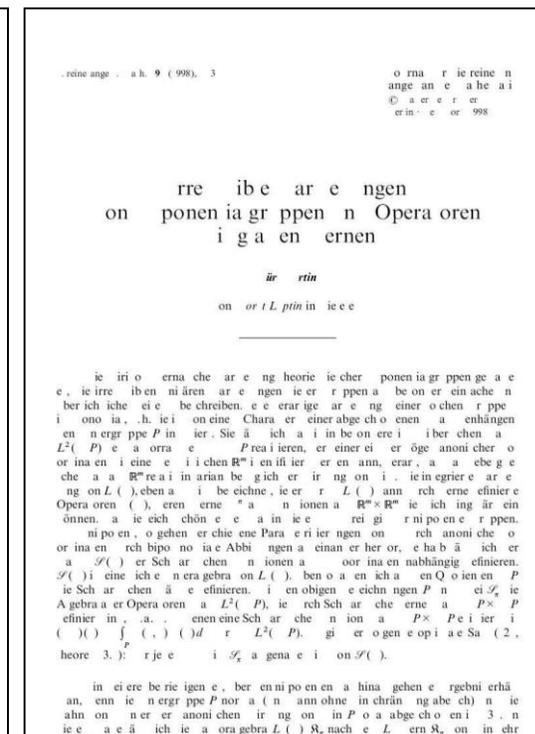
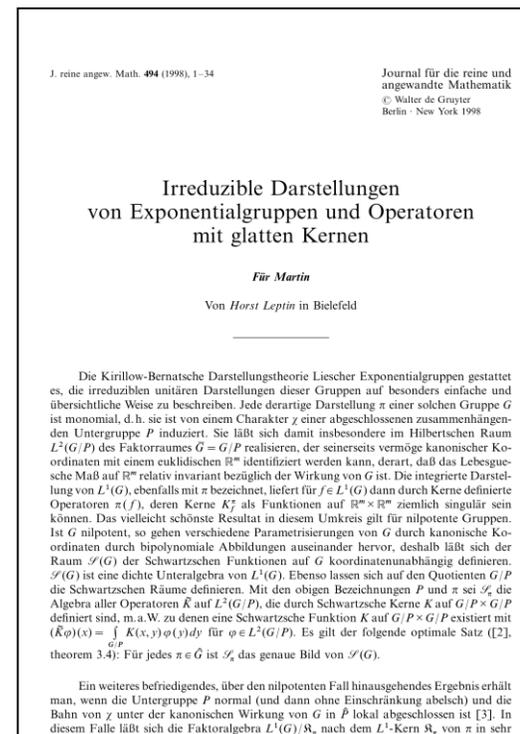
Digitale Langzeitarchivierung

Zweite Herausforderung:

Die Formate digitaler Daten sind voraussetzungsreich. Ihre technische Nutzungsumgebung kann veralten.

Ansatz:

- bewährte Methoden der Langzeitarchivierung übernehmen (Technologiebeobachtung, Qualitätskontrollen, ggf. Migration/Emulation, ...)



Abgebildeter Text: Leptin (1998). Irreduzible Darstellungen von Exponentialgruppen und Operatoren mit glatten Kernen

Dieselbe Datei im PDF-Format in unterschiedlichen Anzeigenumgebungen.

Digitale Langzeitarchivierung

Dritte Herausforderung:

Digitale Infrastruktur ist komplex.

Digitale Langzeitarchivierung hängt von dem Langzeitarchiv als Organisation ab.

Ansätze:

- Engagement im Kompetenznetzwerk nestor
- Spätere Zertifizierung nach DIN 31644 als „vertrauenswürdige digitale Langzeitarchiv“ angestrebt.



Quelle: . nestor (2016). Erläuterungen zum nestor-Siegel für vertrauenswürdige digitale Langzeitarchive, Version 2

Forschungsvorhaben: Langzeitbeständigkeit von Digitalen Speichermedien (Labest Digital)

- Heutige Datenspeicher für digitale Dateien haben eine kurze Lebensdauer.
- Das Forschungsvorhaben will verschiedene Arten von Speichermedien, wie bspw. Festplatten, Mikrofilm und DVDs untersuchen.
- Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die besten Speichermedien zur langfristigen Aufbewahrung für digitale Aufzeichnungen zu finden.

Zusammenfassung

Aufbewahrung von Informationen

- Eine Herausforderung der Aufbewahrung analoger Informationen ist Gewährleistung konstanter Lagerungsverhältnisse.
- Eine Herausforderung der Aufbewahrung digitaler Informationen ist die Fehler-Anfälligkeit typischer Speichermedien und die Notwendigkeit von Lesegeräten.
- Das BASE führt jeweils ein Forschungsvorhaben zur Langzeitbeständigkeit von Papier (Labest Papier) und digitalen Speichermedien (Labest Digital) durch.

Zukunftsgerichtete Aspekte

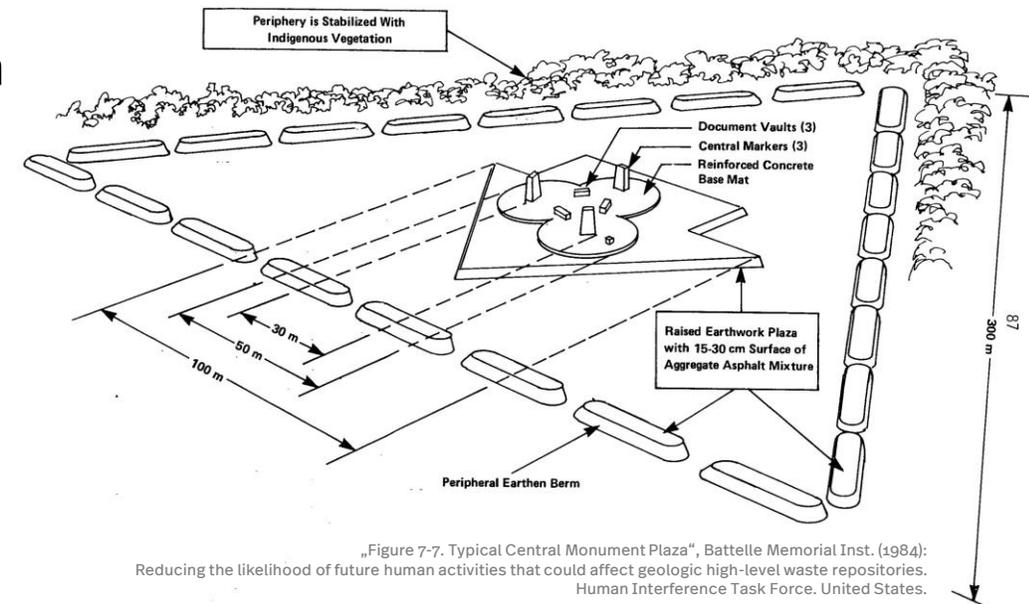
Unabsichtliches Eindringen verhindern

Human Interference Task Force – Empfehlungen von 1984

- Verzeichnung in Landkarten
- Informationen in öffentlichen Einrichtungen
- Ober- und unterirdische Markierung

Anforderungen an Materialien

- Haltbar, jedoch wertlos und nicht einfach wiederverwendbar
- Als Botschaft erkennbar und glaubwürdig



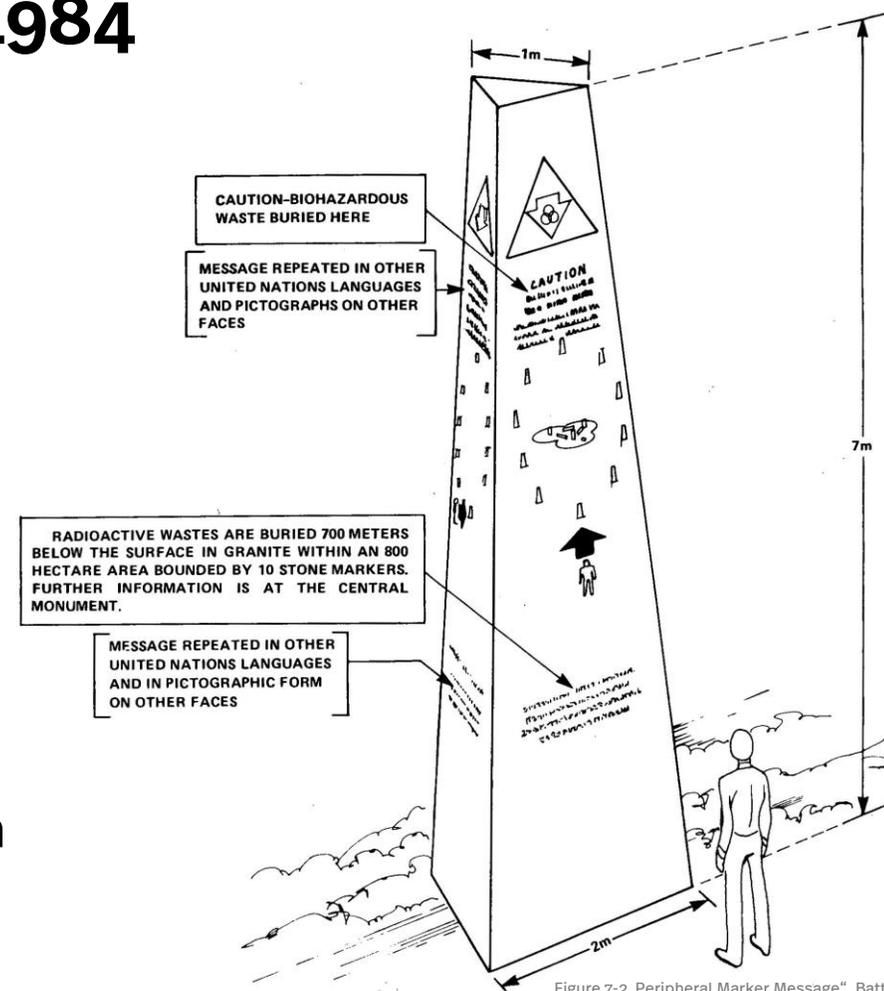
Die Anfänge der Atomsemiotik, 1984

Herausforderungen:

- Der Kontext der Empfänger:innen ist unbekannt.
- Sprachlicher Wandel

Ansätze:

- Einsatz mehrerer Sprachen
- Botschaft in versch. Komplexitätsgraden
- Einsatz verschiedener Zeichenarten
- System zur Erneuerung der Botschaft



„Figure 7-2. Peripheral Marker Message“, Battelle Memorial Inst. (1984):
Reducing the likelihood of future human activities that could affect geologic high-level waste repositories.
Human Interference Task Force, United States.

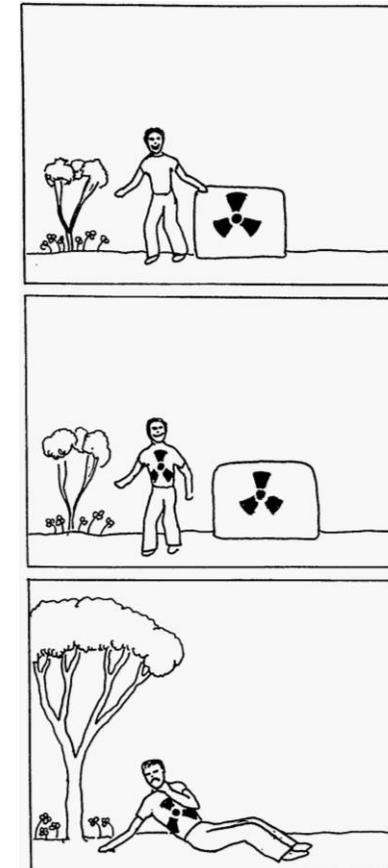
Konzepte für das WIPP Endlager in den USA, 1993

Konzepte Team A:

- Führen Überlegungen der HITF fort
- Abschreckende, künstlerische Monumente

Konzepte Team B:

- V.a. Piktogramme
- Schwierig zu vermittelnde Konzepte
- Abhängig von Konventionen und Kontext
- Oft nicht eindeutig



„Figure 7. Pictographic Definition of Symbols—Radiation Trefoil (art by Jon Lomberg), aus:
Trauth, K. M.; Hora, S. C.; Guzowski, R. V. (1993):
Expert judgment on markers to deter inadvertent human intrusion into the Waste Isolation Pilot Plant.

Paradigmenwechsel seit 2010er Jahren

Die RK&M- Initiative der OECD NEA

- 2011 - 2018
- 21 Organisationen aus 14 Ländern

Neue Ansätze

- Systemische Strategie (rechts)
- Mittelfristiger Zeithorizont bedeutsam
- Statt Abschreckung → Aufklärung und Information

Siehe Figure 7.1 in
Abschlussbericht
OECD NEA
Preservation of Records,
Knowledge and Memory
(RK&M) Across Generations

[Siehe Abschlussbericht in
der OECD Online-Bibliothek.](#)

OECD NEA Arbeitsgruppe Informations-, Daten- und Wissensmanagement

- Seit 2019 arbeiten internationale Experten an diesen Themen im Bereich der Stilllegung und nuklearen Entsorgung.
- In vier Expertengruppen werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:
 1. Sicherheitsnachweis
 2. Archivierung
 3. Wissensmanagement
 4. Bewusstseinerhaltung

Nukleare Gedächtnisorganisationen in Europa

Nucleus Archiv in Wick, Nord-Schottland

- Gleichzeitig kommunales Archiv für Nord-Schottland und Aufbewahrungsort aller Aufzeichnungen der Nuclear Decommissioning Authority (NDA)

Tabloo Visitor Centre in Dessel, Belgien

- Besucher- und Veranstaltungszentrum
- Fungiert als Markierung



Zusammenfassung

Langzeitdokumentation in der nuklearen Entsorgung

- Die Langzeitdokumentation ist ein zentraler Bestandteil der Endlagersuche.
- Künftige Generationen sollen später eigenständig über den weiteren Umgang mit den radioaktiven Abfällen entscheiden können.
- Die Langzeitdokumentation ist bewusst als behördliche Aufgabe konzipiert worden. Das BASE trägt für diese Aufgabe Verantwortung und bereitet sich bereits darauf vor.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

QUELLEN AUF FOLIEN

Folie 5: Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz. Hrsg.: Der Bundesminister des Innern. Köln: Ges. f. Reaktorsicherheit.

Folie 5: Planfeststellungsbeschluss Konrad, 2002

Folie 7 & 8: NEA (2020), Preservation of Records, Knowledge and Memory (RK&M) Across Generations: Final Report of the RK&M Initiative, Radioactive Waste Management, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/50292bbb-en>

Folie 13: Kornwachs (2014), Knowledge for the Future. Time eats Information. 2nd Keynote, September 15th, 2014. In: OECD-Nuclear Energy Agency (ed.): Radioactive Waste Management and Constructing Memory for Future Generations Proceeding of the International Conference and Debate, 15-17 September 2014, Verdun. NEA Nr. 7259, OECD 2015, p. 15; p. 37-39. <http://www.oecd-nea.org/rwm/pubs/2015/7259-constructing-memory-2015.pdf>

Folie 20: BASE Forschungsvorhaben: Langzeitbeständigkeit von Papier (Labest Papier). https://www.base.bund.de/DE/themen/fa/soa/documents/Labest_Papier.html

Folie 21: Leptin (1998), Irreduzible Darstellungen von Exponentialgruppen und Operatoren mit glatten Kernen", vol. 1998, no. 494, 1998, pp. 1-34. <https://doi.org/10.1515/crll.1998.007>

Folie 22: Nestor (2016), NESTOR MATERIALS 17: Erläuterungen zum nestor-Siegel für vertrauenswürdige digitale Langzeitarchive, Version 2.1. https://www.langzeitarchivierung.de/Webs/nestor/EN/Publikationen/nestor_Materialien/nestor_materialien_node.html

Folie 26 & 27: Reducing the likelihood of future human activities that could affect geologic high-level waste repositories. United States: N. p., 1984. Web. doi:10.2172/6799619.

Folie 28: Trauth, K M, Hora, S C, and Guzowski, R V. Expert judgment on markers to deter inadvertent human intrusion into the Waste Isolation Pilot Plant. United States: N. p., 1993. Web. doi:10.2172/10117359

Folie 29: NEA (2020), Preservation of Records, Knowledge and Memory (RK&M) Across Generations: Final Report of the RK&M Initiative, Radioactive Waste Management, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/50292bbb-en>



**Bundesamt
für die Sicherheit
der nuklearen Entsorgung**

Verwendetes Bildmaterial und Quellen

BILDMATERIAL AUF FOLIEN

Folie 9: Bild © Quermedia /BASE

Folie 10: Bild © Quermedia /BASE

Folie 16: Foto von Eugen Brunmeier, F 5 Langzeitdokumentation, BASE

Folie 20: Foto von Eugen Brunmeier, F 5 Langzeitdokumentation, BASE

Folie 21: Abbildung von Jens Ludwig, F 5 Langzeitdokumentation, BASE

Folie 31: Foto von Benjamin Offen, F 5 Langzeitdokumentation, BASE