Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz,
Regionen und Wasserwirtschaft

# Radioaktive Abfälle in Österreich

## Herkunft, Eigenschaften, Entsorgung

# Radioaktive Abfälle in Österreich

## Herkunft, Eigenschaften, Entsorgung

**Impressum**

Medieninhaber:in, Verleger:in und Herausgeber:in:
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft
Stubenring 1, 1010 Wien
bmluk.gv.at
Fotonachweis: Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH
Redaktion und Gestaltung: bettertogether GmbH
Wien, 2025

NUCLEAR ENGINEERING SEIBERSDORF

# Einleitung

Obwohl in Österreich kein Kernkraftwerk betrieben wird, werden auch hierzulande radioaktive Stoffe für zahlreiche Anwendungen in Medizin, Industrie und Forschung verwendet. Solche Anwendungen, wie etwa die Sterilisation von Medizinprodukten oder in der medizinischen Diagnostik, sind in einem Industrieland wie Österreich nicht wegzudenken. Aufgrund der möglichen Gefahren, die von ionisierender Strahlung ausgehen, ist die Verwendung von radioaktiven Stoffen nur mit einer entsprechenden behördlichen Bewilligung erlaubt.

Bei der Nutzung von Radioaktivität und ionisierender Strahlung entstehen radioaktive Abfälle, die ebenfalls der behördlichen Kontrolle unterliegen und fachgerecht entsorgt werden müssen. Diese werden in Österreich bei der Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH (NES) gesammelt, nach dem Stand der Technik behandelt und zwischengelagert. Auf den folgenden Seiten finden Sie einen Überblick, was mit radioaktiven Abfällen in Österreich passiert.

# 1 Radioaktive Abfälle im Überblick

# Definition und Eigenschaften radioaktiver Abfälle

Radioaktive Abfälle können gasförmig, flüssig oder fest sein und werden je nach Art und Energie der Strahlung insbesondere nach zwei Merkmalen klassifiziert: nach ihrer Aktivität und ihrer Halbwertszeit.

Die Aktivität bezieht sich auf die Menge der von den Abfällen freigesetzten Strahlung. Unterschieden werden schwach-, mittel- und hochradioaktive Abfälle. Während hochradioaktive Abfälle zusätzlich Wärme erzeugen, ist dies bei schwach- und mittelradioaktiven Abfällen nicht der Fall.

Die Halbwertszeit gibt an, nach welcher Zeit sich die Anfangskonzentration eines radioaktiven Stoffes und damit auch die Intensität seiner Strahlung auf die Hälfte verringert hat. Das kann unterschiedlich lange dauern: von wenigen Sekunden bis zu Millionen von Jahren. Man unterscheidet daher zwischen kurzlebigen und langlebigen radioaktiven Abfällen. Langlebig sind solche, deren Halbwertszeit mehr als 30 Jahre beträgt.

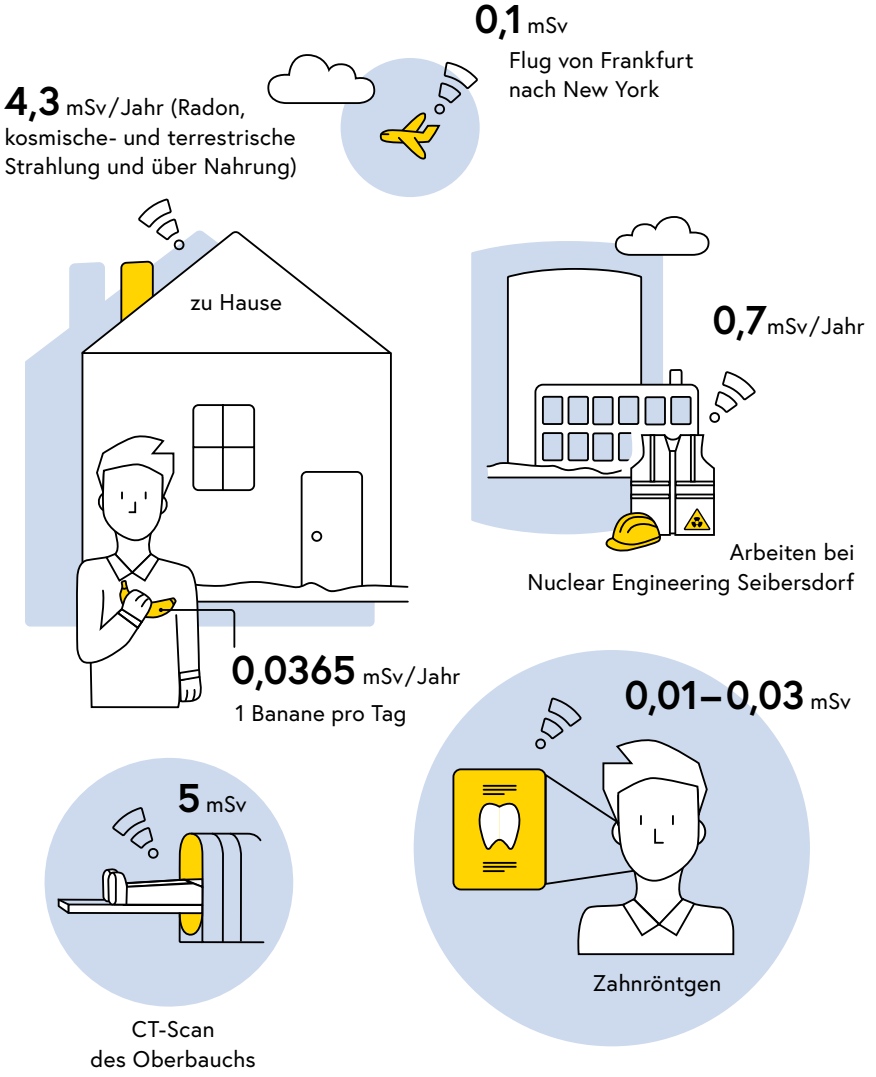
Generell gilt: Je höher die Aktivität und je langlebiger die radioaktiven Abfälle sind, desto besser und länger müssen diese Abfälle von der Umwelt isoliert werden. Zur Illustration zeigt Abbildung 1 die Strahlenexposition bei Arbeiten mit radioaktiven Abfällen bei der NES im Vergleich mit anderen natürlichen und künstlichen Strahlenquellen. Die durchschnittliche Strahlenexposition einer Person in Österreich beträgt etwa sechs Millisievert (mSv) pro Jahr.

Die Klassifizierung in schwach-, mittel- und hochradioaktive Abfälle sowie lang- und kurzlebig zeigt außerdem auf, wie diese Abfälle entsorgt werden müssen. Kurzlebige schwach- und mittelradioaktive Abfälle werden zumeist in oberflächennahen Endlagern entsorgt, langlebige schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Lagern mittlerer Tiefe. Hochradioaktive Abfälle sollen in sogenannten geologischen Endlagern in großer Tiefe sicher entsorgt werden (siehe Kapitel 3).



**Strahlung im Alltag gemessen in Millisievert (mSv)**

Abbildung 1: Radioaktivität kommt überall in der Umwelt vor. Man unterscheidet dabei zwischen natürlichen und künstlichen Quellen. Die durchschnittliche jährliche Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung beträgt ca. 6 mSv pro Jahr.



## Woher kommen radioaktive Abfälle?

Radioaktive Stoffe werden beispielsweise in der medizinischen Diagnostik, in Strahlentherapie und Forschung, für Laboruntersuchungen, in Mess- und Steuerungseinrichtungen in Industrieanlagen sowie in der Qualitätssicherung benötigt. Wo es Alternativen zu radioaktiven Stoffen gibt, werden diese auch verwendet, so etwa bei Rauchmeldern.

In Medizin, Industrie und Forschung sowie beim Rückbau bestimmter Anlagen, etwa Forschungsreaktoren oder Laboratorien, fallen schwach- und mittelradioaktive Abfälle an. Bei hochradioaktiven Abfällen handelt es sich hauptsächlich um abgebrannte Brennelemente aus Kernkraftwerken. Da in Österreich kein Kernkraftwerk betrieben wird, müssen auch keine hochradioaktiven Abfälle entsorgt werden.

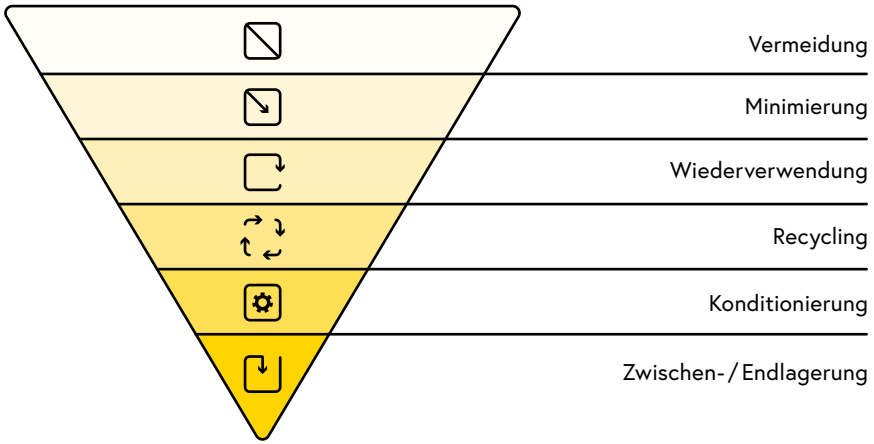
Radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung setzen sich etwa aus Schutzausrüstung (Handschuhe, Schutzanzüge), Spritzen und medizinischem Besteck, Probenmaterial sowie Strahlenquellen und radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen zusammen. Die größten Abfallmengen stammen jedoch aus dem Rückbau (der sogenannten Dekommissionierung) stillgelegter Anlagen und Forschungseinrichtungen am Standort Seibersdorf.



## Wie werden radioaktive Abfälle entsorgt?

### Abfallhierarchie

Abbildung 2: Durch das Prinzip der Abfallminimierung wird die Menge an zu entsorgendem Abfall so klein wie möglich gehalten.




Österreich verfolgt bei der Entsorgung der radioaktiven Abfälle das Prinzip der Abfallminimierung (Abbildung 2). Zuerst wird im Rahmen des behördlichen Bewilligungsverfahrens geprüft, ob es nicht andere Verfahren gibt, mit denen das jeweilige Ziel erreicht werden könnte (Vermeidung). Zudem wird geprüft, wie durch optimierte Prozesse die Menge an anfallendem radioaktivem Abfall reduziert werden kann (Minimierung). Soweit möglich, müssen radioaktive Quellen wiederverwertet bzw. recycelt werden. Jene radioaktiven Stoffe, bei denen das nicht möglich ist, werden bei einer Entsorgungsanlage abgegeben.

In Österreich werden radioaktive Abfälle von der NES behandelt bzw. konditioniert und bis zu ihrer Endlagerung zwischengelagert. Bei der Konditionierung werden die Abfälle in eine physikalisch und chemisch stabile Form

gebracht. Nach der Sortierung werden sie in der Regel verbrannt oder unter Hochdruck verpresst. Danach werden die Abfälle im Zwischenlager der NES sicher in Fässern aufbewahrt.

Die Zwischenlagerung ist jedoch nur eine temporäre Lösung zur Verwahrung der radioaktiven Abfälle. Für eine dauerhafte Entsorgung müssen die radioaktiven Abfälle in ein Endlager eingebracht werden, wo sie sicher von der Umwelt isoliert werden. Im Jahr 2021 wurde von der österreichischen Bundesregierung der Österreichische Beirat für die Entsorgung radioaktiver Abfälle eingerichtet. Dabei handelt es sich um eine Gruppe von Fachleuten wie etwa Vertreter:innen von Bundesländern, Ministerien, Universitäten und Zivilgesellschaft, die die Bundesregierung in Bezug auf eine langfristige Entsorgung der österreichischen radioaktiven Abfälle berät.

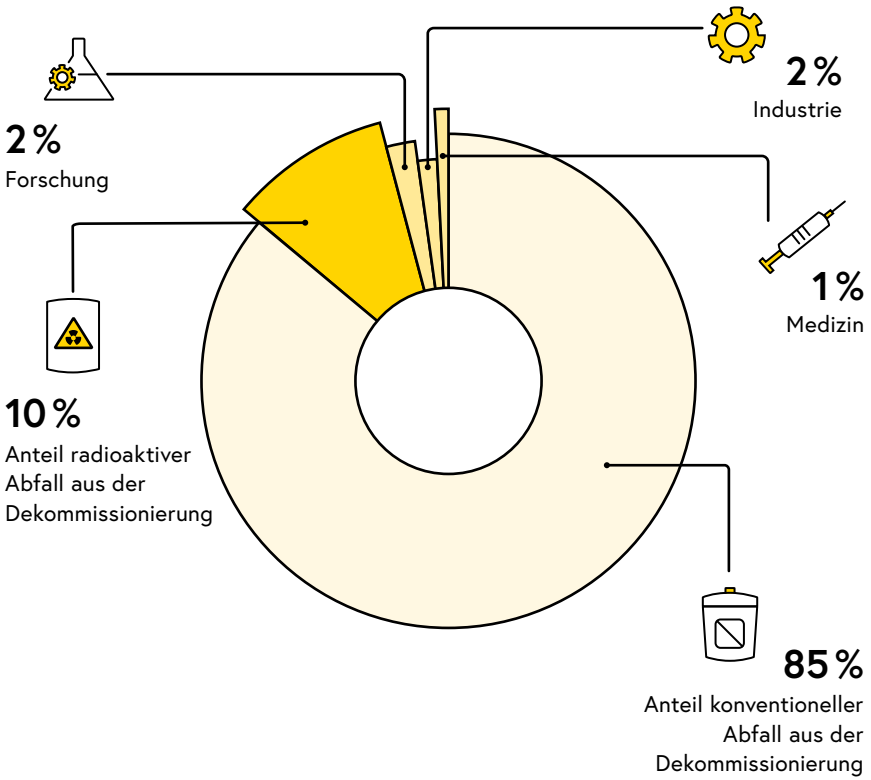
## Wie groß ist die Menge radioaktiver Abfälle?

Derzeit lagern rund 12.600 200-Liter Fässer bei der NES, dies entspricht einem Volumen von etwa 2.600 $m^3$, vergleichbar in etwa mit dem Volumen eines olympischen Schwimmbeckens (50 × 25 × 2 m). Zum Vergleich: Deutschland plant, in seinem Endlager Konrad 303.000 $m^3$ schwach- und mittelradioaktive Abfälle zu entsorgen.

Abfälle aus früheren Jahrzehnten werden neu konditioniert, um dem aktuellen Stand der Technik zu entsprechen. Dieses Projekt ermöglicht auch eine Abfallminimierung. Voraussichtlich werden in Österreich bis 2045 maximal rund 17.000 Fässer zu entsorgen sein. Das Abfallminimierungsprinzip bezieht alle Phasen der Abfallbehandlung mit ein, beginnend bereits bei Abfallverursacher:innen bis zur Einbringung ins Endlager. Als hilfreich erweist sich, dass radioaktive Stoffe abhängig von der Halbwertszeit mit der Zeit abklingen. Nach mehreren Halbwertszeiten strahlen sie nur mehr so geringfügig, dass von ihnen keine Gefährdung mehr ausgeht und sie nicht als radioaktive Abfälle im Endlager entsorgt werden müssen.

### Abfallvolumen

Abbildung 3: Die größten Abfallmengen kommen in Österreich aus der Dekommissionierung, also dem Rückbau stillgelegter Anlagen (Forschungsreaktoren, Laboratorien).



# 2 Nuclear Engineering Seibersdorf

# Aufgaben und Anlagen der Nuclear Engineering Seibersdorf (NES)

Die wichtigsten Aufgaben, welche die NES im Auftrag der Republik Österreich ausführt, umfassen Sammlung, Aufarbeitung, Konditionierung und Lagerung radioaktiver Abfälle sowie die Dekontaminierung und Dekommissionierung (Rückbau) von Anlagen und Forschungseinrichtungen. Die NES betreibt daher zahlreiche Anlagen, um die österreichischen radioaktiven Abfälle zu behandeln.

Beim Abfallmanagement werden im Wesentlichen zwei Hauptziele verfolgt:

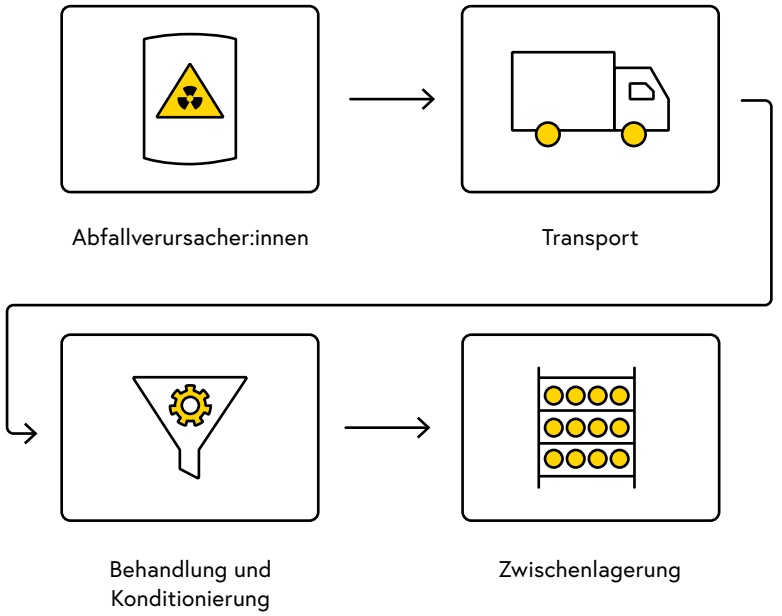
- Überführen der Abfälle in eine physikalisch und chemisch stabile Form und Einschluss in ein Gebinde: Dadurch wird eine längerfristige Zwischenlagerung ermöglicht und das Austreten von Radioaktivität in die Umwelt verhindert.
- Reduzierung des Abfallvolumens: In Österreich gilt das Prinzip der Abfallminimierung, um Ressourcen und Kosten für eine spätere Endlagerung zu sparen. Damit sollen die Belastungen zukünftiger Generationen so gering wie möglich gehalten werden.

## Wie läuft der Bearbeitungsprozess ab?

Sobald die radioaktiven Abfälle bei der NES eintreffen, werden sie im Übernahmegebäude für eine erste Charakterisierung und Dokumentation entgegengenommen. Die unkonditionierten Abfälle werden vor den einzelnen Bearbeitungsschritten in Pufferlagerhallen sortenrein und nach Kategorien getrennt gelagert. Solche Kategorien sind etwa brennbar und nicht brennbar. Auch flüssige Abfälle werden bearbeitet, radioaktiv kontaminierte Abwässer mit Hilfe einer Ultrafiltrationsanlage gereinigt.

### Abfallstrom

Abbildung 4: Radioaktive Abfälle werden in der NES in verschiedenen Schritten bearbeitet (konditioniert) und zwischengelagert.



Brennbare Abfälle werden der Verbrennungsanlage zugeführt. Der radioaktive Anteil verbleibt dabei zum größten Teil in der Asche, die in Fässern sicher gelagert wird.

Nicht brennbare Abfälle werden je nach Material unterschiedlich behandelt. All diese Verfahren zielen auf Abfall- bzw. Volumsreduktion:

- Erde, Schotter und auch zerkleinerter Beton, die hauptsächlich bei Rückbauprojekten anfallen, werden über die Erdmessanlage sortiert. Das Material, welches als radioaktiver Abfall zu entsorgen ist, wird hier von jenem getrennt, das auch auf konventionellen Deponien entsorgt werden kann.
- Metalle können eingeschmolzen werden. Die radioaktiven Stoffe verbleiben in der Schlacke, die ebenfalls in Fässern sicher gelagert und später ins Endlager verbracht wird. Der Rest des Metalls kann wiederverwendet werden.
- Bei allen nicht brennbaren radioaktiven Abfällen wird das Volumen in der Regel mit einer Hochdruckpresse reduziert. Dazu gehören auch jene nicht brennbaren Abfälle, bei denen eine Sortierung in der Erdmessanlage oder das Einschmelzen nicht möglich ist.

## Wie ist das Zwischenlager in Seibersdorf aufgebaut?

Die radioaktiven Abfälle werden bei der NES in einem klimatisierten Zwischenlager auf Regalen gelagert. Kontrollierte klimatische Bedingungen helfen, Korrosion zu verhindern. Die Fässer sind so angeordnet, dass sie jederzeit inspiziert werden können. Bei stärker strahlenden Abfällen kommen Spezialbehälter zum Einsatz.

Die Konzeption des Lagers garantiert eine sichere Aufbewahrung der Abfälle so lange, bis eine endgültige Entsorgung in einem Endlager möglich ist. Auch bei Extremszenarien wie einem Flugzeugabsturz oder einem Erdbeben kommt es Dank der spezifischen Ausführung der Hallenlagerung zu keiner Gefährdung der Bevölkerung.

## Welche Behandlungsanlagen gibt es?

Neben der Verbrennungs- und der Ultrafiltrationsanlage verfügt die NES auch über zahlreiche weitere Behandlungs- und Konditionierungseinrichtungen. Sie dienen zur zentralen Behandlung von nicht brennbaren radioaktiven Abfällen nach aktuellem Stand der Technik und befinden sich im Neuen Handhabungszentrum (NHZ). Hier können die Abfälle genau sortiert, zu Pellets verpresst und getrocknet werden. Im NHZ stehen auch Spezialeinrichtungen wie eine sogenannte Heiße Zelle zur Verfügung, in der sehr stark strahlende Materialien hinter meterdicken Betonabschirmungen mit Manipulatoren von außen gehandhabt und bearbeitet werden können. Edelstahlcaissons wiederum sind große Bearbeitungskabinen, in denen radioaktive Abfälle vom Personal in fremdbelüfteten Schutzanzügen zerlegt, zerkleinert, dekontaminiert und für die weitere Konditionierung vorbereitet werden.

Bevor die Fässer mit dem behandelten radioaktiven Abfall ins Zwischenlager verbracht werden, erfolgt zumeist eine Trocknung in der Fasstrocknungsanlage. Dadurch wird das Risiko von Korrosionsprozessen oder chemischen Reaktionen im Abfall weitestgehend vermieden.

Neben den bereits beschriebenen Anlagen gibt es in der NES weitere umfangreiche Einrichtungen zu Abfallbehandlung, Strahlenschutzüberwachung, chemischer und radiochemischer Analytik, Messtechnik und Dokumentation.

Die Aufarbeitung und Lagerung radioaktiver Abfälle bei der NES erfolgt auf dem Stand der Technik und wird nach höchsten Sicherheits- und Strahlenschutzstandards ausgeführt. Regelmäßige behördliche Überprüfungen sowie Kontrollen durch die Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM) und die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) garantieren die Einhaltung dieser Standards.

# 3 Endlagerung

# Endlager für schwach-, mittel- und hochradioaktive Abfälle

Radioaktive Abfälle sicher und verantwortungsvoll aufzuarbeiten sowie einer Zwischen- bzw. schlussendlich einer Endlagerung zuzuführen ist notwendig, um Mensch und Umwelt zu schützen. Als Endlager für radioaktive Abfälle wird eine Anlage bezeichnet, in der diese ohne Beabsichtigung einer Rückholung sicher entsorgt werden können. Dadurch werden Belastungen für zukünftige Generationen vermieden.

Bei der Endlagerung sorgen mehrere Barrieren für den permanenten und sicheren Einschluss der Abfälle. Zusätzlich zum Abfallbehälter kommt beispielsweise ein mit Beton verfüllter Übercontainer zum Einsatz, das Endlager kann außerdem mit Beton und Bentonit hinterfüllt werden. Das Gestein, welches das Endlager umgibt, wirkt zusätzlich als sogenannte geologische Barriere.

## Welche Arten der Endlagerung gibt es?

Für unterschiedliche Arten von radioaktiven Abfällen kommen verschiedene Lagertypen in Frage. Technische und naturwissenschaftliche Kriterien bestimmen, wie mit den jeweiligen Abfallkategorien verfahren wird. Die tatsächliche Auswahl eines Lagertyps hängt von den zugrunde liegenden Sicherheitskriterien ab, die sich von Land zu Land geringfügig unterscheiden können. Unabhängig vom Typ muss das gewählte Endlager alle Voraussetzungen im Hinblick auf Sicherheit und Schutz von Bevölkerung und Umwelt vor den für die Entsorgung vorgesehenen Abfall erfüllen. Aktuell arbeitet der Österreichische Beirat für die Entsorgung radioaktiver Abfälle an Empfehlungen für deren Endlagerung.



Nach internationalem Stand der Technik existieren folgende Lagertypen für die Entsorgung von radioaktiven Abfällen (Abbildung 5):

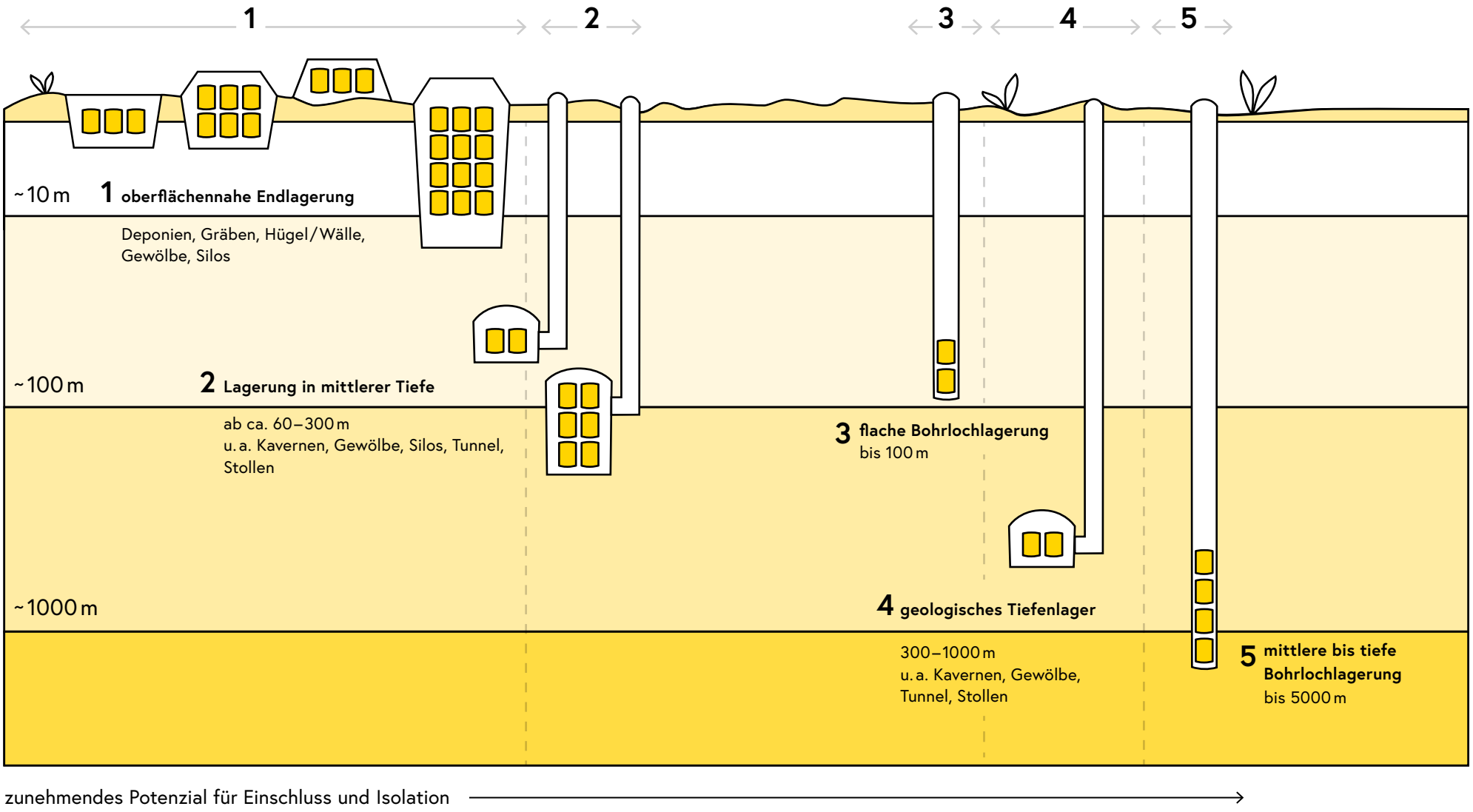
- Oberflächennahes Endlager: Eignet sich für vor allem für schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit einer Halbwertszeit von unter 30 Jahren; befindet sich nahe der Erdoberfläche oder in einer Tiefe von maximal 100 m.
- Endlager mittlerer Tiefe: Eignet sich für schwach- bis mittelradioaktive Abfälle; befindet sich bis zu 300 m unter der Erdoberfläche, die Lagerung der Abfälle erfolgt z. B. in Kavernen.
- Geologisches Tiefenlager: Erforderlich bei hochradioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen; befindet sich in mehreren 100m Tiefe.
- Bohrloch: Eignet sich für kleine Mengen an mittelradioaktiven und/oder langlebigen Abfällen; Sie können in einer Tiefe von bis zu 5.000 m errichtet werden.

## Standortsuche

Die Wahl eines Endlagerstandortes erfolgt in einem sorgfältigen, transparenten Prozess, der viele Jahre dauern kann. Dabei steht die Sicherheit immer an oberster Stelle. Im Auswahlverfahren werden neben technisch-naturwissenschaftlichen Aspekten auch gesellschaftliche und politische Kriterien berücksichtigt. Beispiele von zu berücksichtigenden Kriterien bei der Auswahl eines Standortes sind die geologische Stabilität des Standorts oder der Abstand zu stärker bevölkerten Regionen.

## Lagertypen

Abbildung 5: Radioaktive Abfälle werden je nach ihren Eigenschaften unterschiedlich gelagert. Die Bandbreite reicht von Oberflächenlagerung bis zum geologischen Tiefenlager.



# 4 Forschung

# Forschung zum Thema Entsorgung radioaktiver Abfälle

**EURAD**

Die NES beteiligt sich seit 2019 am europäischen Forschungsprojekt European Joint Programme for Radioactive Waste Management (EURAD), das sich mit der Entsorgung radioaktiver Abfälle befasst. 2024 hat die zweite Phase dieses Projekts begonnen. Für Österreich besonders interessant ist die Mitarbeit bei Projekten, bei denen es um die Entsorgungsstrategie für Länder mit kleinem Abfallinventar geht.

**ERDO**

In der European Repository Development Organization (ERDO) setzen sich mehrere europäische Staaten unter anderem mit der Frage gemeinsamer Behandlungs- und Entsorgungsanlagen (dazu zählen auch Endlager) für radioaktive Abfälle auseinander. Dieses Projekt unterstützt Länder ohne eigene Endlageroptionen. Österreich ist in der ERDO durch die NES vertreten.

**IAEO**

Auch die IAEO setzt bei ihren diversen Forschungsprojekten auf Erfahrungsaustausch und erarbeitet auf Basis des gesammelten Wissens Dokumente und Richtlinien, um ihre Mitgliedsstaaten bei der Thematik der Entsorgung radioaktiver Abfälle zu unterstützen. Dass sich der Hauptsitz der IAEO in Wien befindet, erleichtert österreichischen Institutionen eine intensive Zusammenarbeit.



## Was sind die Vorteile internationaler Kooperation?

Multinationale Forschungsprojekte (EURAD, ERDO, IAEO) sowie der Erfahrungs- und Wissensaustausch sind wichtige Eckpfeiler einer internationalen Zusammenarbeit. Gerade für Länder wie Österreich mit nur einem kleinen Inventar an radioaktiven Abfällen ist eine solche Zusammenarbeit besonders nützlich: Aufwändige und personalintensive Forschungsprojekte müssen nicht im Alleingang gestemmt werden, es kann auf international bereits etablierte Lösungen zurückgegriffen werden.

## Radioaktive Abfälle als globale Herausforderung

Ein weiterer Aspekt der multinationalen Zusammenarbeit umfasst die gemeinsame Nutzung von Behandlungsanlagen, in denen radioaktive Abfälle für eine Endlagerung vorbereitet werden. Nicht jedes Land verfügt über eine Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle oder eine Hochdruckpresse. In der Regel werden im Falle einer solchen gemeinsamen Nutzung die verarbeiteten radioaktiven Abfälle und dabei anfallende Sekundärabfälle nach der Behandlung wieder in das Ursprungsland zurückverbracht.

Die Entsorgung radioaktiver Abfälle bleibt jedoch weiterhin eine globale Herausforderung. Zwar ist es gelungen, einen großen Teil der weltweit anfallenden schwachradioaktiven Abfälle in Endlagern sicher zu entsorgen, doch nicht alle Länder können ein eigenes Endlager errichten. Eine Option wäre, dass Staaten mit unzureichenden geologischen Voraussetzungen bzw. begrenzten technischen, naturwissenschaftlichen oder finanziellen Ressourcen Abfälle gemeinsam in einem Endlager entsorgen. Solche gemeinsamen Endlager existieren derzeit jedoch noch nicht.