

# ATOMMÜLL- ENDLAGER

## Wohin mit dem radioaktiven Abfall?

**Auftrag:** Als Einstieg ins Thema schaust du als Erstes den Kurzfilm «Die Lösung»

Quelle: <https://youtu.be/HegEYM1jRa4>

### Atommüll – Was ist das?

**Auftrag:** Fülle nun die Lücken mithilfe der Informationen aus der PPT-Präsentation aus.

Atommüll besteht aus **radioaktiven** Abfällen, die nicht mehr verwendet werden können. Der grösste Teil dieser Abfälle entsteht bei der Stromherstellung in **Atomkraftwerken**. Kleinere Mengen stammen auch aus der Forschung, der Medizin und der Industrie.



### Atomkraftwerke

**Auftrag:** Die folgenden Aussagen weisen Fehler auf. Korrigiere sie.

1. Atome von **Magnesium** und **Natrium** werden gespalten, wodurch **Wind** entsteht, mit welchem Strom erzeugt werden kann.

**Korrektur:** Atome von **Plutonium** und **Uran** werden gespalten, wodurch **Wärme** entsteht, mit welcher Strom erzeugt werden kann.

2. Die Stoffe sind radioaktiv, das heisst, sie senden **harmlose** Strahlen aus.

**Korrektur:** Die Stoffe sind radioaktiv, das heisst, sie senden **gefährliche** Strahlen aus.

3. Die beiden Stoffe werden, um die Umwelt vor Strahlen zu schützen, in **Brennkugeln** gelagert. Dies sind ~~grosse Kugeln~~, aus denen keine Strahlung austreten kann.

*Korrektur:* Die beiden Stoffe werden, um die Umwelt vor Strahlen zu schützen, in **Brennstäben** gelagert. Dies sind lange Rohre, aus denen keine Strahlung austreten kann.

4. Da die **Brennkugeln** nach einiger Zeit die Strahlen aufnehmen, müssen sie nach ~~10—15 Jahren~~ ausgewechselt werden. Diese verbrauchten **Kugeln** bilden dann den Atommüll.

*Korrektur:* Da die **Brennstäbe** nach einiger Zeit die Strahlen aufnehmen, müssen sie nach 3 – 5 Jahren ausgewechselt werden. Diese verbrauchten Brennstäbe bilden dann den Atommüll.

### Wohin mit dem Atommüll?

**Auftrag:** Ordne die verschiedenen Phasen der Lagerung der ausgewechselten Brennstäbe in der Schweiz chronologisch (1.-3.).

**2** Zwischenlager Zwiilag in Würenlingen

**3** Tiefenlager

**1** Wasserbassins (= Auffangbecken) → während 5 – 10 Jahren

### Tiefenlager

**Auftrag:** Beantworte die Fragen.

1. Warum verlangt das Kernenergiegesetz, dass radioaktive Abfälle in Tiefenlagern entsorgt werden sollen?

Da Atommüll für 200'000 Jahre gefährliche Strahlen aussendet, und man jetzt noch nicht voraussagen kann, wie sich das Leben auf der Erde entwickeln bzw. wie es in 200'000 Jahren aussehen wird.

2. Was sind Tiefenlager?

Tiefenlager sind Endlager unter der Erde in 600m Tiefe, in denen der Atommüll gelagert wird.

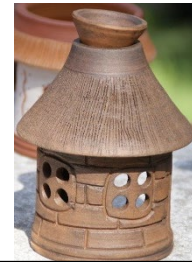
3. Aus einem dieser Stoffe sollte der Boden dieser Tiefenlager bestehen. Beschrifte sie und erkläre, warum diese Gesteinsarten geeignet sind.



Granit



Salz



Ton

Geeignet weil: **Granit ist gut geeignet, da es sehr hart ist. Ton und Salz sind sehr beweglich, weshalb dadurch mit der Zeit Risse und Hohlräume verschlossen werden. Ausserdem haben beide Materialien eine geringe Durchlässigkeit.**

**Auftrag:** Schau dir nun den Film über geologische Tiefenlager an und löse die untenstehenden Aufgaben dazu.

Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=unohutx7-4o>

1. Wie viele Atommüllendlager sind in der Schweiz vorgesehen? Durch was unterscheiden sie sich?

**Es sind zwei separate geologische Tiefenlager vorgesehen: Eines für die Entsorgung der hochaktiven Abfälle, ein weiteres für die schwach- und mitteaktiven Abfälle.**

2. Die Oberflächenanlage kann der jeweiligen Umgebung angepasst werden. Das heisst, dass ein Tiefenlager in einem Industriegebiet, in einer Kiesgrube, im Wald, in einem Hang oder in der offenen Landschaft gebaut werden kann.

Diese Aussage ist wahr.

Diese Aussage ist falsch.



3. Welche Bedingungen müssen die Gesteinsschichten (z.B. der Opalinuston) eines Standortes erfüllen, damit dieser für ein Atommüllendlager in Frage kommt?

**Sie sollten abdichtend wirken (z.B. durch eine geringe Durchlässigkeit).**

**Ausserdem müssen sie ruhig gelagert, ausreichend dick und in einer passenden Tiefenlage vorhanden sein.**

4. Wem verdankt der Opalinuston seinen Namen?
- Dem Entdecker des Opalinuston, der Oskar Opalinus hiess und 1887 geboren wurde.
  - Dem Edelstein Opal, da dieser besonders oft in jenem Ton gefunden wurde.
  - Dem Leitfossil *Leioceras opalinum*, dessen Schale im Ton über 180 Millionen Jahre konserviert wurde.
5. Wie genau funktioniert die Einlagerung der Lagerbehälter? Ordne chronologisch.
- 2 Umladung auf einen Einlagerungsstrolley.
  - 4 Fortlaufende Verfüllung des Stollens mit abdichtendem Tongranulat.
  - 3 Fahrt mit dem Einlagerungsstrolley in den Stollen / Platzierung.
  - 1 Fahrt mit der Stollenbahn zu den unterirdischen Lagerstollen.
6. Durch welche technischen und natürlichen Barrieren ist der Atomabfall langfristig geschützt?
- Technische Barrieren: dickwandiger Lagerbehälter aus Stahl & Stollenverfüllung aus abdichtendem Tonmaterial
  - Natürliche Barrieren: stabile Geologie
7. Werden die Stollen gleich nach der Einlagerung des Atomabfalles endgültig verschlossen?
- Ja       Nein       Wird nicht gesagt.
8. Können die radioaktiven Abfälle wieder zurückgeholt werden?
- Ja       Nein       Wird nicht gesagt.
9. Wie werden die Fässer mit schwach- und mittelaktiven Abfällen angeliefert?
- Sie werden in Transportcontainern aus Stahl mit der Bahn angeliefert.
10. In wie vielen Metern Tiefe befindet sich das Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle?
- In 400 Metern Tiefe

11. Was hat oberste Priorität bei der Entsorgung von radioaktivem Abfall?

Der Schutz von Mensch und Umwelt.

### Atommüllendlager - Standorte

**Auftrag:** Besuche nun die folgende Website und löse die untenstehenden Aufgaben dazu.

Quelle: <https://bit.ly/2NVVB0T>

1. Aufgrund welcher vier Kriterien hat die Nagra die potenziellen Standorte für ein Atommüllendlager ausgewählt?

- Wirksamkeit der Gesteinsbarriere
- Langzeitstabilität
- Zuverlässigkeit der Voraussagen
- Bautechnische Machbarkeit



2. Gibt es mehr hochradioaktiven oder mehr schwach-/mittelaktiven Abfall?

- Es gibt mehr hochradioaktiven Abfall.
- Es gibt mehr schwach- und mittelaktiven Abfall.

3. Das Gesamtvolumen von schwach- und mittelaktivem Abfall, das sich in der Schweiz bereits angesammelt hat, wird auf 100'000 Kubikmeter geschätzt – das entspricht der Grösse der Zürcher Bahnhofshalle.

4. Wie lange strahlen die Abfälle?

Hochradioaktive Materialien strahlen rund 200'000 Jahre lang, schwach- und mittelaktiver Abfall ca. 30'000 Jahre lang.

5. Gibt es in anderen Ländern bereits Tiefenlager für radioaktive Abfälle?

Nein. In Finnland ist derzeit ein geologisches Tiefenlager in Bau, welches 2022 in Betrieb genommen werden soll. In Schweden wird 2019 mit dem Bau begonnen.

6. Wie geht es nun weiter?

- 2017: Bundesrat entscheidet, ob er den Entscheid der Nagra stützt
- 2027: Der Entscheid über den definitiven Standort fällt, danach geht die Vorlage ins Parlament und eventuell auch vor das Volk

## Schatzbox 1 | Atommüllendlager

- 2060: Erste Tiefenlager werden in Betrieb genommen

**Auftrag:** Besuche nun die Websites <http://www.nagra.ch/de/standortgebietehaa.htm> und <http://www.nagra.ch/de/standortgebietesma.htm> und trage in der Tabelle die Standorte ein, die die Nagra für ein Endlager vorschlägt. Finde heraus, welche sechs Standorte ursprünglich geplant waren. Schreibe auch hin, ob sie für hoch- und/oder schwach- und mittelaktive Abfälle geeignet sind, und ob die Nagra vorschlägt, die Untersuchungen an jenem Standort auch in Etappe 3 des Projektes fortzusetzen. Trage ausserdem in der Karte die Standorte ein.



	Name Standort	Hochaktive Abfälle?	Schwache und mittelaktive Abfälle?	Für weitere Untersuchungen in Etappe 3 vorgeschlagen?
1	Zürich Nordost	X	X	ja
2	Nördlich Lägern	X	X	nein
3	Jura Ost	X	X	ja

## Schatzbox 1 | Atommüllendlager

4	Südranden		X	nein
5	Jura-Südfuss		X	nein
6	Wellenberg		X	nein

### Die Reaktion der Bevölkerung

**Auftrag:** Schau dir nun den Film «Endlager: Sorgen im Zürcher Weinland» über die Reaktionen der betroffenen Bevölkerung an und fülle die fehlenden Wörter ein.

Quelle: <https://bit.ly/2uwThGB>

- Der Bauer Jürg Rasi, dessen Bauernhof direkt neben einem der möglichen Standorte für ein Tiefenlager liegt, sagt, dass er **rechtlich** keine Chance hat, etwas dagegen zu unternehmen.
- Der Zürcher Regierungsrat Markus Kägi sagt, dass das Lager am **sichersten** Ort errichtet werden muss.
- Die Schaffhauser Regierungsrätin Ursula Hafner ist erleichtert, dass der Standort **Südranden** nicht mehr in der engeren Auswahl ist.
- Sie ist allerdings besorgt, da die Stadt Schaffhausen **6.5** Kilometer und der **Rheinfall** 5 Kilometer von Zürich Nordost entfernt liegen.
- Beatrice Salce, die Gemeindepräsidentin von Benken ZH, ist gegen ein Tiefenlager in ihrer Nähe, da sie sich um den **Weinanbau** und das Naherholungsgebiet der Region sorgt.

*Ist die ansässige Bevölkerung des Standortes Zürich Nordost eher positiv oder **negativ** gegenüber einem möglichen Tiefenlager in ihrer Nähe eingestellt? Was würdest du davon halten, wenn in der Nähe deines Wohnortes ein geologisches Tiefenlager erstellt würde? Besprich diese Fragen mit einem Partner.*



### Anhang: Bildnachweise / Lizenzen

Die in diesem Unterrichtsmaterial-Dossier verwendeten Bilder stammen von folgenden Quellen:

Seite 1, AKW, Pixabay

Seite 3, Granitsteine, Pixabay

Seite 3, Salz, Pixabay

Seite 3, Tonhaus, Pixabay

Seite 3, Symbol Nukleare Strahlung, Pixabay

Seite 5, Fass Atom, Pixabay

Seite 6, [Karte Schweiz Interlaken](#), Autor: unbekannt, Lizenztyp öffentlich zugänglich (Ausschnitt angepasst)

Seite 7, Atomfässer, Pixabay