

Endlagersuche für hochradioaktive Abfälle  
Rüdiger Mönig – 27. Mai 2021



**ENDLAGER  
SUCHE**

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)

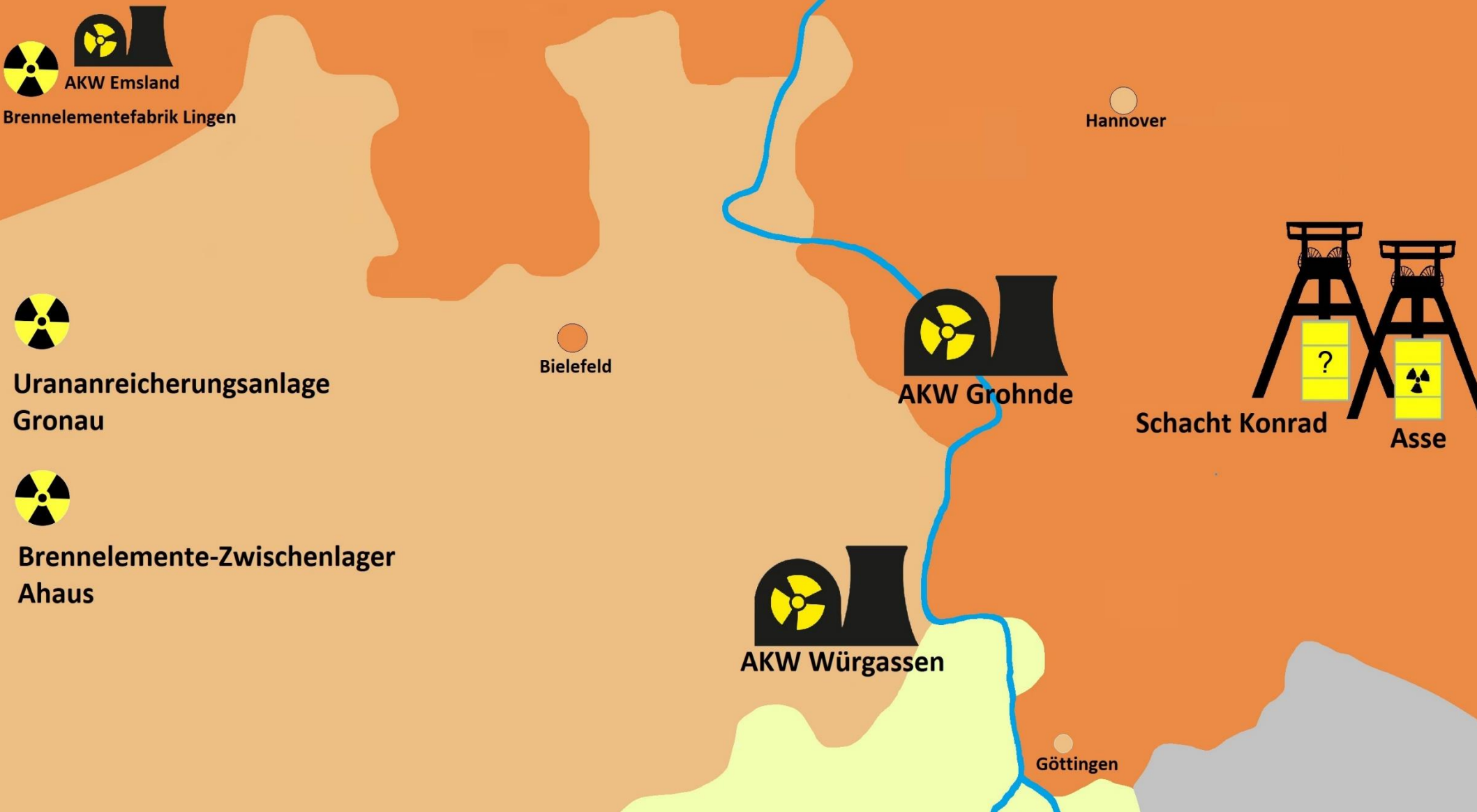
# Menschen vergessen Konsequenzen



**GESICHTER DES UNGLÜCKS**  
**10 JAHRE FUKUSHIMA**



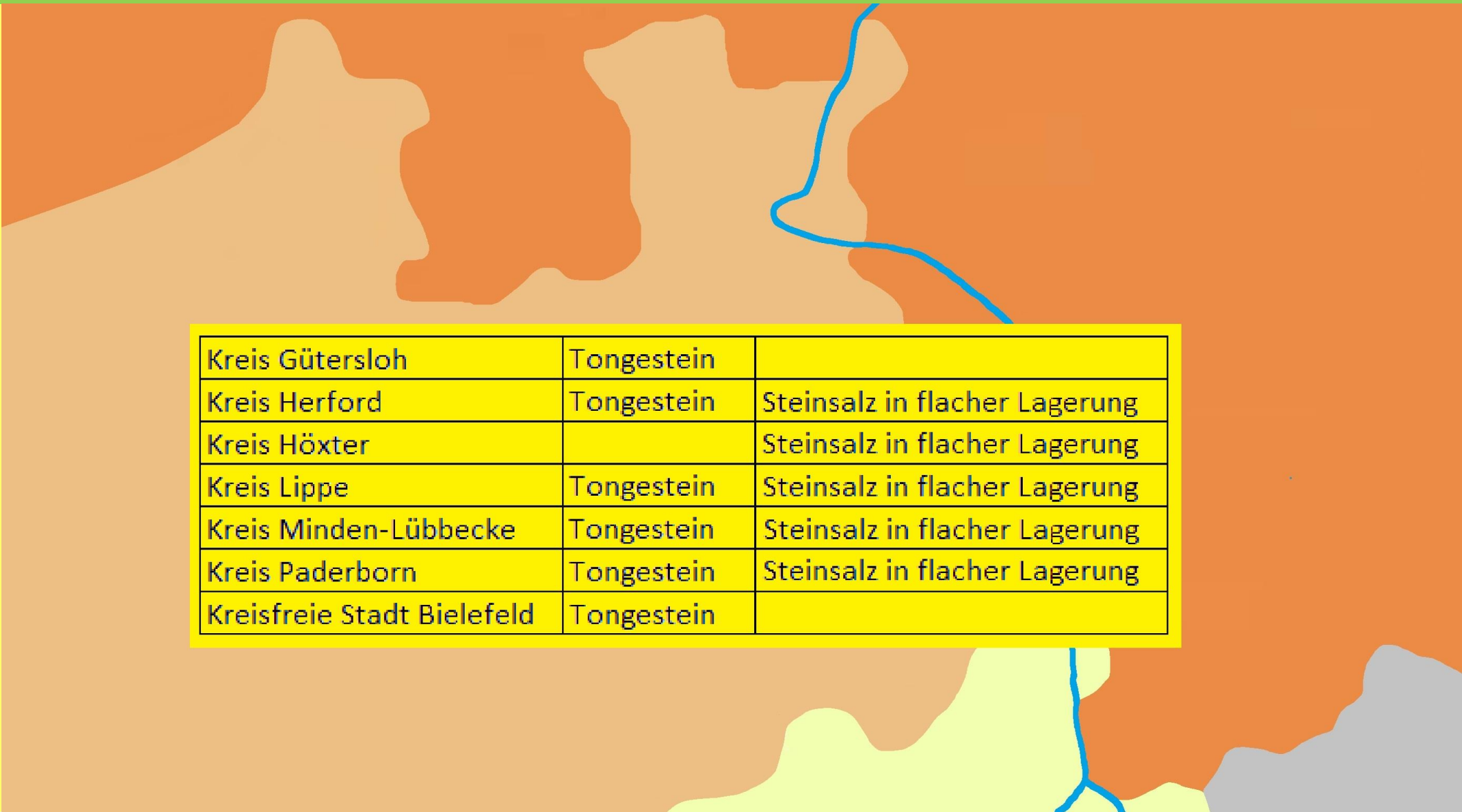
# ATOMREGION



**GREENPEACE**

[www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)

# Teilgebiete in OWL



Kreis Gütersloh	Tongestein	
Kreis Herford	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Höxter		Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Lippe	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Minden-Lübbecke	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Paderborn	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreisfreie Stadt Bielefeld	Tongestein	

# Teilgebiete in OWL (Beispiel Gütersloh)

## Teilgebiete Endlagersuche in OWL

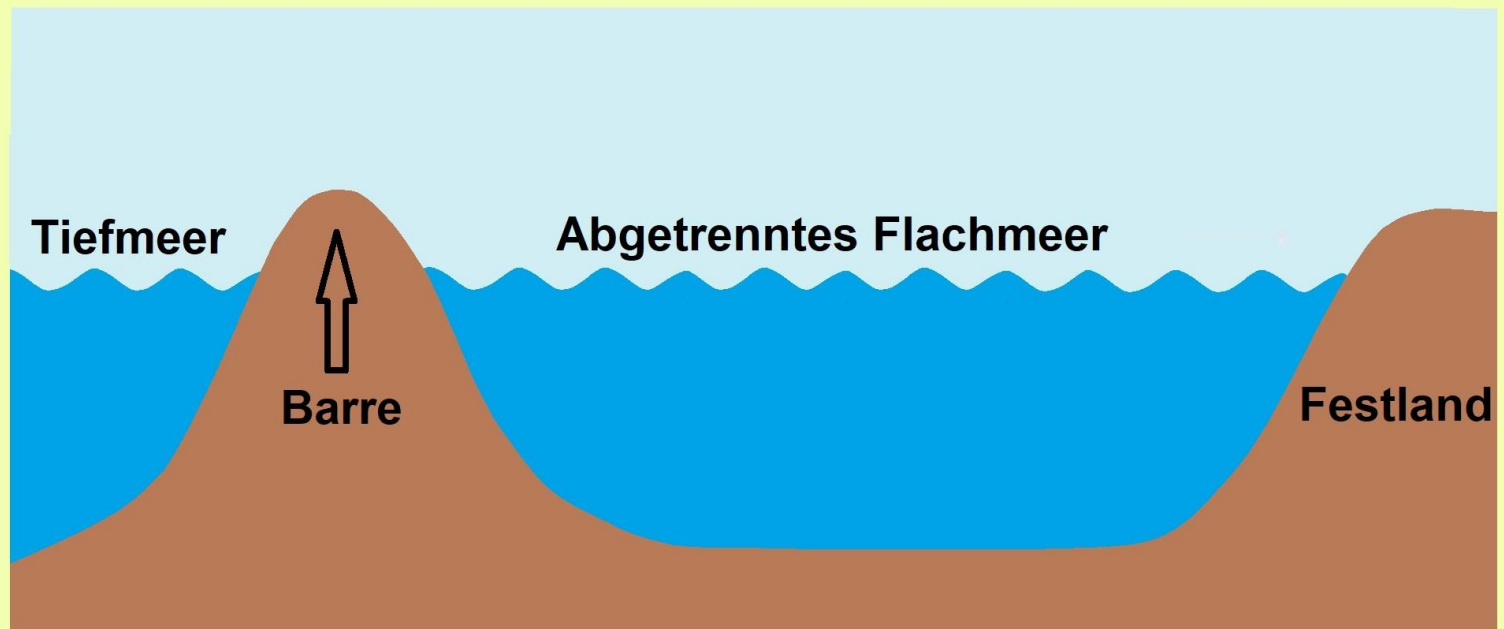


Kreis Gütersloh	Tongestein	
Kreis Herford	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Höxter		Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Lippe	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Minden-Lübbecke	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreis Paderborn	Tongestein	Steinsalz in flacher Lagerung
Kreisfreie Stadt Bielefeld	Tongestein	

# Teilgebiete in OWL – BGE-Liste

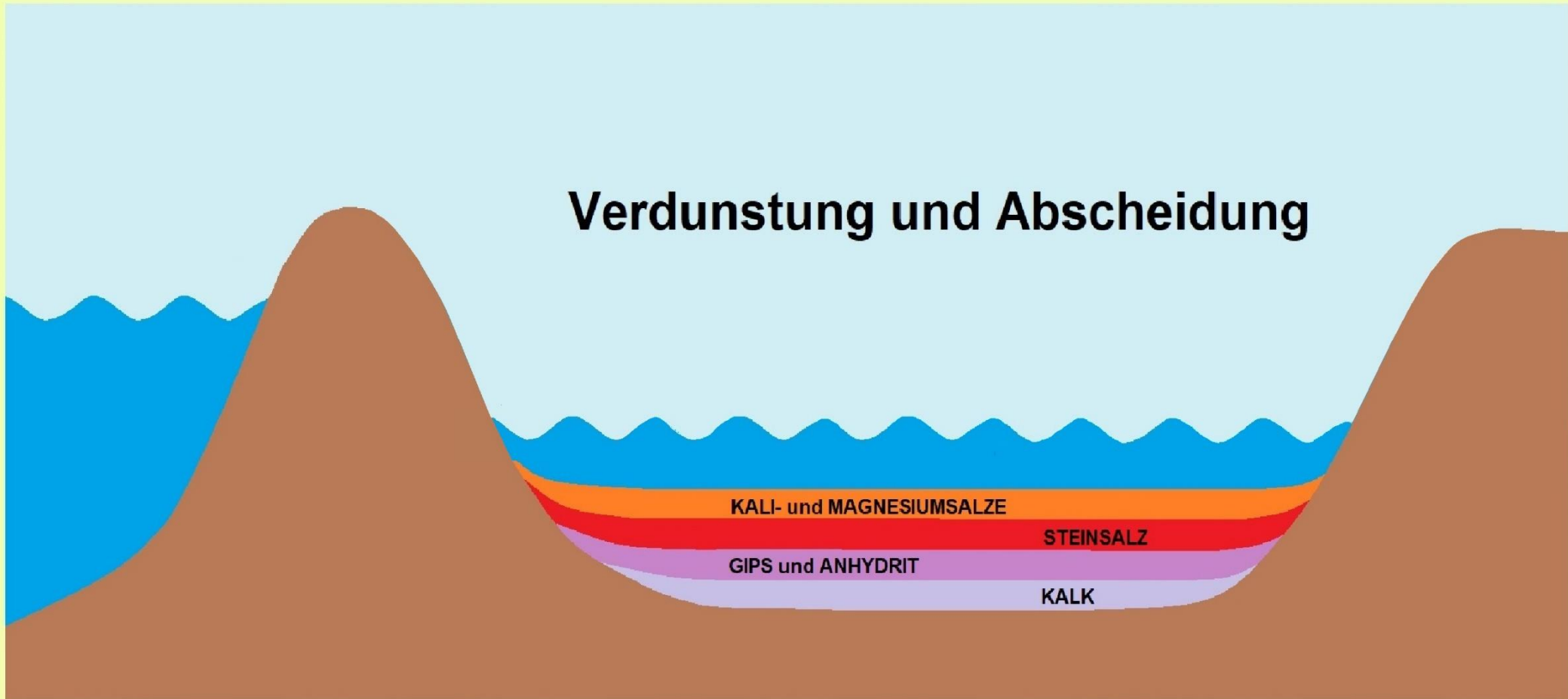
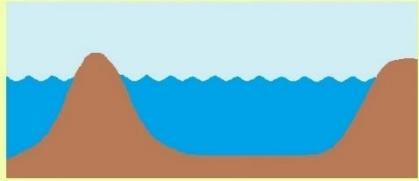
Name Kreis/Stadt	TG_ID	Online-Sprechstunde Stream-URL	Einheit
Kreis Gütersloh	006_00TG_188_00IG_T_f_ju	<a href="https://youtu.be/Q-F30SJMgK8">https://youtu.be/Q-F30SJMgK8</a>	Unterjura (Lias)
Kreis Gütersloh	007_00TG_202_02IG_T_f_kru	<a href="https://youtu.be/sxUTZtg9VJc">https://youtu.be/sxUTZtg9VJc</a>	Unterkreide
Kreis Gütersloh	008_02TG_204_02IG_T_f_kro	<a href="https://youtu.be/E1SlahLbRuA">https://youtu.be/E1SlahLbRuA</a>	Oberkreide
Kreis Herford	005_00TG_055_00IG_T_f_jm	<a href="https://youtu.be/_QqNbbFoTt4">https://youtu.be/_QqNbbFoTt4</a>	Mittlerer Jura (Dogger)
Kreis Herford	006_00TG_188_00IG_T_f_ju	<a href="https://youtu.be/Q-F30SJMgK8">https://youtu.be/Q-F30SJMgK8</a>	Unterjura (Lias)
Kreis Herford	078_04TG_197_04IG_S_f_z	<a href="https://youtu.be/ENovV1DivYE">https://youtu.be/ENovV1DivYE</a>	Zechstein
Kreis Höxter	078_04TG_197_04IG_S_f_z	<a href="https://youtu.be/ENovV1DivYE">https://youtu.be/ENovV1DivYE</a>	Zechstein
Kreis Lippe	006_00TG_188_00IG_T_f_ju	<a href="https://youtu.be/Q-F30SJMgK8">https://youtu.be/Q-F30SJMgK8</a>	Unterjura (Lias)
Kreis Lippe	007_00TG_202_02IG_T_f_kru	<a href="https://youtu.be/sxUTZtg9VJc">https://youtu.be/sxUTZtg9VJc</a>	Unterkreide
Kreis Lippe	008_02TG_204_02IG_T_f_kro	<a href="https://youtu.be/E1SlahLbRuA">https://youtu.be/E1SlahLbRuA</a>	Oberkreide
Kreis Lippe	078_04TG_197_04IG_S_f_z	<a href="https://youtu.be/ENovV1DivYE">https://youtu.be/ENovV1DivYE</a>	Zechstein
Kreis Lippe	kein Teilgebiet		Mittlerer Muschelkalk
Kreis Minden-Lübbecke	005_00TG_055_00IG_T_f_jm	<a href="https://youtu.be/_QqNbbFoTt4">https://youtu.be/_QqNbbFoTt4</a>	Mittlerer Jura (Dogger)
Kreis Minden-Lübbecke	006_00TG_188_00IG_T_f_ju	<a href="https://youtu.be/Q-F30SJMgK8">https://youtu.be/Q-F30SJMgK8</a>	Unterjura (Lias)
Kreis Minden-Lübbecke	007_00TG_202_02IG_T_f_kru	<a href="https://youtu.be/sxUTZtg9VJc">https://youtu.be/sxUTZtg9VJc</a>	Unterkreide
Kreis Minden-Lübbecke	077_00TG_192_00IG_S_f_jo	<a href="https://youtu.be/OaxpXPEmPn4">https://youtu.be/OaxpXPEmPn4</a>	Malm
Kreis Minden-Lübbecke	078_04TG_197_04IG_S_f_z	<a href="https://youtu.be/ENovV1DivYE">https://youtu.be/ENovV1DivYE</a>	Zechstein
Kreis Minden-Lübbecke	kein Teilgebiet		Mittlerer Muschelkalk
Kreis Paderborn	007_00TG_202_02IG_T_f_kru	<a href="https://youtu.be/sxUTZtg9VJc">https://youtu.be/sxUTZtg9VJc</a>	Unterkreide
Kreis Paderborn	008_02TG_204_02IG_T_f_kro	<a href="https://youtu.be/E1SlahLbRuA">https://youtu.be/E1SlahLbRuA</a>	Oberkreide
Kreis Paderborn	078_04TG_197_04IG_S_f_z	<a href="https://youtu.be/ENovV1DivYE">https://youtu.be/ENovV1DivYE</a>	Zechstein
Kreisfreie Stadt Bielefeld	005_00TG_055_00IG_T_f_jm	<a href="https://youtu.be/_QqNbbFoTt4">https://youtu.be/_QqNbbFoTt4</a>	Mittlerer Jura (Dogger)
Kreisfreie Stadt Bielefeld	006_00TG_188_00IG_T_f_ju	<a href="https://youtu.be/Q-F30SJMgK8">https://youtu.be/Q-F30SJMgK8</a>	Unterjura (Lias)
Kreisfreie Stadt Bielefeld	007_00TG_202_02IG_T_f_kru	<a href="https://youtu.be/sxUTZtg9VJc">https://youtu.be/sxUTZtg9VJc</a>	Unterkreide
Kreisfreie Stadt Bielefeld	008_02TG_204_02IG_T_f_kro	<a href="https://youtu.be/E1SlahLbRuA">https://youtu.be/E1SlahLbRuA</a>	Oberkreide

# Bildung Salzlagerstätte



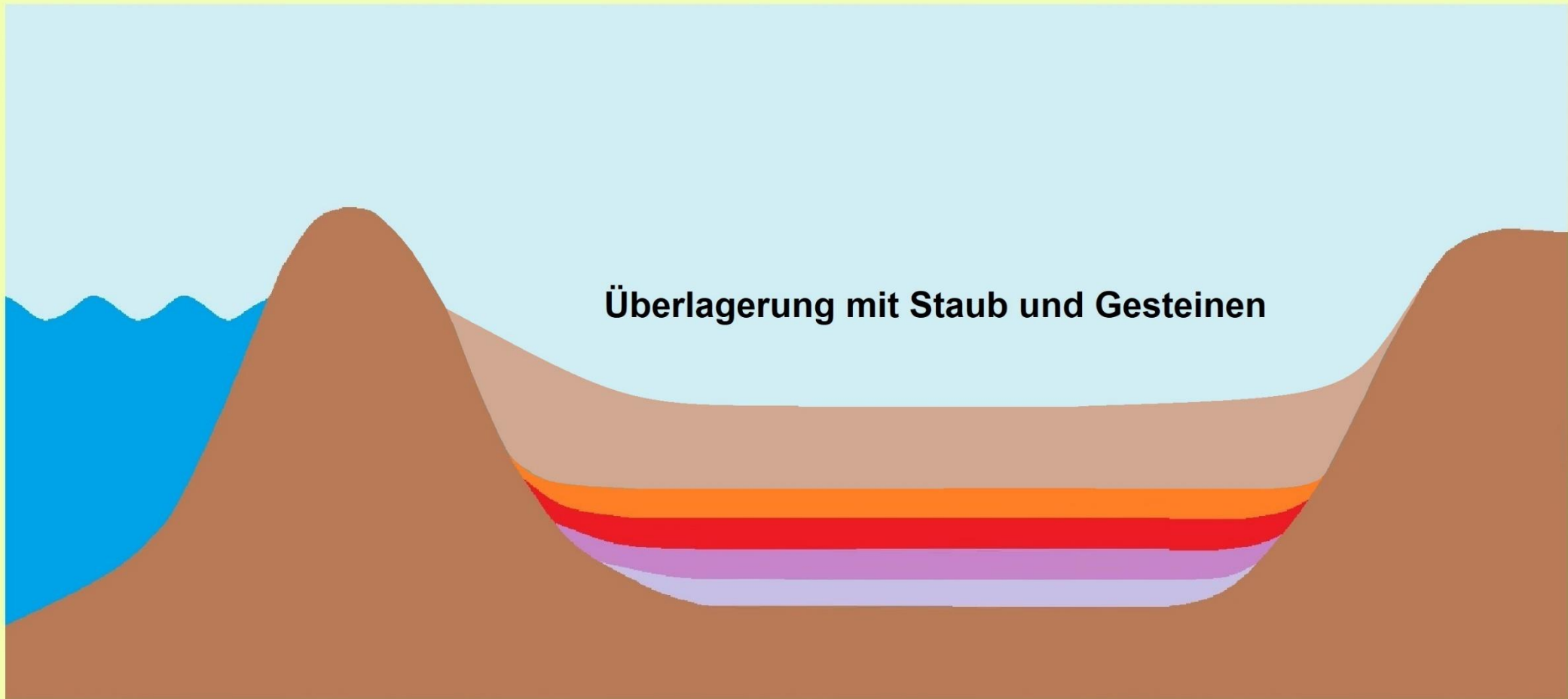
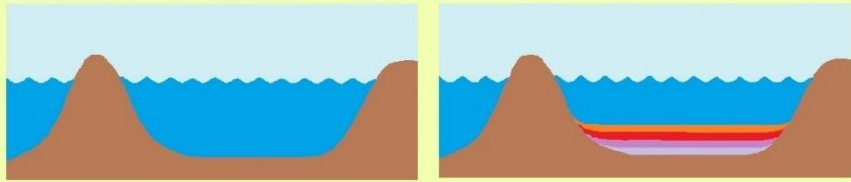
# Bildung Salzlagerstätte

## Verdunstung und Abscheidung

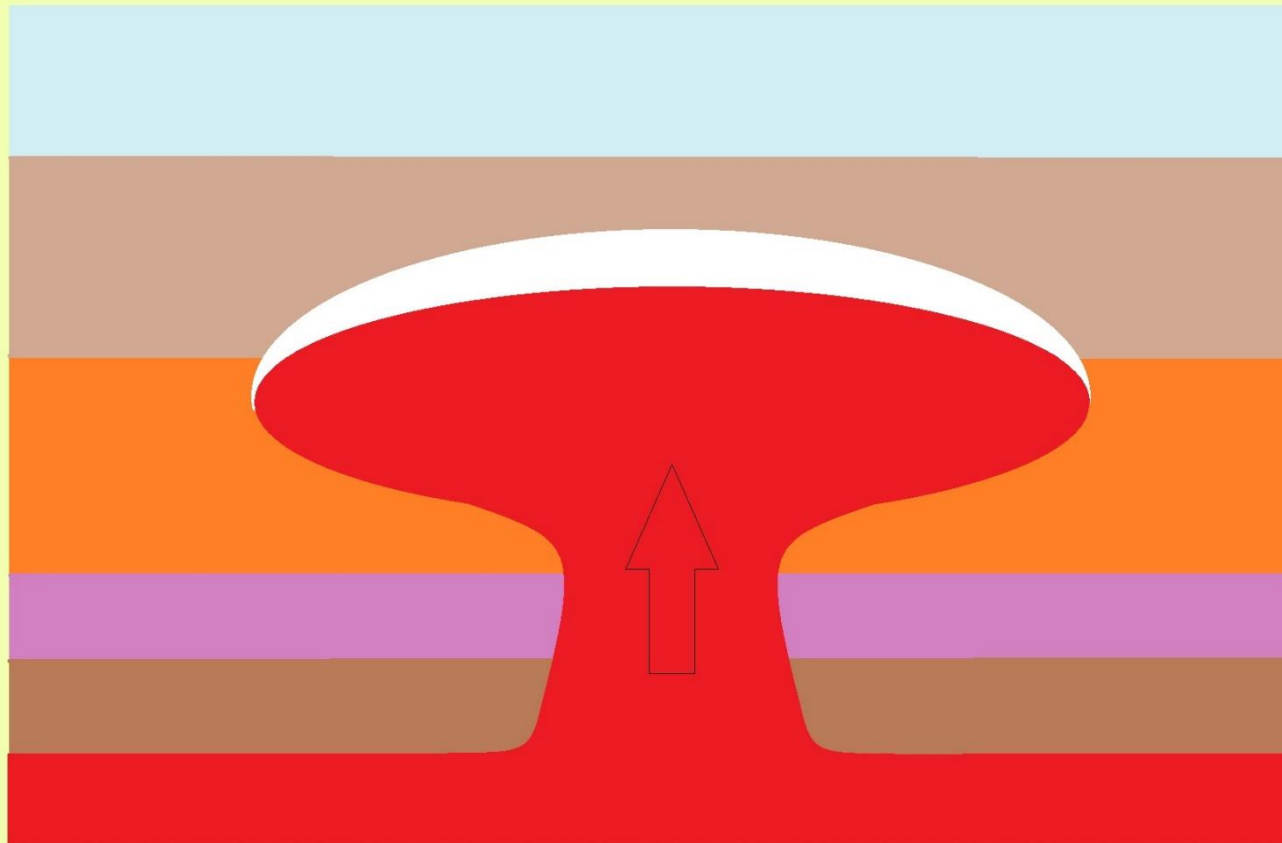
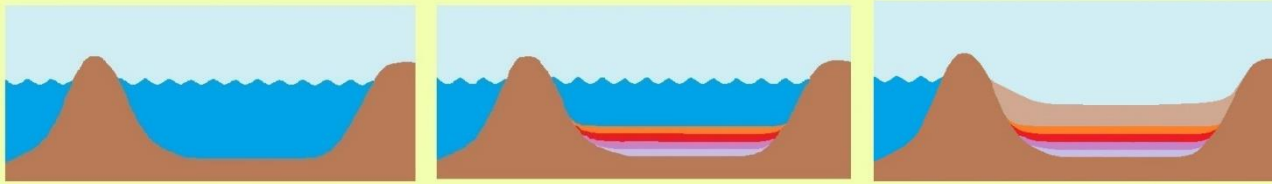




## Bildung Salzlagerstätte



## Bildung Salzlagerstätte



Kalium- und Magnesiumsalze  
z.B. Sylvin ( $\text{KCl}$ )  
Carnallit ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ )  
Bischofit ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ )  
Kieserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

STEINSALZ

$\text{NaCl}$

GIPS

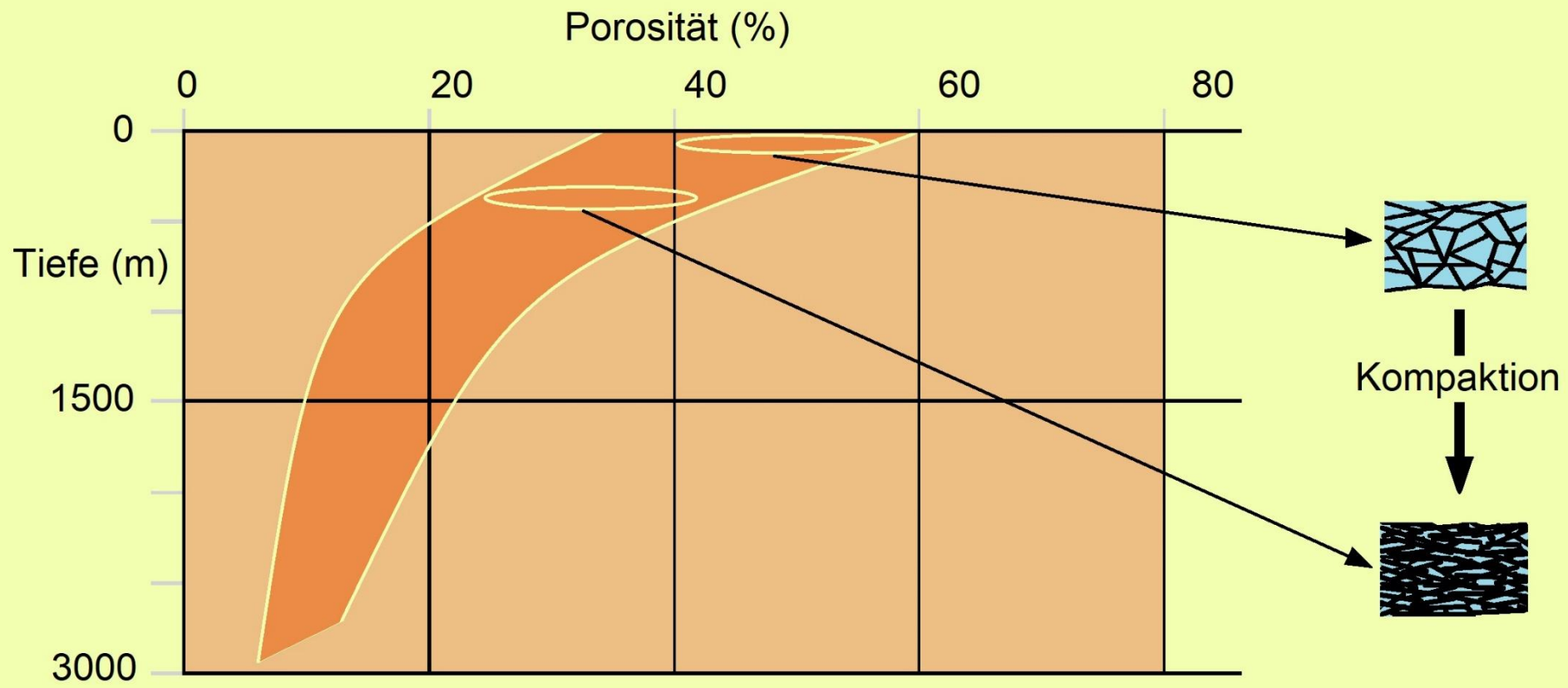
$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

ANHYDRIT

$\text{CaSO}_4$

Quelle: [www.spektrum.de/lexikon/geographie/](http://www.spektrum.de/lexikon/geographie/)

# Porositätsänderungen von Ton bei der Verfestigung



# Mögliche Endlagerwirtsgesteine:

**Steinsalz:**

- + hohe Temperaturleitfähigkeit
- + viskoses Verformungsverhalten
- hohe Löslichkeit
- sehr geringes Sorptionsverhalten

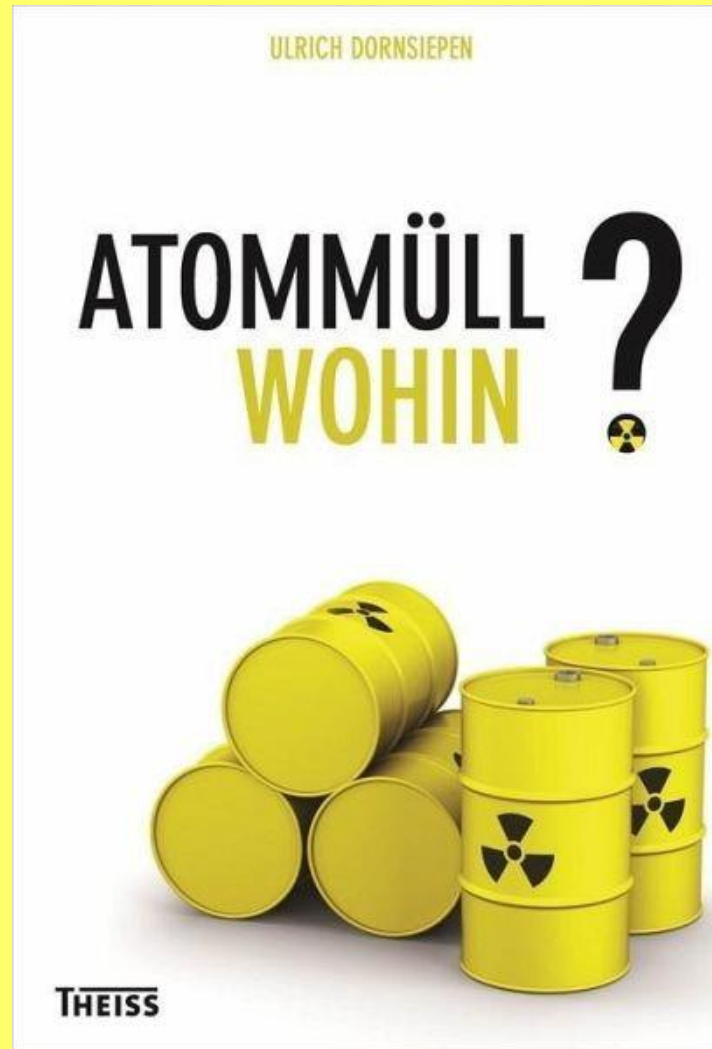
**Ton / Tonstein:**

- + geringe Durchlässigkeit
- + geringes Lösungsverhalten
- geringe Temperaturbelastbarkeit
- geringe Festigkeit

**Kristallingestein (z.B. Granit):**

- + hohe Festigkeit
- + sehr geringes Lösungsverhalten
- häufig zerklüftet, somit Wasserdurchlässig

# Geologie verständlich!

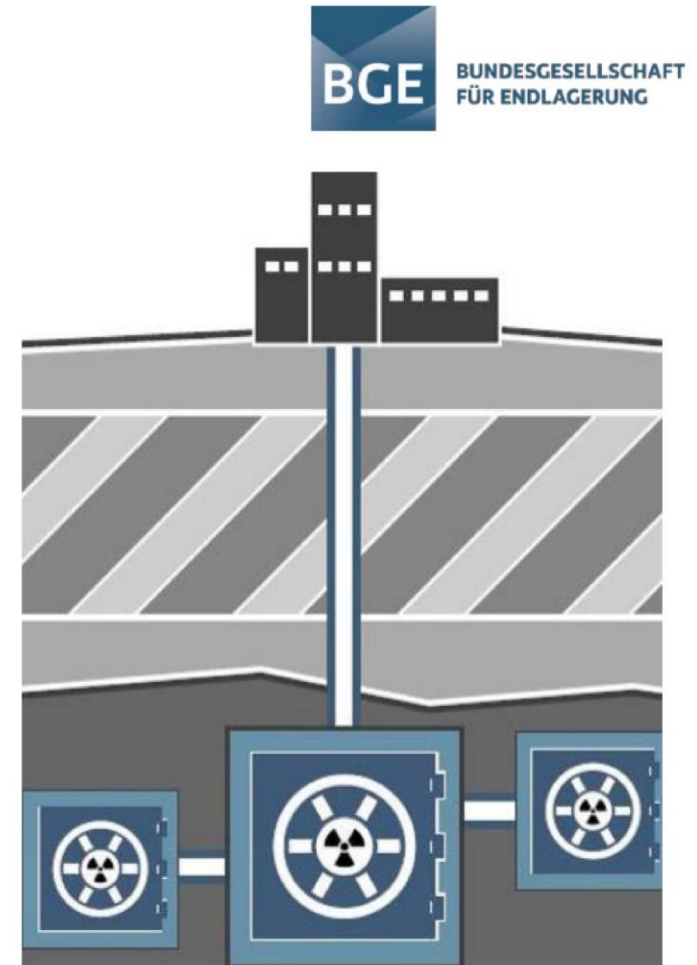


**GREENPEACE**

[www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)

## Was ist das Ziel?

- Standort in der Bundesrepublik Deutschland
- tiefengeologische Lagerung
- bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren
- Rückholbarkeit während des Betriebes
- Bergbarkeit für 500 Jahre nach Verschluss des Bergwerkes
- wissenschaftsbasiertes und transparentes Auswahlverfahren
- selbsthinterfragendes Verfahren und lernende Organisation



Quelle: BGE

# Ausschlusskriterien



Großräumige  
Vertikalbewegungen



Aktive Störungszonen



Einflüsse aus  
gegenwärtiger oder früherer  
bergbaulicher Tätigkeit



Seismische Aktivität

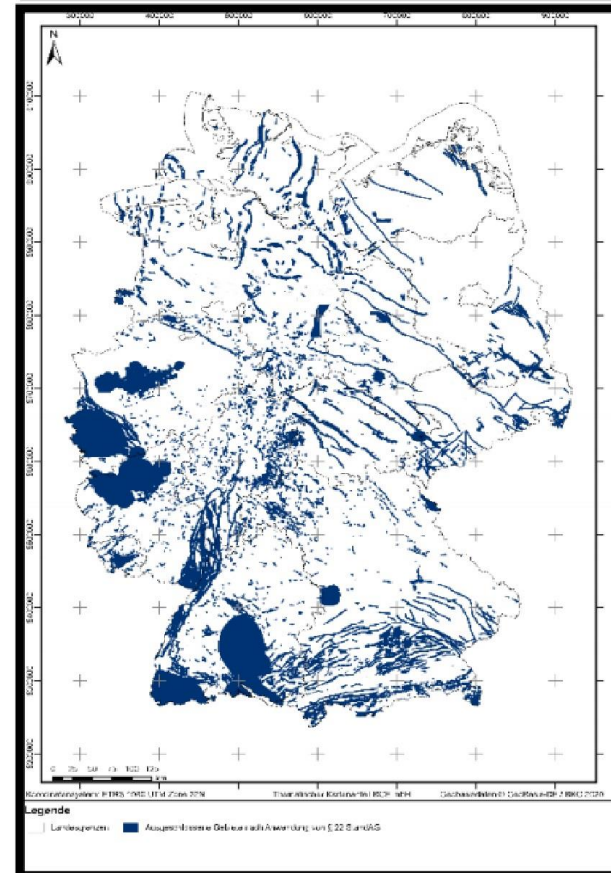


Vulkanische Aktivität



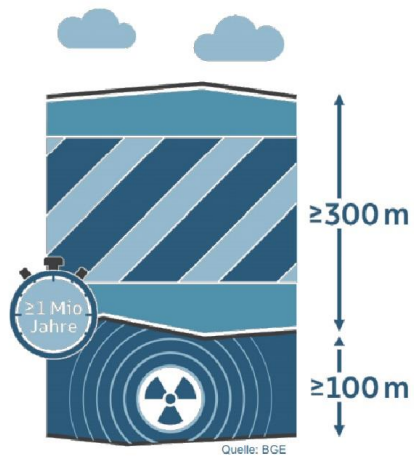
Grundwasseralter

## Ausgeschlossene Gebiete



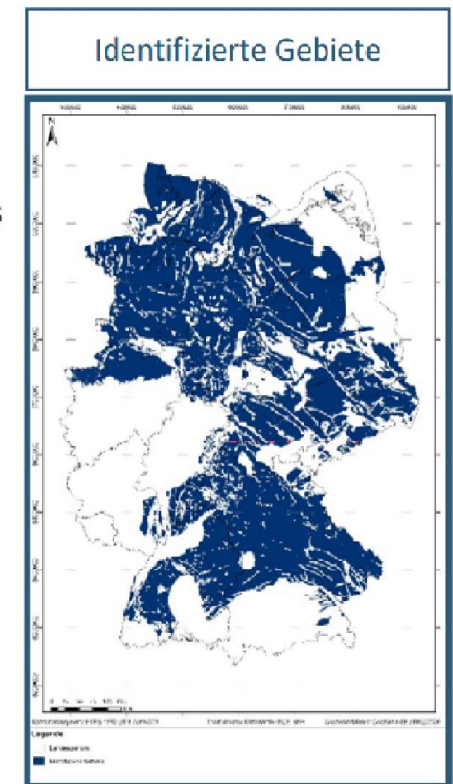
# Mindestanforderungen

## Mindestanforderungen § 23 StandAG



1. Geringe Gebirgsdurchlässigkeit von  $10^{-10}$  m/s
2. Mächtigkeit mindestens 100 Meter<sup>1</sup>
3. Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs muss mindestens 300 Meter unter der Geländeoberfläche liegen
4. Geeignete Ausdehnung in Fläche
5. Erhalt der Barrierewirkung für 1 Million Jahre

<sup>1</sup> für Steinsalz in steiler Lagerung und Kristallin gelten besondere Anforderungen



Quelle: BGE

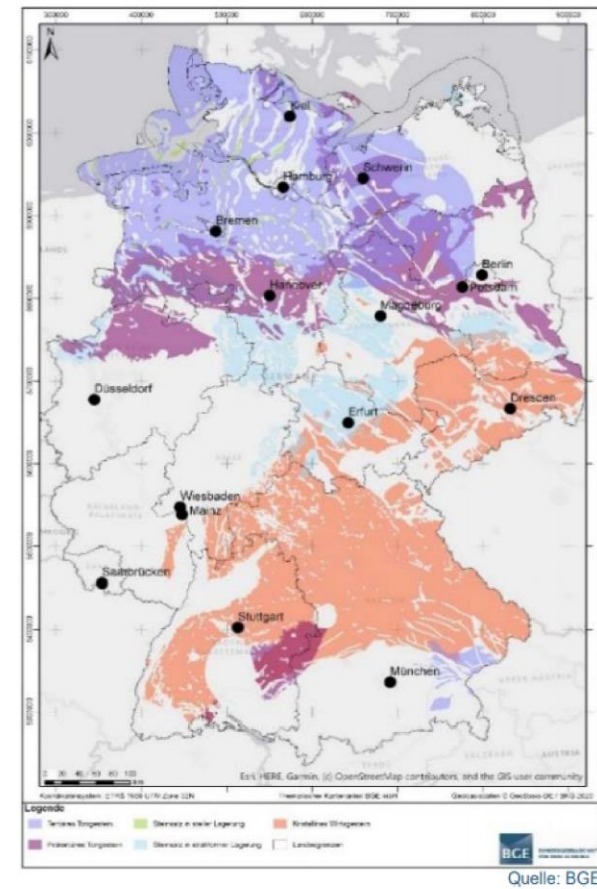


# Ausgewiesene Teilgebiete

## Ergebnisse Schritt 1 (§ 13 StandAG)



Wirtsgestein	Anzahl identifizierte Gebiete	Anzahl Teilgebiete	Fläche Teilgebiete (km <sup>2</sup> )
Tongestein	12	9	129 639
Steinsalz, davon			
– stratiforme Lagerung	23	14	28 415
– steile Lagerung	139	60	2 034
Steinsalz gesamt	162	74	30 450
kristallines Wirtsgestein	7	7	80 786
<b>gesamt</b>	<b>181</b>	<b>90</b>	<b>240 874</b>
Anteil an Bundesfläche			rd. 54 %



# NBG – Gutachten Wirtsgestein Kristallin

(Prof. Dr. Jan Behrmann)

Teilgebiet „013\_00TG\_195\_K\_g\_MO“ im Böhmischem Massiv

## **Aus der Bewertung:**

*Das Zustandekommen der Gesamtbewertung wirft jedoch Fragen auf.*

*Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse als „günstig“ ist anhand der Bewertungslage der einzelnen Indikatoren nicht nachvollziehbar!*

## **Aus den Handlungsempfehlungen:**

*Es sollte geprüft werden, ob der Zuschnitt des Teilgebiets in allen Bereichen aus den Punktdaten richtig erfolgt ist.*

*Für die Gewinnung entscheidungsrelevanter Daten aus dem betrachteten Teilgebiet wird bereits in diesem frühen Stadium vorgeschlagen weitergehende Untersuchungen in den zwei häufigsten Wirtsgesteinen, nämlich Gneis und Granit zu beginnen.*

# NBG – Gutachten Wirtsgestein Salz

(Dr. Michael Weber)

Salzstock Gorleben (kein Teilgebiet „020\_00IG\_S\_s\_z“) im Vergleich mit Salzstock Waddekath (Teilgebiet „062\_00TG\_146\_S\_s\_z“)

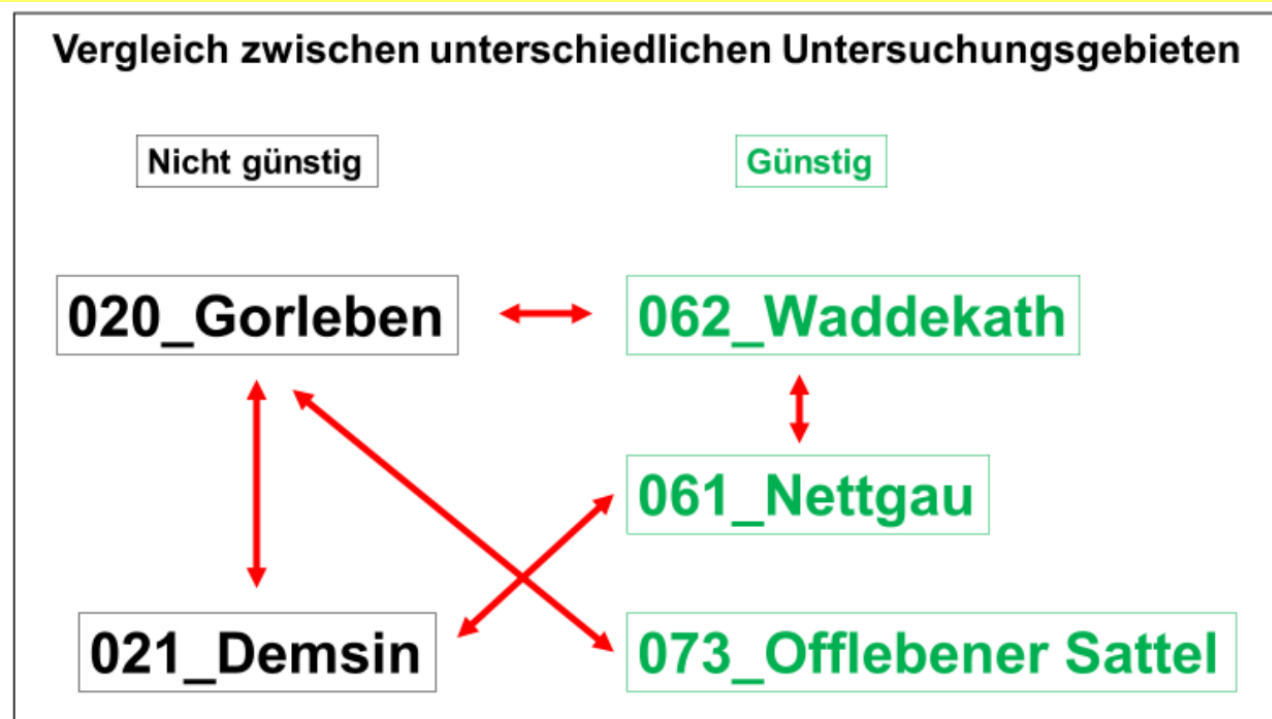
## Überprüfung auf Konsistenz der Vergleiche zwischen zwei Salzstöcken:

„**Gorleben** wird bei Kriterium 11 (Schutz des einschlusswirksamer Gebirgsbereich durch das Deckgebirge) 3 **ungünstig** bewertet, da dieses Gebiet nur gering mächtige Überdeckung besitzt und in Kontakt mit quartären Ablagerungen steht, welche als nicht grundwasserhemmend angesehen werden.“

**Waddekath** wird bei K11 **bedingt günstig** bewertet, da zwar Nachweise zu Störungen innerhalb des identifizierten Gebietes vorhanden sind, jedoch ist zu diesem Zeitpunkt im Verfahren keine hydraulische Wirksamkeit auf den einschlusswirksamen Gebirgsbereich bzw. das identifizierte Gebiet anzunehmen.“

# NBG – Gutachten Wirtsgestein Salz

(Dr. Michael Weber)

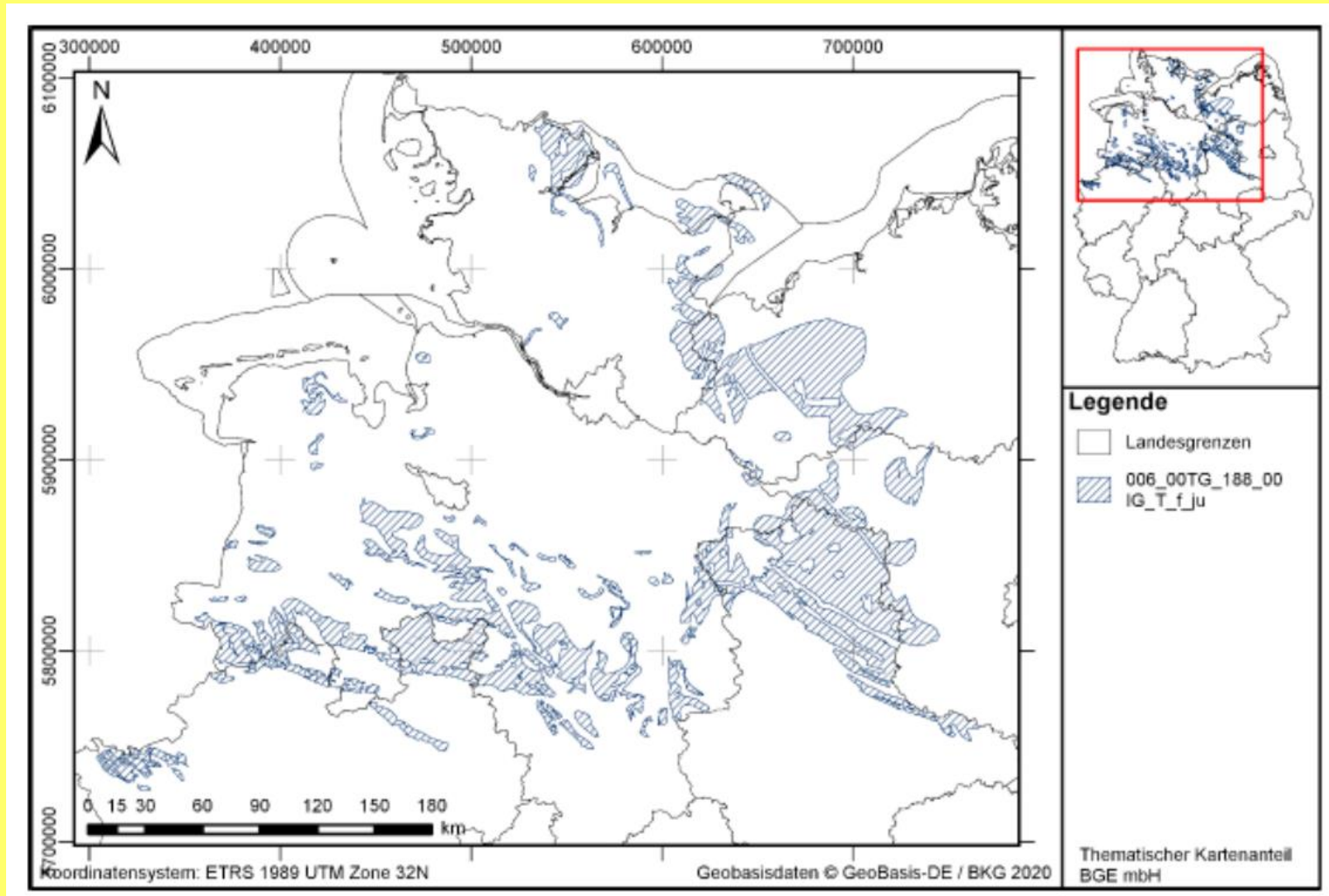


„Für die hier betrachteten fünf Salzstöcke sind nur Kriterium 2 (Konfiguration der Gesteinskörper) und Kriterium 11 (Schutzes des ewGs durch das Deckgebirge) teilweise unterschiedlich. Beide Kriterien basieren auf gebietsspezifischen Daten.

Die Argumentation ist plausibel und nachvollziehbar. **Eine weitergehende detaillierte Beurteilung wird z.B. erst mit (Bohr)-Proben möglich sein.** Im momentanen Stand des Verfahrens ist die Vorgehensweise plausibel.“

# NBG – Gutachten Wirtsgestein Ton (Dr. Jürgen Grötsch)

Norddeutsches Becken (Teilgebiet Tonstein: 006\_00TG\_188\_OOIG\_T\_f\_ju)



# NBG – Gutachten Wirtsgestein Ton

(Dr. Jürgen Grötsch)

Norddeutsches Becken (Teilgebiet Tonstein: 006\_00TG\_188\_OOIG\_T\_f\_ju)

## Aus der Bewertung:

*Teils stehen Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftliche Abwägungskriterien in Abhängigkeit. Dies ist mitunter **schwer nachvollziehbar**, wie das Beispiel Mindestanforderung an minimale Teufe und geowissenschaftliches Abwägungskriterium „Deckgebirge“ zeigt.*

*Es ist zu begrüßen, dass zum heutigen Stand der Evaluierung keine Rangfolge bei den Teilgebieten angegeben wird. Die Analyse zum Teilgebiet Wirtsgestein Ton hat bestätigt, dass eine solche Rangfolge, trotz der gemeinsam verwendeten Kriterienbündel, **zu diesem Zeitpunkt des Projektes noch nicht erfolgen kann.***

## Aus den Empfehlungen:

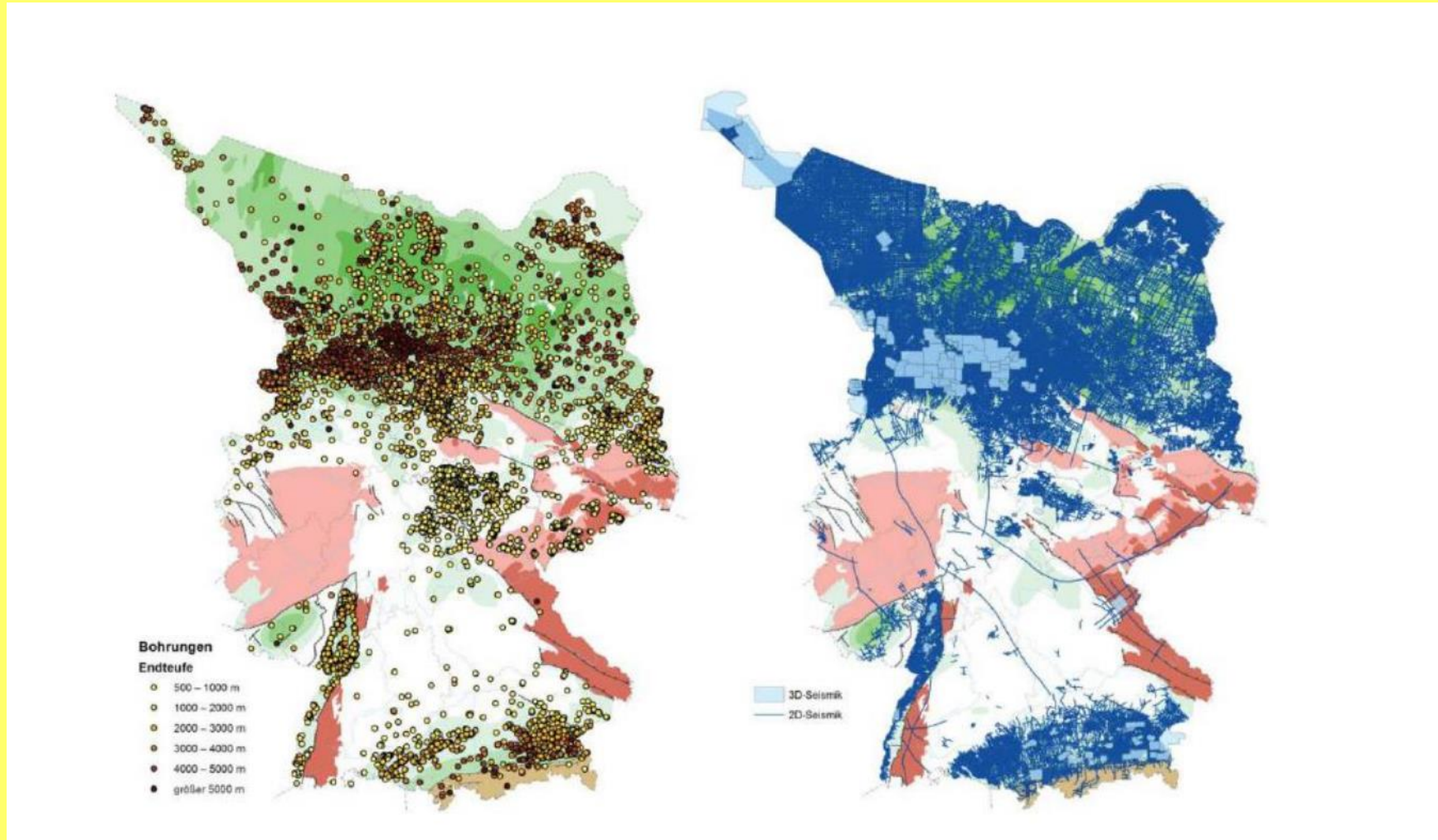
Eine weiter **verbesserte Datengrundlage** ist zu schaffen, für deren Harmonisierung zu sorgen und deren **digitale Verfügbarkeit** sicherzustellen.

Es sollten effektive Evaluierungsprozesse zu Untergrundstudien und **Vorgaben zur Methodik von neuen 3D Modellierungsstudien** innerhalb und außerhalb der BGE eingeführt werden, da zu erwarten ist, dass die BGE nicht alle Studien mit dem beschränkt zur Verfügung stehenden Personal selbst durchführen kann.

# NBG – Gutachten Wirtsgestein Ton (Dr. Jürgen Grötsch)

**Tiefenbohrungen:**

**2D und 3D Seismik:**

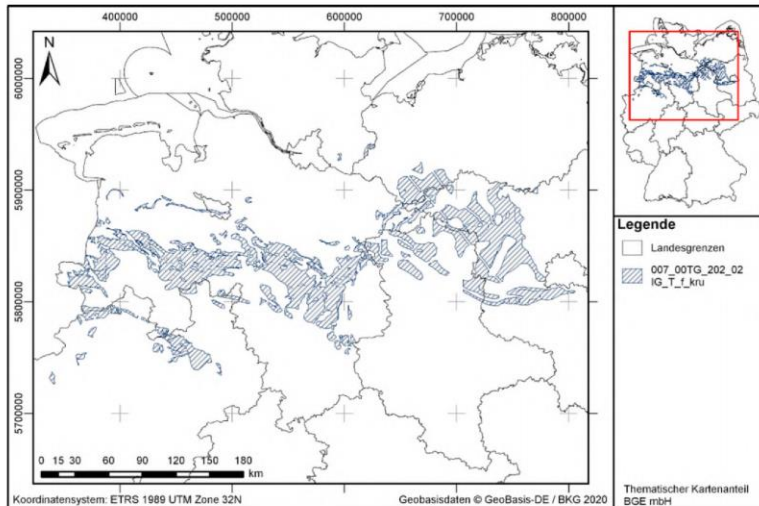






# Ton – Teilgebiet 007

Teilgebiet 007\_00TG\_202\_02IG\_T\_f\_kru



**Unterkreide mit Wirtsgestein Tongestein**

**Gesamtfläche: 14.914 km<sup>2</sup>**

**Basisfläche in Teufenlage von 400 bis 1500 m unter GOK**

**Es wird eine günstige geologische Gesamtsituation für die sichere Einlagerung radioaktiver Abfälle erwartet.**

**"Die Fläche des identifizierten Gebiets erscheint ausreichend groß, um einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich von 10 km<sup>2</sup> in einem Bereich ohne beeinträchtigende strukturelle Komplikationen im Deckgebirge zu realisieren."**

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien <sup>3</sup> (Anlagen 1 bis 11 (zu § 24) StandAG)		
Ergebnis der zusammenfassenden Bewertung:		
	Indikator	Bewertungen:
günstig	Kriterium 1	■■■■■
günstig	Kriterium 2	■■■■■
günstig	Kriterium 3	■■■■■
günstig	Kriterium 4	■■■■■
nicht günstig	Kriterium 5	■
günstig	Kriterium 6	■■■■■
günstig	Kriterium 7	■
günstig	Kriterium 8	■■■■■
günstig	Kriterium 9	■■■■■
günstig	Kriterium 10	■■■■■
bedingt günstig	Kriterium 11	■■■■■

günstig ■
bedingt günstig ■
weniger günstig ■
nicht günstig ■
nicht anwendbar ■

**Kriterium 1:** Bewertung des Transportes radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich (Anlage 1 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 2:** Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper (Anlage 2 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 3:** Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit (Anlage 3 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 4:** Bewertung der langfristigen Stabilität der günstigen Verhältnisse (Anlage 4 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 5:** Bewertung der günstigen gebirgsmechanischen Eigenschaften (Anlage 5 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 6:** Bewertung der Neigung zur Bildung von Fluidwegsamkeiten (Anlage 6 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 7:** Bewertung der Gasbildung (Anlage 7 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 8:** Bewertung der Temperaturverträglichkeit (Anlage 8 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 9:** Bewertung des Rückhaltevermögens im einschlusswirksamen Gebirgsbereich (Anlage 9 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 10:** Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse (Anlage 10 (zu § 24) StandAG)

**Kriterium 11:** Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge (Anlage 11 (zu § 24) StandAG)

**Gebietsspezifisch bewertete Kriterien: 2, 3, 4 und 11**



# Referenzdatensätze nicht Stand von Wissenschaft und Technik!

- Basierend auf dem vorhandenen „Datens(ch)atz“ ist im Verfahren alles unvoreingenommen, praktikabel, nachvollziehbar und fachlich vertretbar durchgeführt worden
- Theoretische Bedeutung der Referenzdatensätze im Verfahren außerordentlich hoch, durch deren pauschalen Einsatz jedoch praktisch ohne Einfluss (daraus resultieren sehr große Teilgebiete)
- Datendichte ist in Deutschland sehr unterschiedlich, aber deren Verfügbarkeit wurde nicht differenziert belegt
- Regionalgeologische oder stratigrafische Differenzierung bei der Herleitung der Referenzdatensätze der Wirtsgesteinstypen fehlt
- Referenzdatensätze sollten basierend auf wirtsgesteinsspezifischer Datenbank auf den aktuellen Stand der Wissenschaft gebracht, und die generelle Datenlage kritisch beurteilt werden

*Michael Kühn (Sachverständiger im Auftrag des NBG)*

# Empfehlungen zum weiteren Verfahren

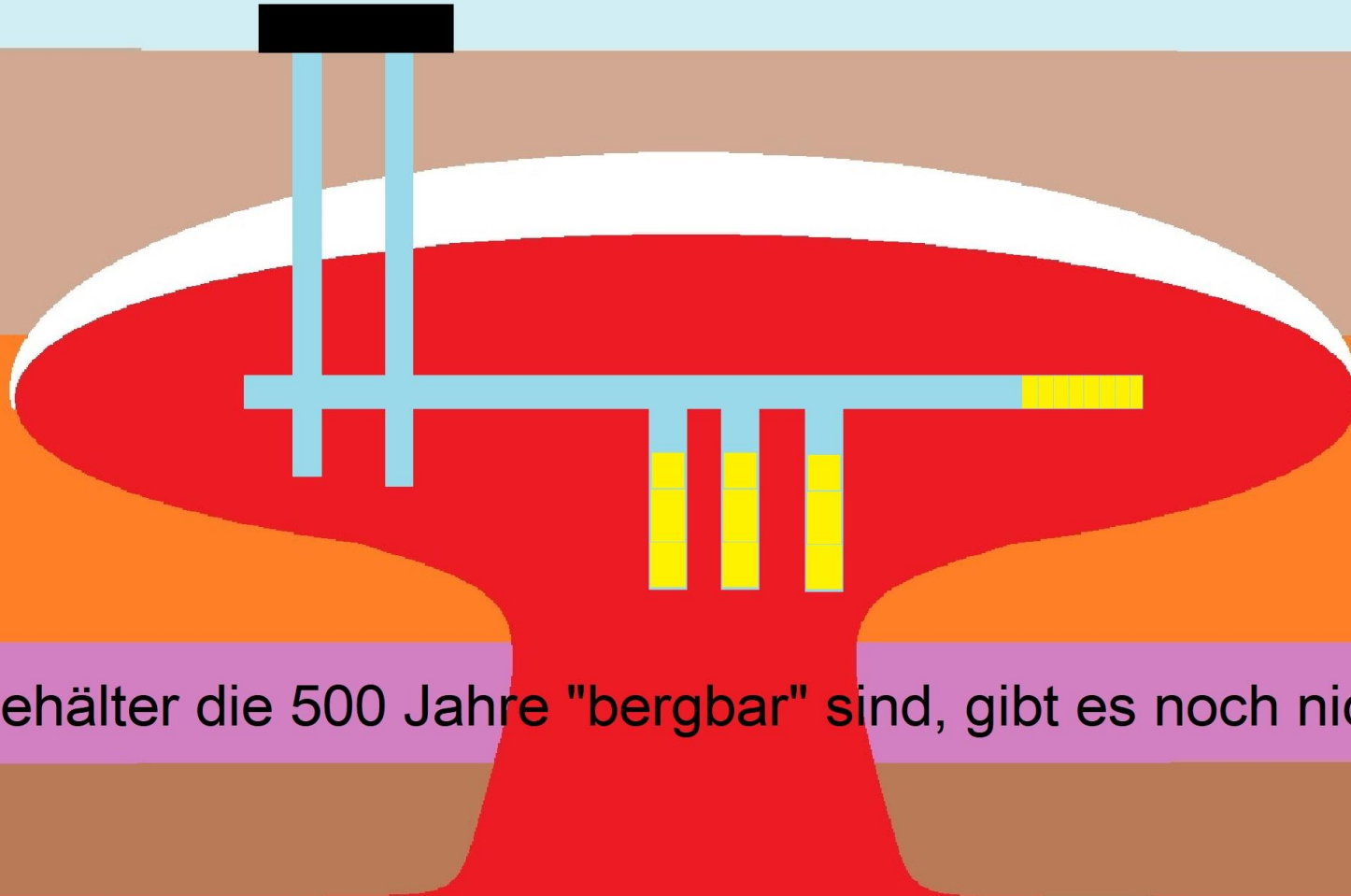
- Fachöffentliche Rezension der Referenzdatensätze, um
  - verfügbare Literaturbasis zu prüfen, zu erweitern und zu vervollständigen
  - neue Referenzdatensätze zu erstellen
- Durchlauf der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien zur Ermittlung der Standortregionen (Phase I, Schritt 2) mit den neuen Referenzdatensätzen
- Berücksichtigung der
  - Ergebnisse der Fachkonferenz Teilgebiete,
  - Stellungnahmen der Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe sowie
  - Empfehlungen aus NBG-Gutachten



*Michael Kühn (Sachverständiger im Auftrag des NBG)*

# ENDLAGERBERGWERK

Offene Fragen Probleme: z.B. Streckenlagerung oder Bohrlochlagerung?

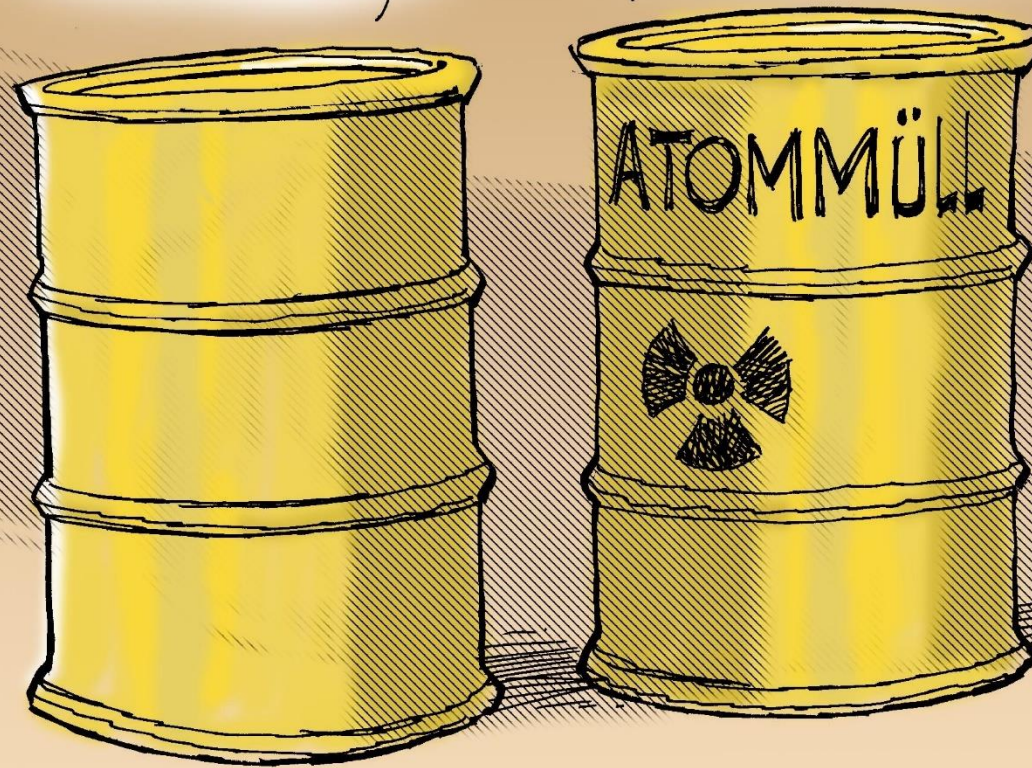


Behälter die 500 Jahre "bergbar" sind, gibt es noch nicht!

# Wissenschaft oder Politik?

WIE LIEF  
ES DENN  
IN BAYERN?

SCHLECHT! KEINE  
AUFENTHALTS-  
ERLAUBNIS!



ATOM  
12.11.  
15

GREENPEACE

[www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)