

Geologie, Verfahrensschritte und Sicherheit

Ulm, 27.10.2019

Michael Mehnert

endlagerdialog.de

Standortsuche auf der sog. Weißen Landkarte

Akteure

BGE (Bundesgesellschaft für Endlagerung)

BfE (Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit)

unter der Regie des BMU

NBG

Landesgeologische Dienste

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) im Regierungspräsidium Freiburg

Geologischer Dienst des Bayerischen Landesamtes für Umwelt

Phase 1 (reine Schreibtischtätigkeit)

bis zur Benennung von Standortregionen zur Untersuchung von der Erdoberfläche aus

Zwischenbericht Teilgebiete:

- **geologisch günstige Gebiete für die Endlagerung und**
- **Gebiete ohne hinreichende Daten zur Beurteilung**

Dazu werden vorhandene geologische Daten bundesweit gesammelt und Gebiete nach im StandAG festgelegten Maßstäben beurteilt:

- **Geologische Ausschlusskriterien (§ 22) – 6 Kriterien**
- **Geologische Mindestanforderungen (§ 23) – 5 Anforderungen**
- **Geologische Abwägungskriterien (§ 24) – 11 Kriterien**

=> Fachkonferenz Teilgebiete arbeitet 6 Monate,

=> Sicherheitsvorschrift (§ 21) tritt spätestens 6 Monate später außer Kraft

Danach noch in Phase 1

- **Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (§ 27, § 28),**
- **weitere Anwendung der geologischen Abwägungskriterien**
- **Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 25)**

=> Standortregionen zur Untersuchung von der Erdoberfläche aus

Ausschlusskriterien (§ 22 StandAG)

1. großräumige Vertikalbewegungen **P**

es ist eine großräumige geogene Hebung von im Mittel mehr als 1 mm pro Jahr über den Nachweiszeitraum von einer Million Jahren zu erwarten;

2. aktive Störungszonen

in den Gebirgsbereichen, die als Endlagerbereich in Betracht kommen, einschließlich eines abdeckenden Sicherheitsabstands, sind geologisch aktive Störungszonen vorhanden, die das Endlagersystem und seine Barrieren beeinträchtigen können;

Unter einer „aktiven Störungzone“ werden Brüche in den Gesteinsschichten der oberen Erdkruste wie Verwerfungen mit deutlichem Gesteinsversatz sowie ausgedehnte Zerrüttungszonen mit tektonischer Entstehung, an denen nachweislich oder mit großer Wahrscheinlichkeit im Zeitraum **Rupel** bis heute, also innerhalb der letzten 34 Millionen Jahre, Bewegungen stattgefunden haben. Atektonische beziehungsweise aseismische Vorgänge, also Vorgänge, die nicht aus tektonischen Abläufen abgeleitet werden können oder nicht auf seismische Aktivitäten zurückzuführen sind und die zu ähnlichen Konsequenzen für die Sicherheit eines Endlagers wie tektonische Störungen führen können, sind wie diese zu behandeln.

3. Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit

das Gebirge ist durch gegenwärtige oder frühere bergbauliche Tätigkeit so geschädigt, dass daraus negative Einflüsse auf den Spannungszustand und die Permeabilität des Gebirges im Bereich eines vorgesehenen einschlusswirksamen Gebirgsbereichs oder vorgesehenen Endlagerbereichs zu besorgen sind; vorhandene alte Bohrungen dürfen die Barrieren eines Endlagers, die den sicheren Einschluss gewährleisten, in ihrer Einschlussfunktion nachweislich nicht beeinträchtigen;

4. seismische Aktivität

die örtliche seismische Gefährdung ist größer als in Erdbebenzone 1 nach DIN EN 1998-1/NA 2011-01;

5. vulkanische Aktivität **P**

es liegt quartärer Vulkanismus vor oder es ist zukünftig vulkanische Aktivität zu erwarten;

6. Grundwasseralter

in den Gebirgsbereichen, die als einschlusswirksamer Gebirgsbereich oder Einlagerungsbereich in Betracht kommen, sind junge Grundwässer nachgewiesen worden.

Mindestanforderungen (§ 23 StandAG)

1. **Gebirgsdurchlässigkeit**

in einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich muss die Gebirgsdurchlässigkeit k_f weniger als **10^{-10} m/s** betragen; sofern ein direkter Nachweis in den Begründungen für die Vorschläge nach den §§ 14 und 16 noch nicht möglich ist, muss nachgewiesen werden, dass der einschlusswirksame Gebirgsbereich aus Gesteinstypen besteht, denen eine Gebirgsdurchlässigkeit kleiner als 10^{-10} m/s zugeordnet werden kann; die Erfüllung des Kriteriums kann auch durch den Einlagerungsbereich überlagernde Schichten nachgewiesen werden;

2. **Mächtigkeit des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs**

der Gebirgsbereich, der den einschlusswirksamen Gebirgsbereich aufnehmen soll, muss mindestens **100 Meter** mächtig sein; bei Gesteinskörpern des Wirtsgesteins Kristallin mit geringerer Mächtigkeit kann der Nachweis des sicheren Einschusses für den betroffenen Gebirgsbereich bei Vorliegen geringer Gebirgsdurchlässigkeit auch über das Zusammenwirken des Wirtsgesteins mit geotechnischen und technischen Barrieren geführt werden; eine Unterteilung in mehrere solcher Gebirgsbereiche innerhalb eines Endlagersystems ist zulässig;

3. **minimale Teufe des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs**

die Oberfläche eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs muss mindestens **300 Meter** unter der Geländeoberfläche liegen. In Gebieten, in denen im Nachweiszeitraum mit exogenen Prozessen wie insbesondere eiszeitlich bedingter intensiver Erosion zu rechnen ist, deren direkte oder indirekte Auswirkungen zur Beeinträchtigung der Integrität eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs führen können, muss die Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs tiefer als die zu erwartende größte Tiefe der Auswirkungen liegen; soll ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich im Gesteinstyp Steinsalz in steiler Lagerung ausgewiesen werden, so muss die Salzscheibe über dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich mindestens 300 Meter mächtig sein; soll ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich im Gesteinstyp Tonstein ausgewiesen werden, so muss zu erwarten sein, dass das Deckgebirge auch nach dem Eintreten der genannten exogenen Prozesse ausreichend mächtig ist, um eine Beeinträchtigung der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch Dekompaktion ausschließen zu können;

4. **Fläche des Endlagers**

ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich muss über eine Ausdehnung in der **Fläche** verfügen, die eine Realisierung des Endlagers ermöglicht; in den Flächenbedarf des Endlagers eingeschlossen sind Flächen, die für die Realisierung von Maßnahmen zur Rückholung von Abfallbehältern oder zur späteren Auffahrung eines Bergungsbergwerks erforderlich sind und verfügbar gehalten werden müssen; (**Salz 3 km², Ton 10 km², Kristallin 6 km²**)

5. **Erhalt der Barrierewirkung**

es dürfen keine Erkenntnisse oder Daten vorliegen, welche die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, insbesondere die **Einhaltung der geowissenschaftlichen Mindestanforderungen** zur Gebirgsdurchlässigkeit, Mächtigkeit und Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs **über einen Zeitraum von einer Million Jahren** zweifelhaft erscheinen lassen.

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien (§ 24 StandAG)

Kriterium zur Bewertung

1. des Transportes radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich
2. der Konfiguration der Gesteinskörper
3. der räumlichen Charakterisierbarkeit
4. der langfristigen Stabilität der günstigen Verhältnisse

(Kategorie *Qualität Einschluss und Robustheit*)

5. der günstigen gebirgsmechanischen Eigenschaften
6. der Neigung zur Bildung von Fluidwegsamkeiten

(Kategorie *Absicherung Isolationsvermögen*)

7. der Gasbildung
8. der Temperaturverträglichkeit
9. des Rückhaltevermögens im einschlusswirksamen Gebirgsbereich
10. der hydrochemischen Verhältnisse
11. des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge

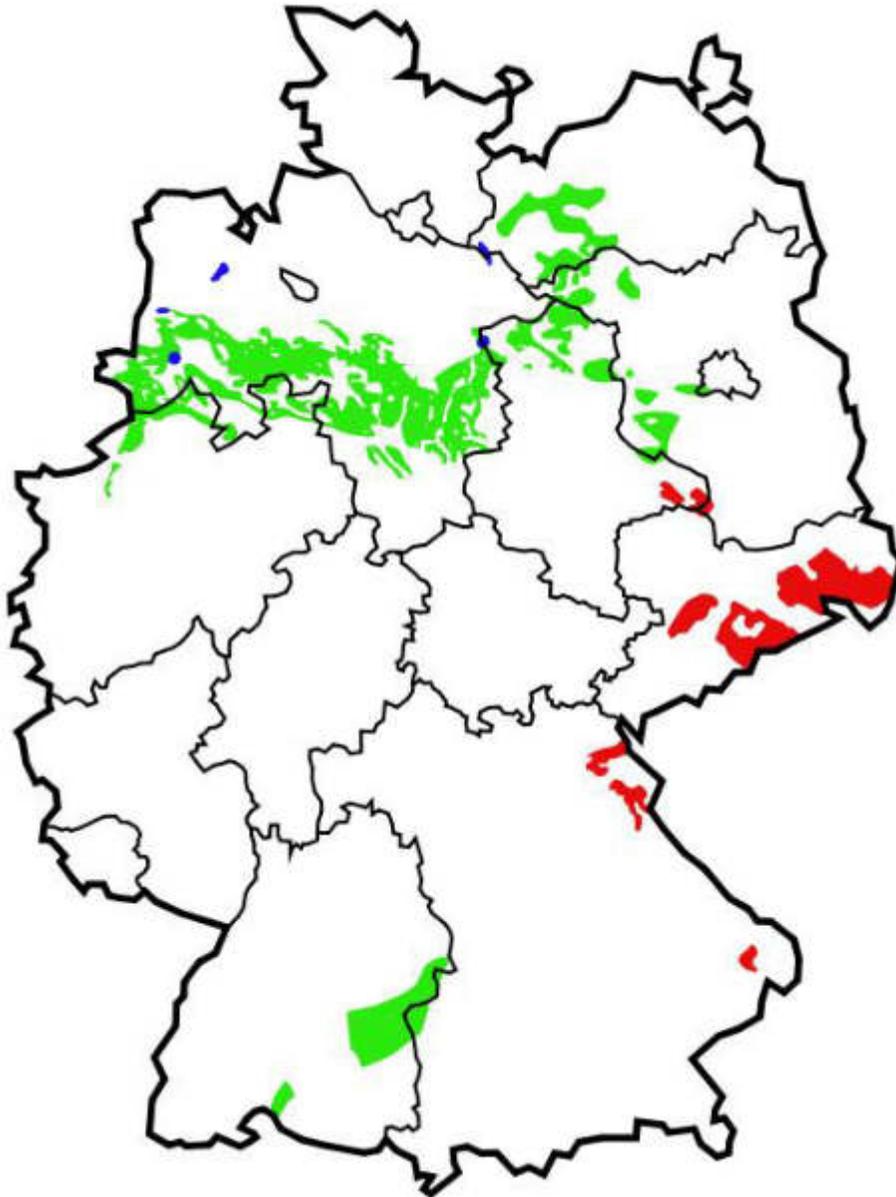
(Kategorie *weitere Sicherheitseigenschaften*)

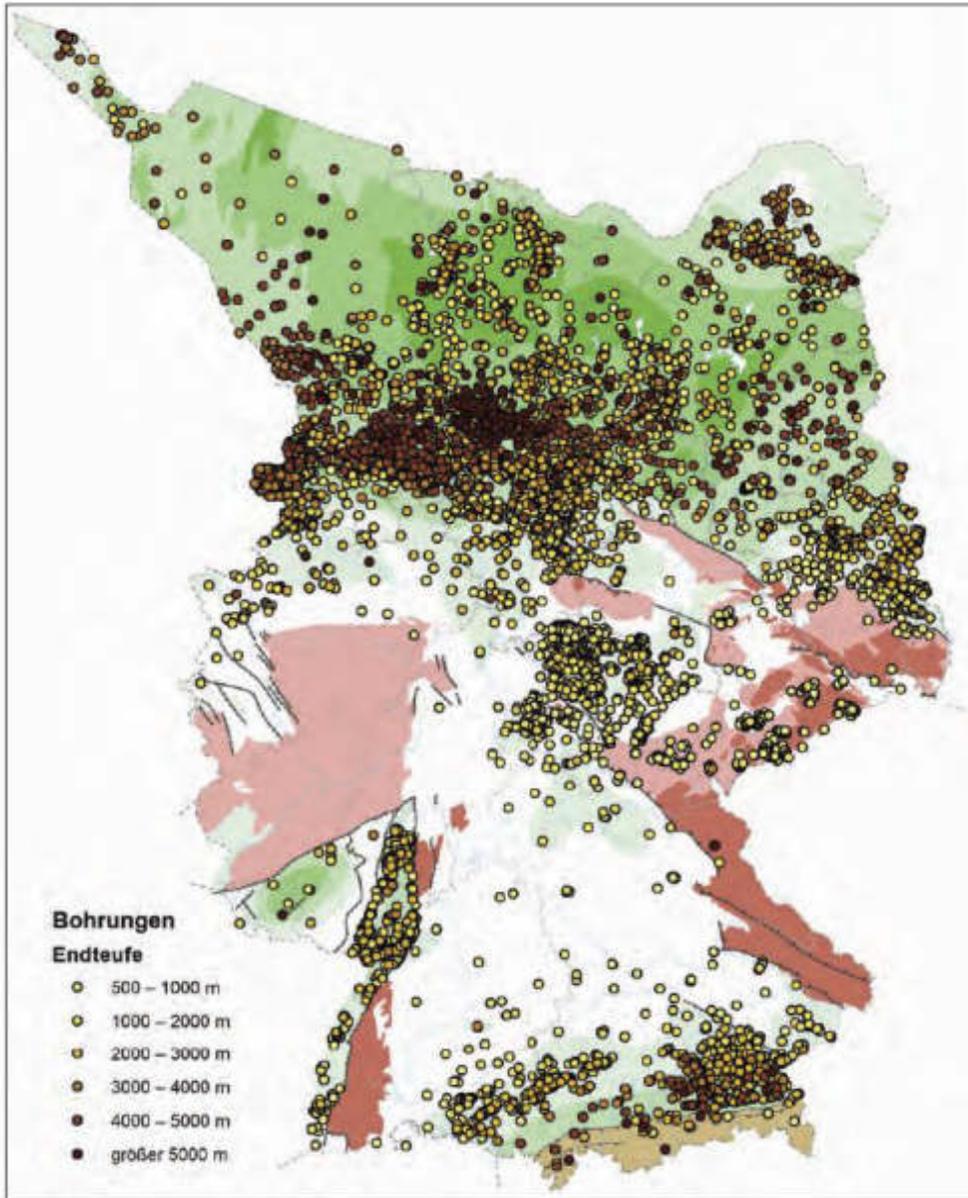
„...Gebieten, in denen in einer Teufe von **300 bis 1 500 Metern** unter der Geländeoberkante **stratiforme Steinsalz** oder **Tonsteinformationen** mit einer Mächtigkeit von mindestens 100 Metern, **Salzformationen in steiler Lagerung** oder **Kristallgesteinsformationen** mit einer vertikalen Ausdehnung von mindestens 100 Metern....“ (§ 21)

**Kriterien in der Regel gesteinsübergreifend formuliert
=> von Anfang an Vergleich über Gesteinsgrenzen hinweg**

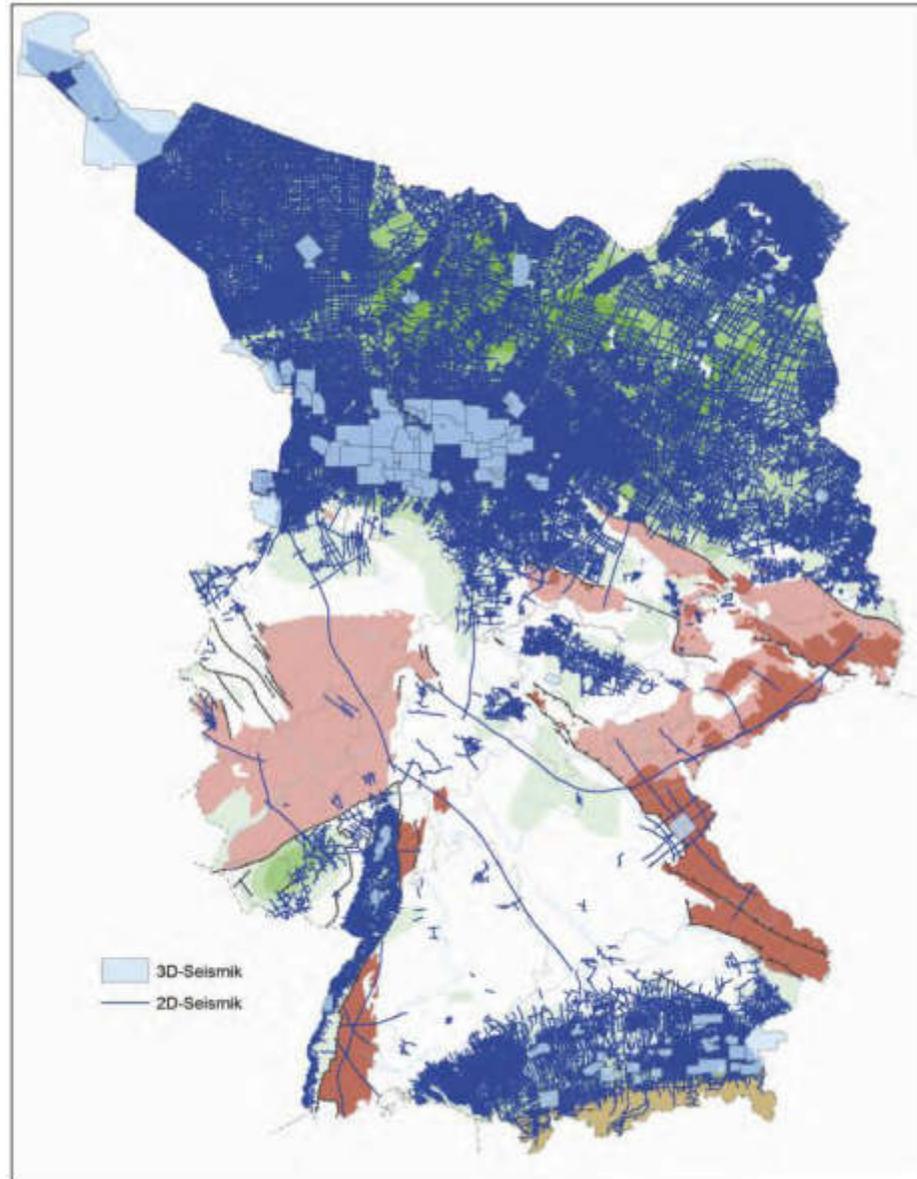
Untersuchungswürdige Salz-, Ton- und Kristallinstandorte

(BGR, Kristallinstudie 1994, Salzstudie
1995, Tonstudie 2007)

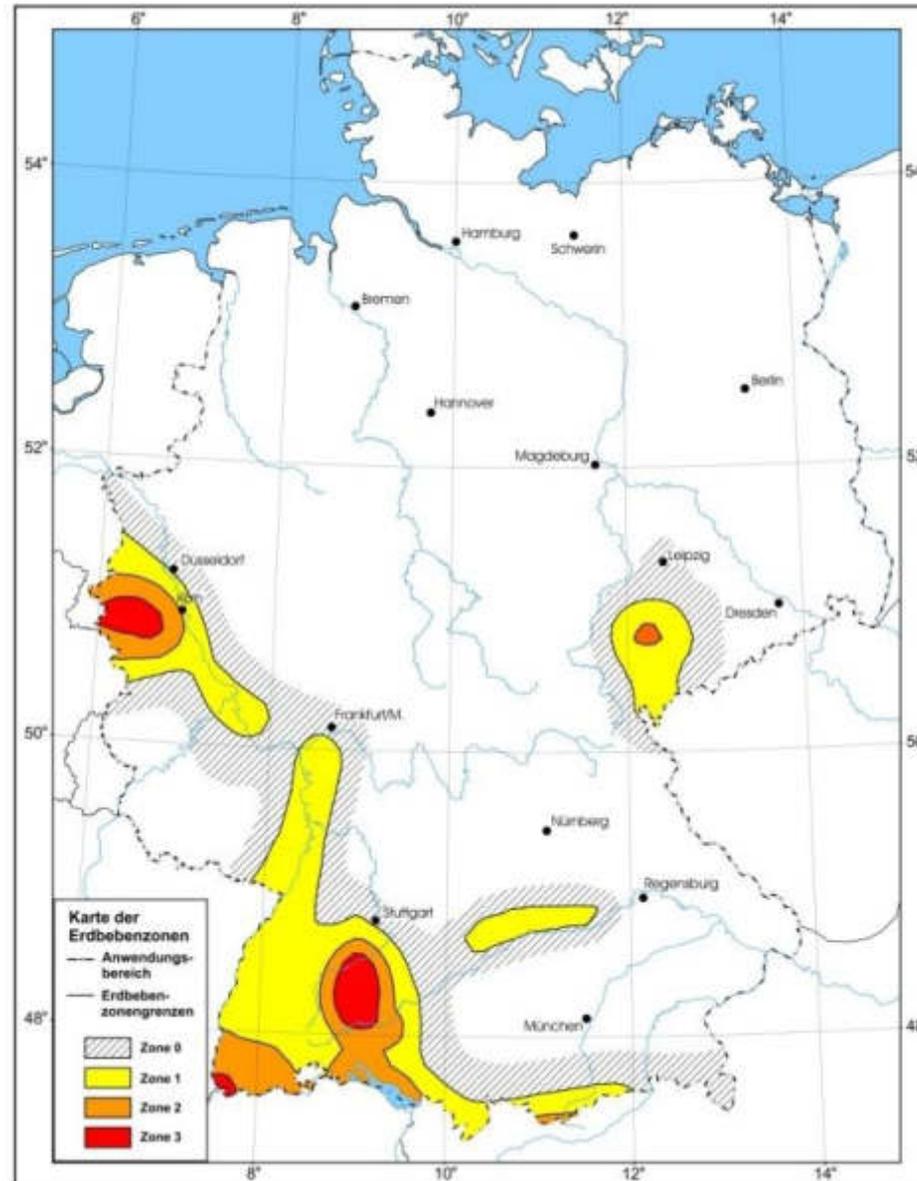




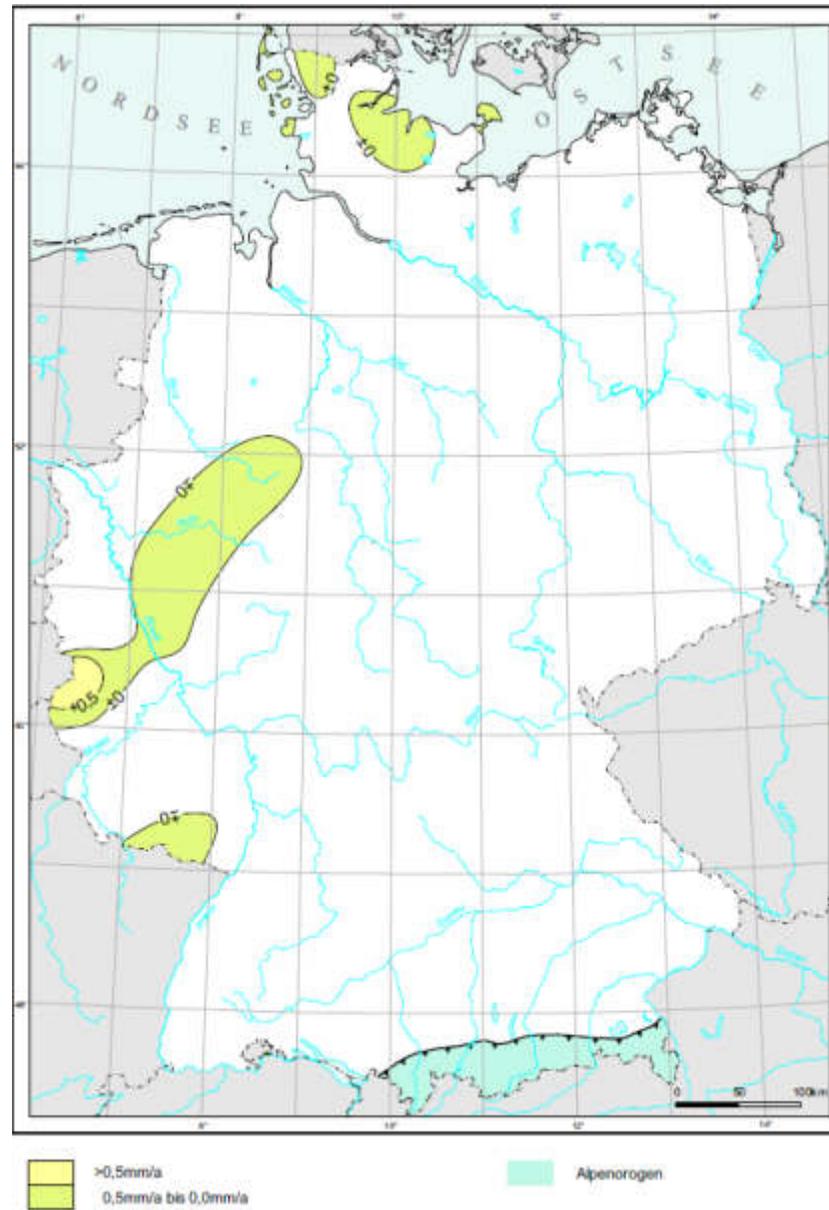
Bohrungen mit Endteufe ab 500 m (BGR, K-MAT 11)



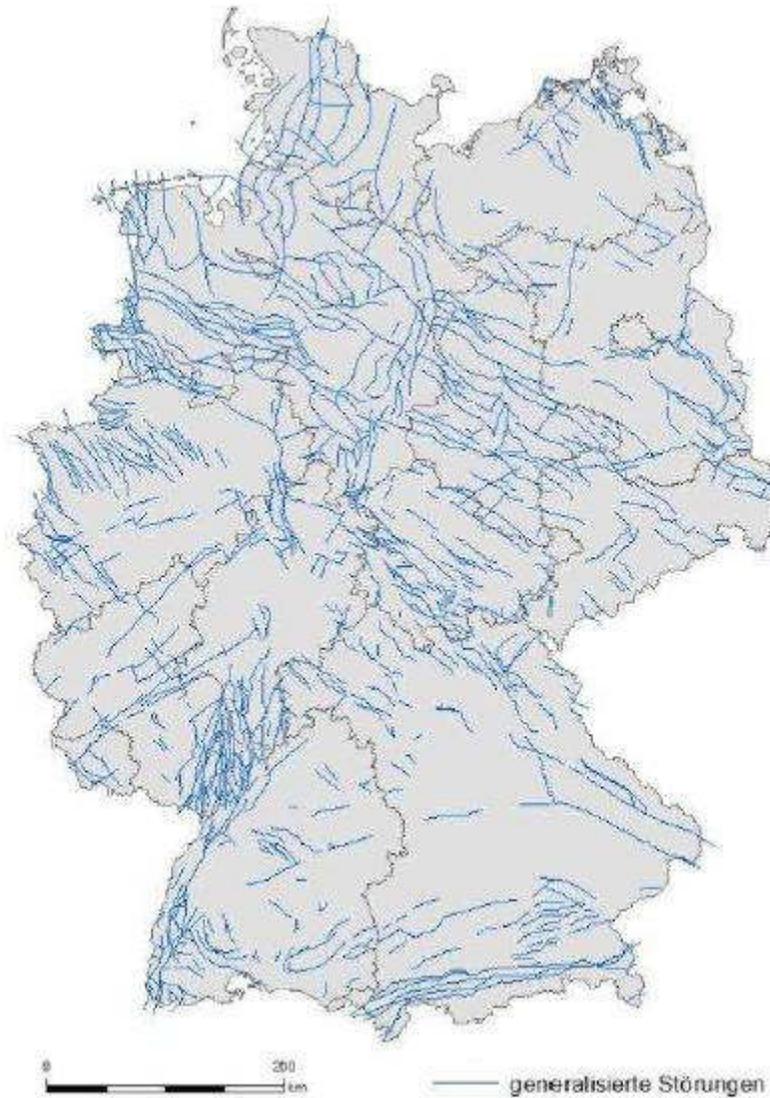
2D- und 3D- Seismik (BGR, K-MAT 11)



Erdbebenzonen (GfZ)



Hebungen (BGR, Tonstudie 2007)



Störungen („StörTief“ Teilprojekt A 2016)

Ton in Baden-Württemberg und Bayern

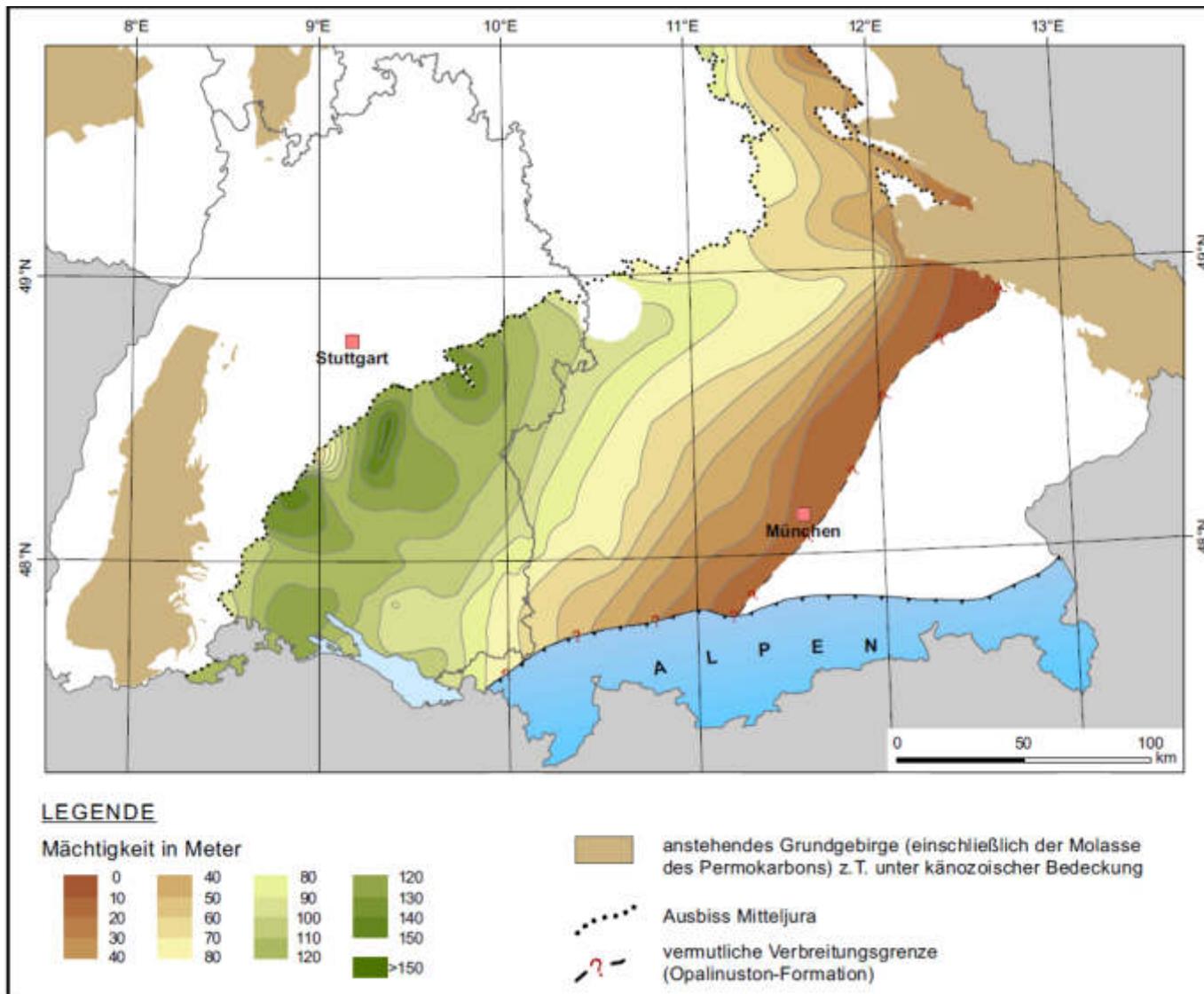


Abbildung 4.18: Mächtigkeit der Opalinuston-Formation im Alpenvorlandbecken
(BGR, Tonstudie 2007)

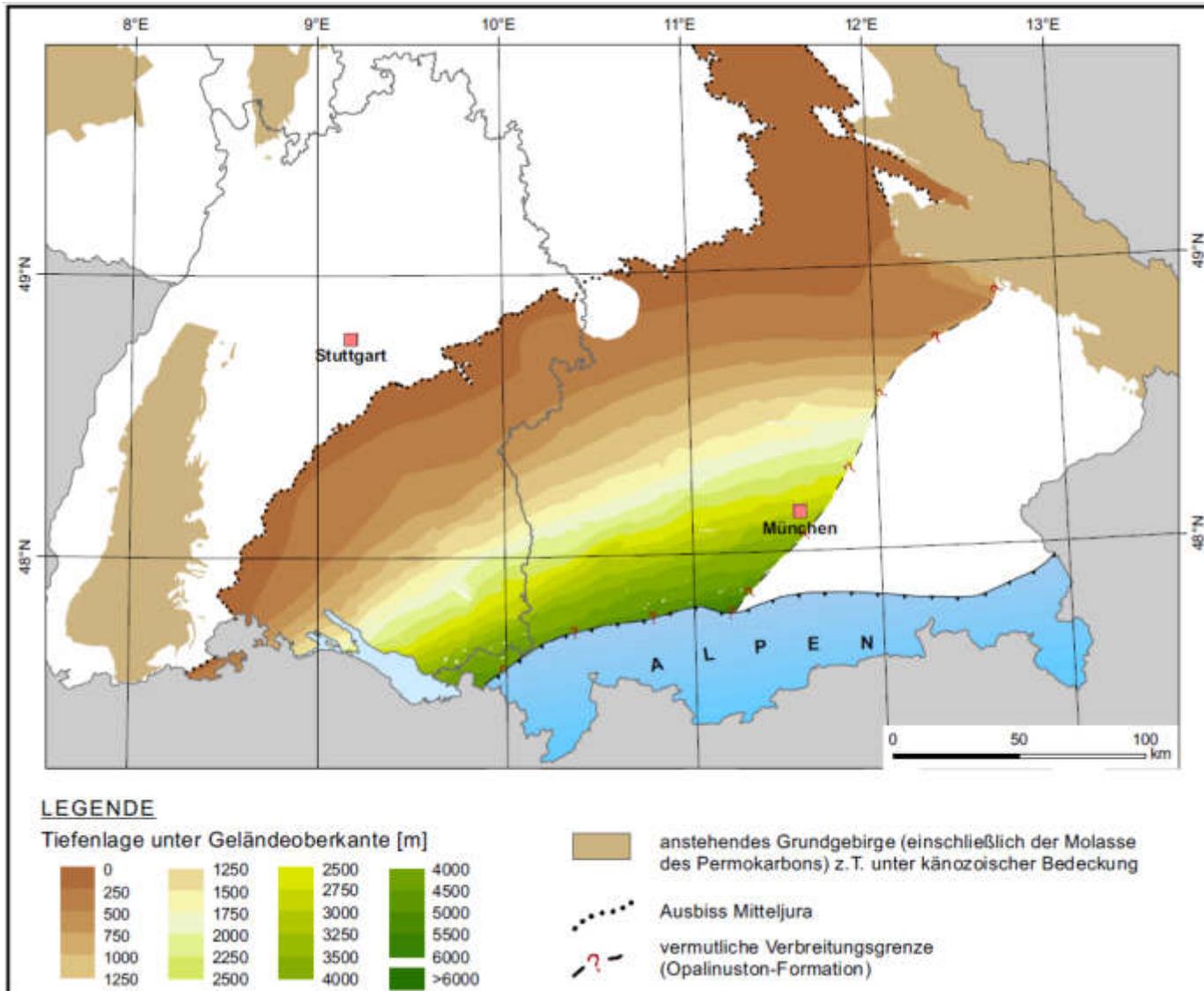


Abbildung 4.19: Tiefenlage der Oberfläche der Opalinuston-Formation im Alpenvorlandbecken (BGR, Tonstudie 2007)

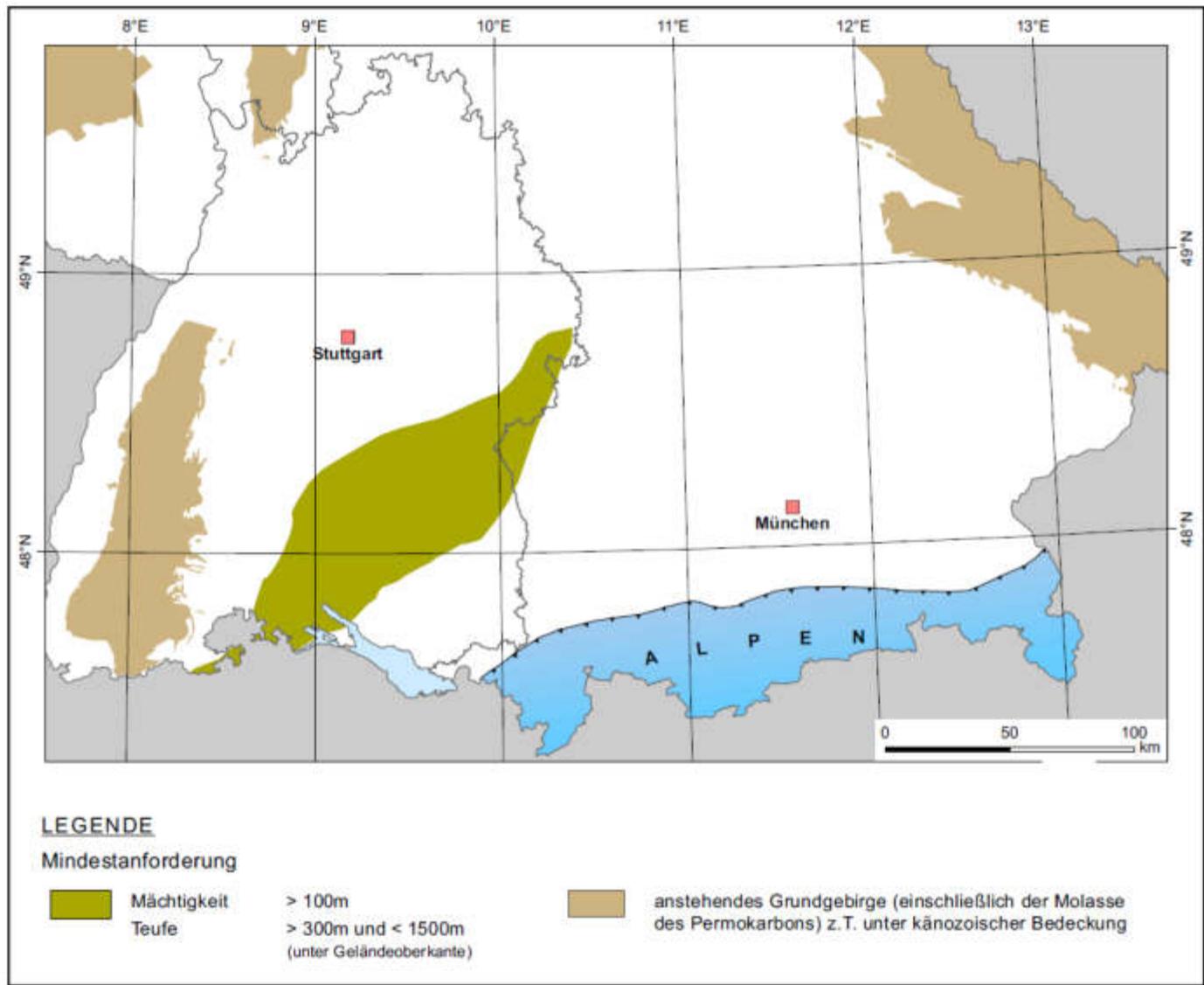


Abbildung 4.20: Opalinuston-Formation: Anwendung der AkEnd-Kriterien „Mächtigkeit und Tiefenlage“ (BGR, Tonstudie 2007)

Tiefes Kristallin in Baden-Württemberg und Bayern

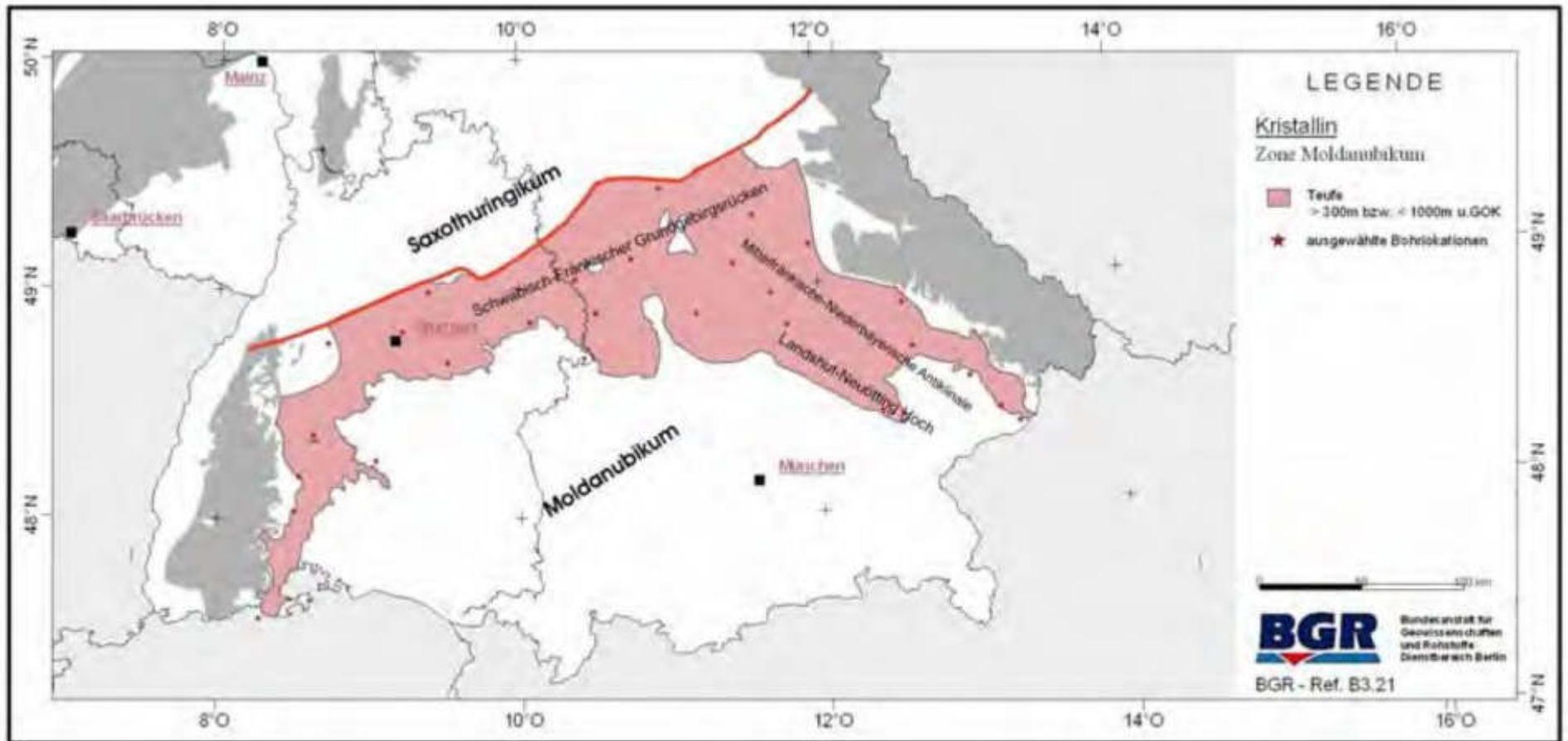


Abb. 21: Verbreitung der „Kristallin - Oberfläche“ im Moldanubikum (südlich der „Baden-Baden - Nürnberg-Erbendorf“ Linie) unter 300-1000 m mächtiger Sedimentbedeckung

(BGR, Reinhold 2005)

Salz in Baden-Württemberg und Bayern

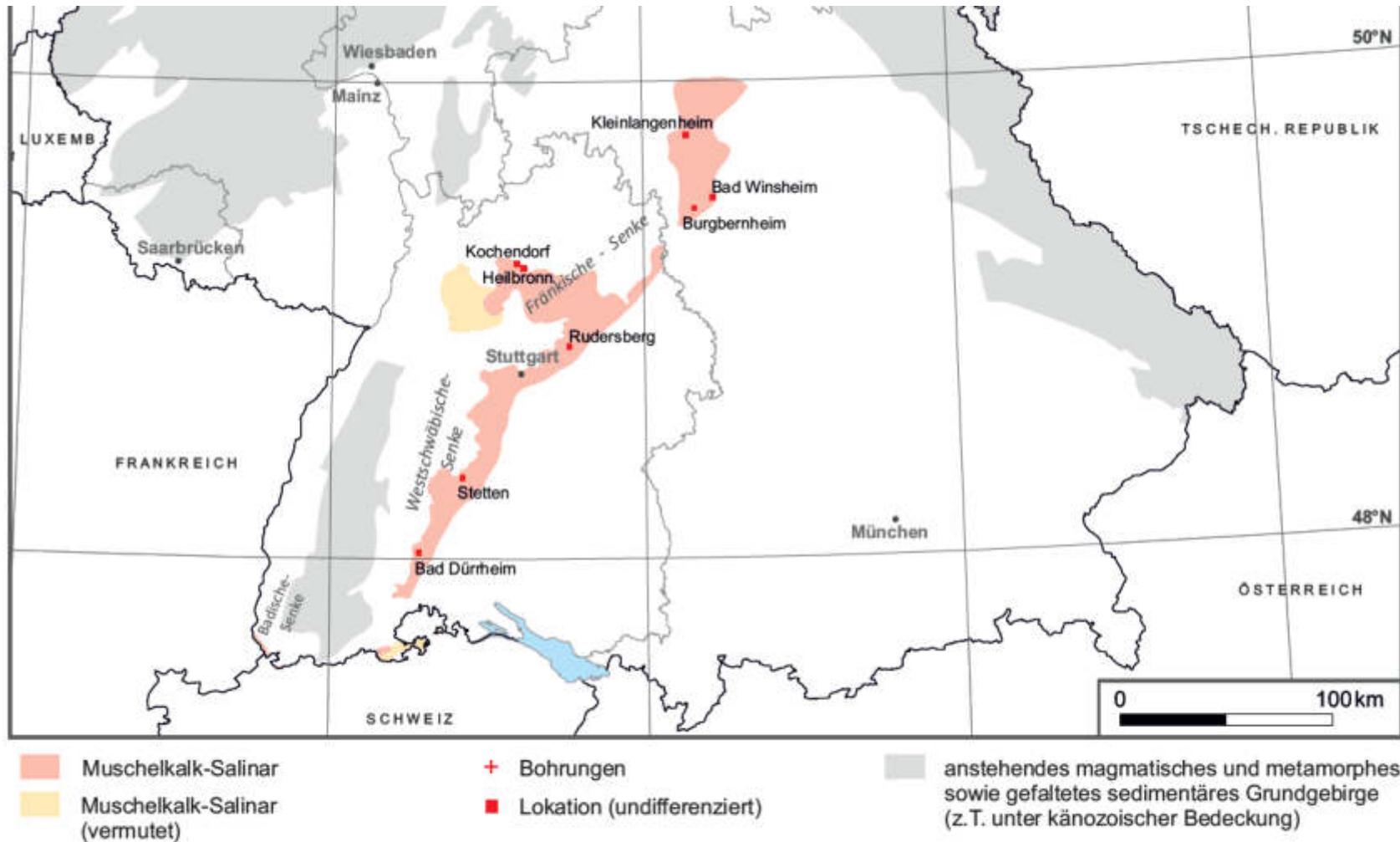


Abb. 18: Schematische on-shore-Verbreitung der Halit-führenden Muschelkalk-Salinare in Deutschland (nach: SEIDEL 1964, CRAMER 1965, BEYWL et al. 1974, ALTHEN et al. 1980, EXLER 1987, MERZ 1987, GAERTNER & RÖHLING 1993, FREUDENBERGER & SCHWERD 1996, KRULL et al. 2004, Bock et al. 2009).

(BGR: Reinhold, Hammer, Pusch 2014)

Endlager Heilbronn

(Stuttgarter Nachrichten, 03.03.2017)



Mehr als eine Million Säcke mit Schlacke aus Müllverbrennungsanlagen und anderem Giftmüll sind seit 1987 in den Heilbronner Salzstollen eingelagert worden. *Foto: factum/Granville*

Der Salzstock unter der Stadt Heilbronn wird seit 30 Jahren mit Sonderabfall aufgefüllt. Der grüne Umweltminister Franz Untersteller feiert dies als Glücksfall. Andere betrachten den giftigsten Ort im Land als tickende Zeitbombe.

Salzvorkommen Stetten

(swp.de, 17.10.2019)

Nicht in Betracht kommen Gebiete, die beschädigt sind

Doch Stetten kann getrost in die Zukunft blicken, denn es gibt bereits jetzt Entwarnung. Nicht in Betracht kommen nämlich Gebiete, deren Untergrund beschädigt ist. Dies ist in Stetten der Fall, weil im Falle dieses Bergbaugebietes **früher Vulkane** tätig waren. Außerdem liegt Stetten in der **Erdbebenzone Nr. 1**, wo nicht einmal „schwach strahlende Behälter“ gelagert werden dürften.

Ortsvorsteher Walter Stocker stellte fest: „Dies sind beruhigende Nachrichten für die Bevölkerung.“

Eine Endlagerung müsste auch 300 Meter unter der Erdoberfläche erfolgen und mit einer 100 Meter dicken Schicht aus Granit, Salz oder Ton umgeben sein. All das ist in Stetten nicht gegeben.

Und als drittens handelt es sich beim Salzbergwerk Stetten um ein Bergwerk, das **die nächsten Jahrzehnte zum Abbau und Versatz** in Betrieb ist.