

# Wie Methoden aus dem Hut gezaubert werden - Auswahlkriterien in der Anwendung

Michael Mehnert

Hannover, 09.11. 2019

# Geologische Kriterien und Anforderungen

Ausschlusskriterien (§ 22 StandAG) - Anzahl 6

Mindestanforderungen (§ 23 StandAG). – Anzahl 5

Geologische Abwägungskriterien (§ 24 StandAG) – Anzahl 11

Alle drei Kategorien müssen bereits zur Aufstellung des Teilgebietsberichts angewendet werden.

Die Anwendung muss von Anfang an gesteinsübergreifend (Salz, Ton, Kristallin) geschehen.

*Während die Feststellung des Vorliegens von Ausschlusskriterien (§ 22) oder das Fehlen von Mindestanforderungen (§ 23) relativ einfach strukturierte negative Eignungsaussagen ermöglicht, stellt sich die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien komplizierter dar.*

Wollenteit, Kommentar zum StandAG, 2019, § 13 Rn.11

# Gesprächsprotokolle BfE/BGE vom 14.03. und 06.05.2019: Fachliche Bearbeitungsmethodik zur Ermittlung der Teilgebiete

- IFG-Antrag an BGE vom 23.08.2019: negativ beschieden
- IFG-Antrag an BfE vom 05.10.2019: am 05.11. 2019 positiv beschieden (BGE-Papier mit Stand 24.06.2019)

30-Seiten-Papier eher enttäuschend, da wenig konkret

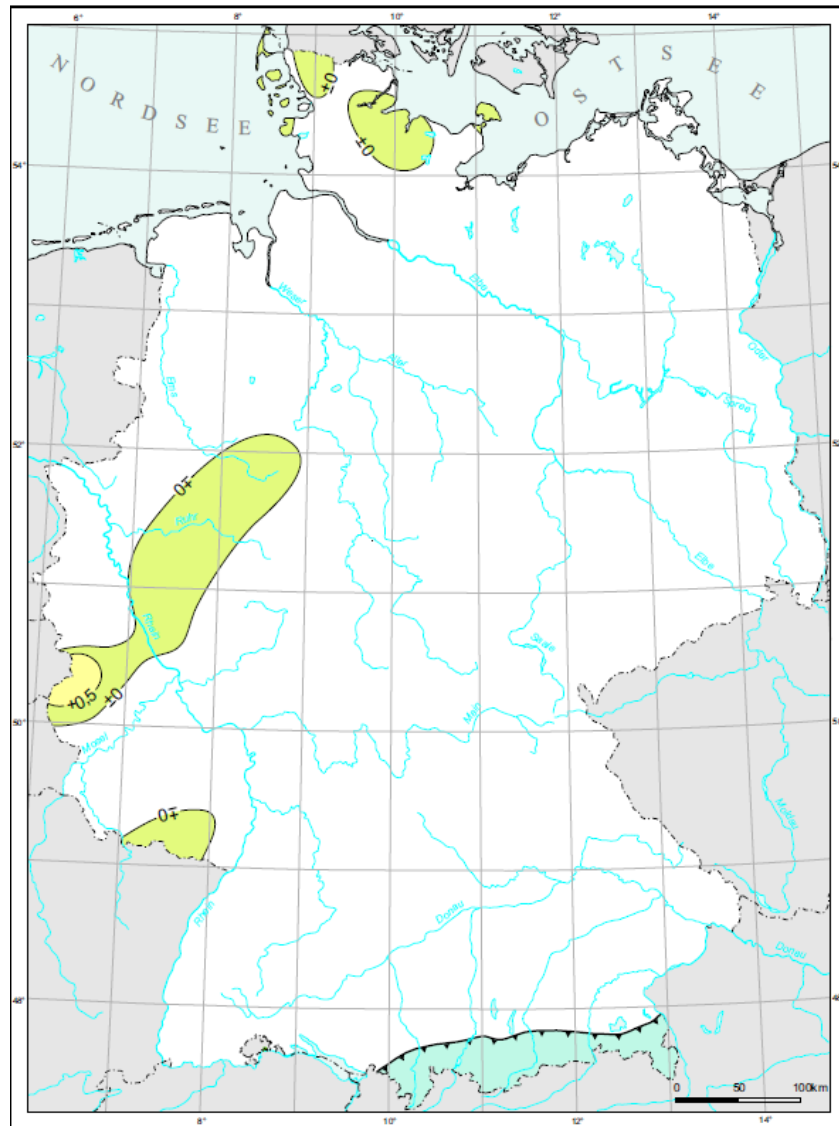
## Zum Beispiel Ausschlusskriterien

### ***großräumige Vertikalbewegungen***

*es ist eine großräumige geogene Hebung von im Mittel mehr als 1 mm pro Jahr über den Nachweiszeitraum von einer Million Jahren zu erwarten; [1000 m in 1 Mio. Jahre]*

### ***vulkanische Aktivität***

*es liegt quartärer Vulkanismus vor oder es ist zukünftig vulkanische Aktivität zu erwarten; [letzte 2,588 Mio Jahre]*



>0,5mm/a  
0,5mm/a bis 0,0mm/a

Alpenorogen

## Hebungen (BGR, Tonstudie 2007)

*Zu den Ausschlusskriterien „Großräumige Vertikalbewegungen “ sowie „Vulkanische Aktivität “ werden zurzeit in zwei Arbeitspaketen von der **BGR** folgende Arbeiten ausgeführt:*

- 1. Prognosen zu großräumigen Vertikalbewegungen innerhalb der nächste 1 Mio. Jahre.*
- 2. Prognosen zu zukünftigem Vulkanismus innerhalb der nächsten 1 Mio. Jahre.*

*Die Ergebnisse sollen im Juni 2019 vorliegen und in die jeweiligen Ausschlussstechniken eingearbeitet werden.*

**BGE-Papier, S. 12**

## **Noch Vulkanismus** (BGE-Papier, S. 12)

- *Ermittlung von Lokationen und Wiederkehrraten von quartärem Vulkanismus in Deutschland unter Einbeziehung der Hinweise der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD).*
- *Probabilistische Untersuchung der Eruptionswahrscheinlichkeit im Zeitraum eine Mio. Jahre.*
- *Abschätzungen der möglichen Gefahren aufgrund von Vulkanismus für die verschiedenen Lokationen und deren möglichen Distanz. Berücksichtigung von primären und sekundären Gefahren.*
- *Unsicherheiten, Kaskaden und Kopplung möglicher Gefahren sind aufzuführen und deren Relevanz bei der Standortsuche zu untersuchen.*
- *Ermittlung eines sinnvollen Sicherheitsabstands für die verschiedenen Lokationen in km unter Einbeziehung international gültiger Richt- und Erfahrungswerte.*



BGE-Information vom 15.10.2019:

***Grundwasseralter***

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

Dieses Kriterium wird für die Auswahl der Teilgebiete nicht angewendet.

## ***seismische Aktivität***

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

Es wird davon ausgegangen, dass entgegen der gesetzlichen Regelung die im Entwurf vorliegende neue Fassung **DIN EN 1998-1/NA 2018-10**. Die Zustimmung des BfE/BMU dazu liegt vor.

Was hat eine DIN, die für den Hochbau entwickelt wurde, mit einem Endlager in tiefen geologischen Schichten zu tun? Hier geht es eher um die Bildung von Wegsamkeiten durch Aktivierung von alten und Bildung von neuen Störungen.

Gesetzesbegründung (BT-Drs. 18/11398, S. 68):

Die Einhaltung dieses Kriteriums lässt keinen Schluss auf die Genehmigungsfähigkeit eines Endlagers außerhalb dieses Bereiches unter dem Aspekt der Erdbebengefährdung zu. Hierfür sind standortspezifische Berechnungen auf Grundlage des kerntechnischen Regelwerkes erforderlich. Das Kriterium dient ausschließlich einer groben Abschätzung, in welchen Gebieten die Gefährdung durch Erdbeben so groß ist, dass nicht erwogen werden sollte, ein Endlager in diesen Gebieten zu errichten.

## Zum Beispiel Geologische Abwägungskriterien

*Grundlagenermittlung für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und einer sicherheitsgerichteten Abwägung (RESUS)*

(GRS Braunschweig, BGE TECHNOLOGY, BGR; bis Ende 2019)

An 10 generischen Endlagersystemen (4x Kristallin, 3x Salz, 3x Ton) wird die Signifikanz der Abwägungskriterien untersucht, Einlagerungstemperatur 100°C. 1 System 150°C.

(BGE-Papier, S. 25)

Näheres vielleicht hier:

Die Tage der Standortauswahl - Endlagerung im Dialog mit  
Wissenschaft und Öffentlichkeit

12. bis 14. Dezember 2019

(3. Fachworkshop der BGE im Haus der Wissenschaft,  
Braunschweig)

# Weiteres Material für die Diskussion

## 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 Einschlusses 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 km<sup>2</sup>, Ton 10 km<sup>2</sup>, Kristallin 6 km<sup>2</sup>]

## 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

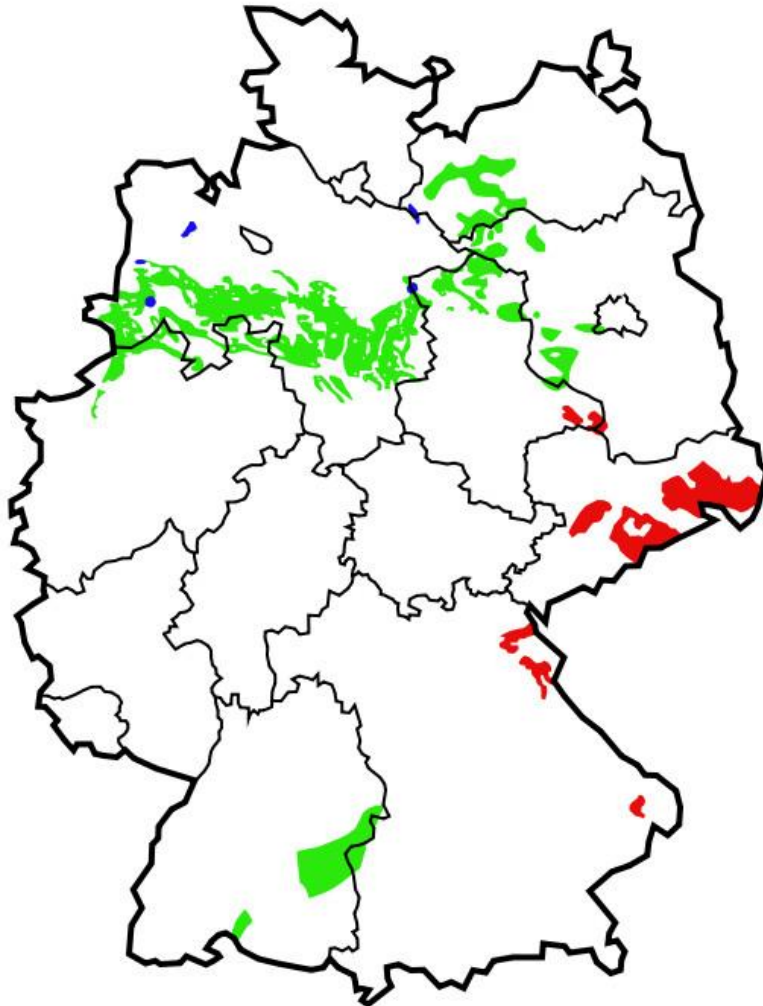
**(Kategorie *Absicherung Isolationsvermögen*)**

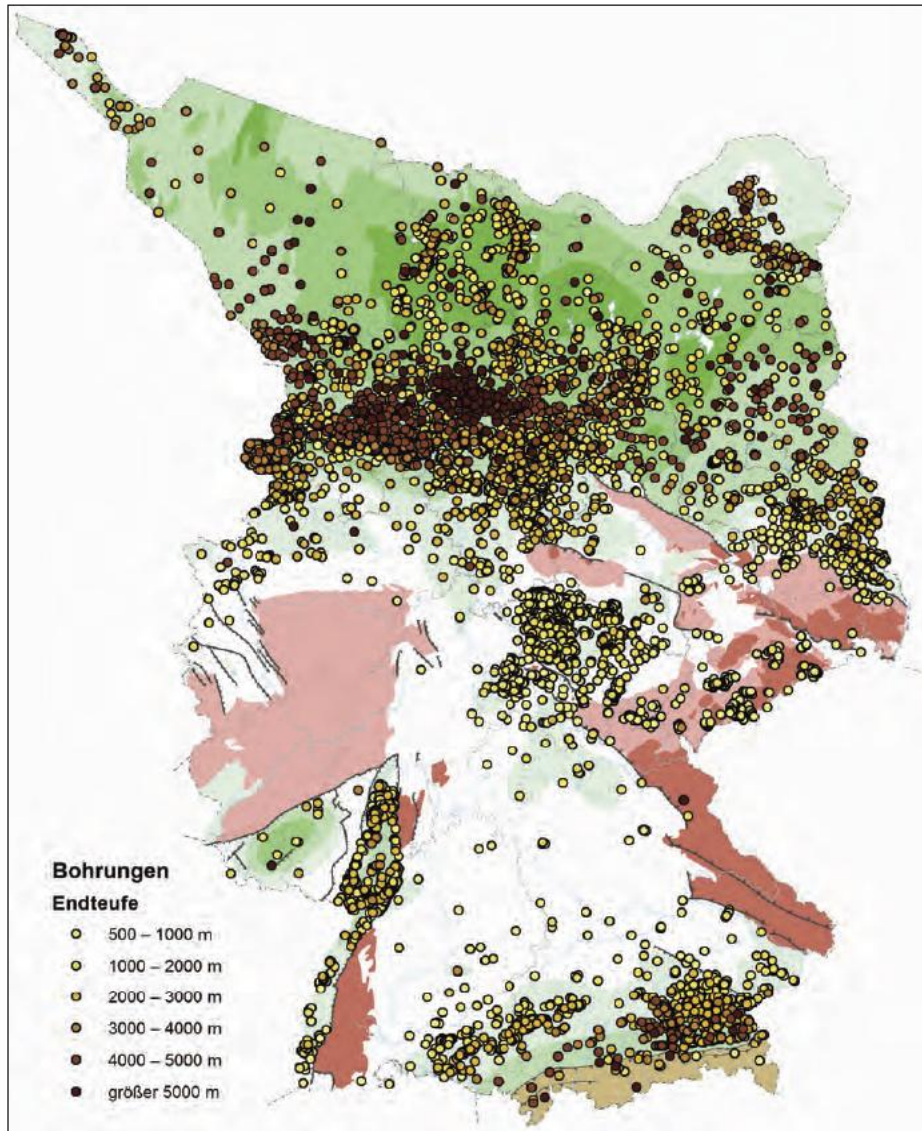
7. der Gasbildung
8. der Temperaturverträglichkeit
9. des Rückhaltevermögens im einschlusswirksamen Gebirgsbereich
10. der hydrochemischen Verhältnisse
11. des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge

**(Kategorie *weitere Sicherheitseigenschaften*)**

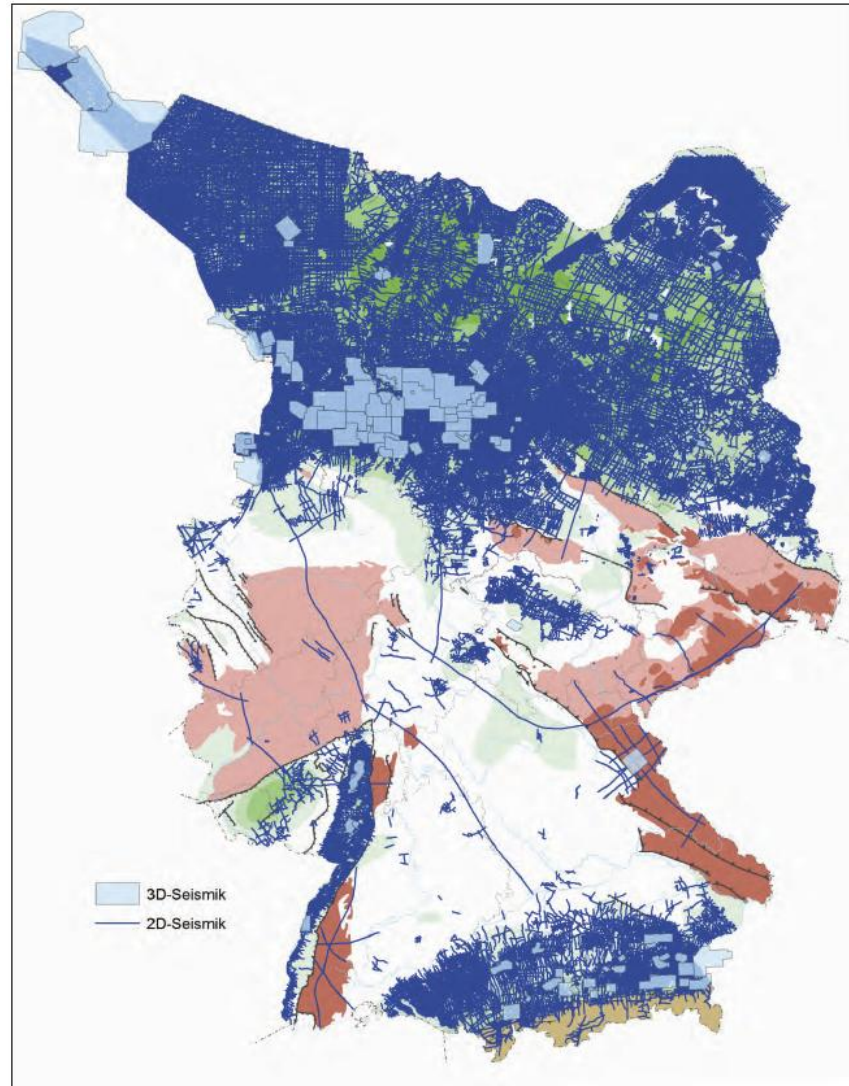
# Untersuchungswürdige Salz-, Ton- und Kristallinstandorte

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

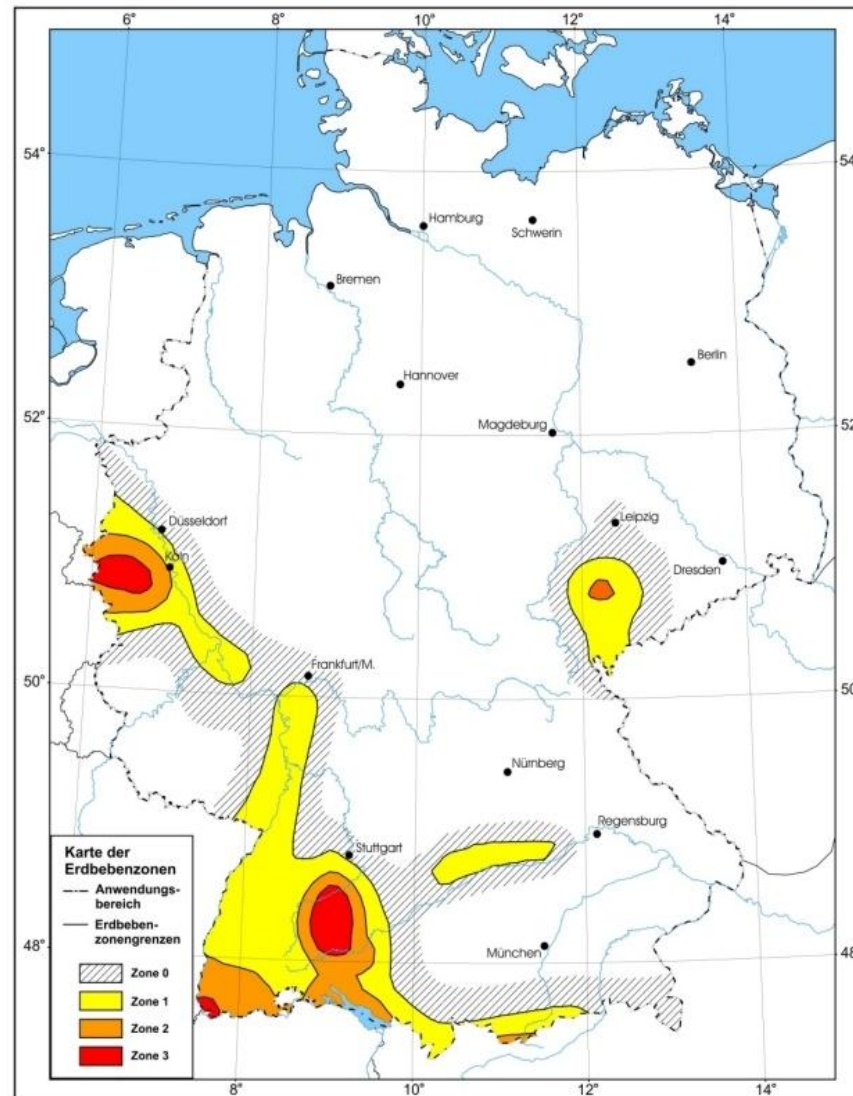




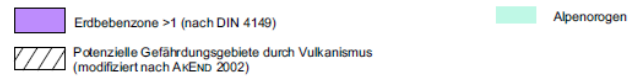
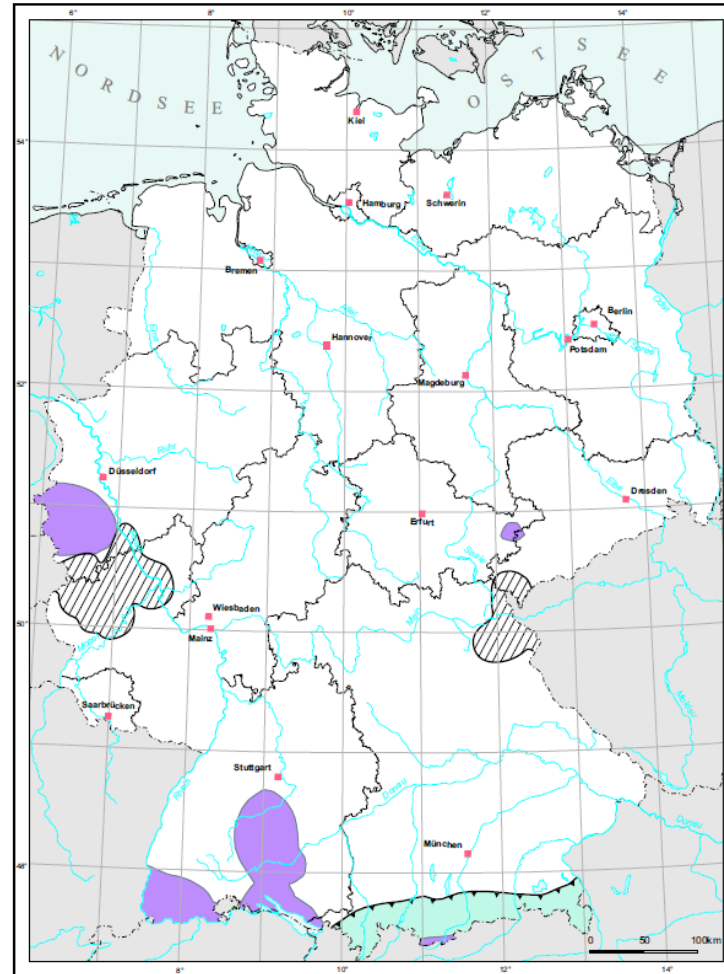
Bohrungen mit Endteufe ab 500 m (BGR, K-MAT 11)



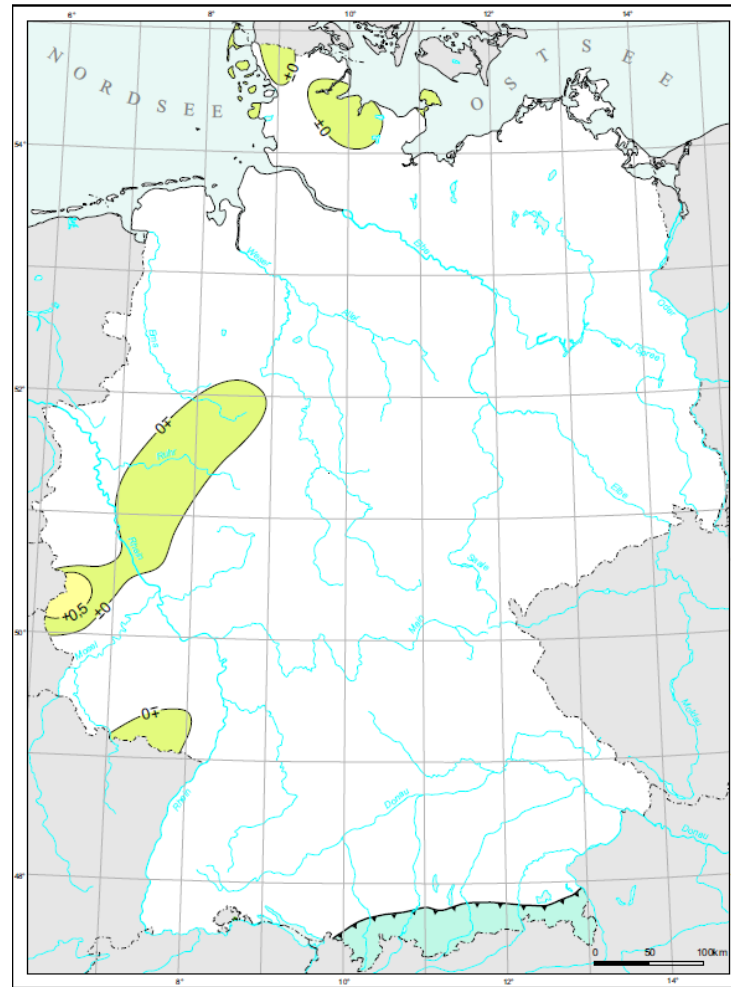
2D- und 3D- Seismik (BGR, K-MAT 11)



Erdbebenzonen (GfZ)

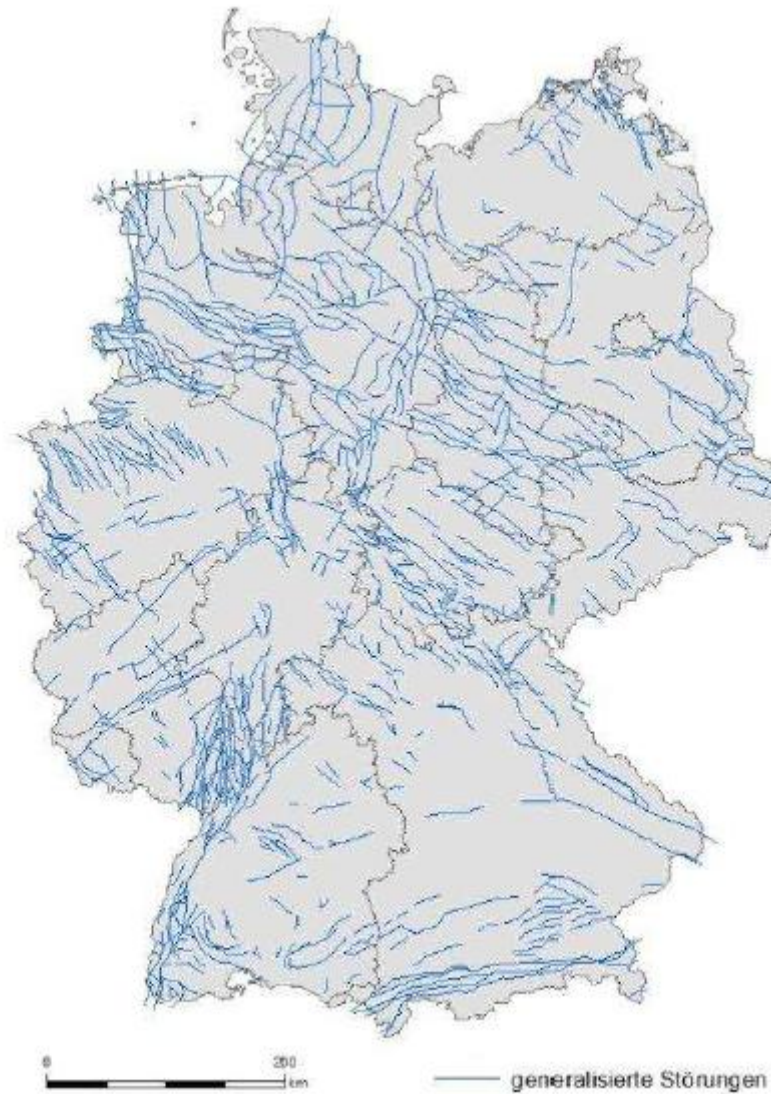


## Erdbebenzonen, Vulkanismus (BGR, Tonstudie 2007)



Hebungen (BGR, Tonstudie 2007)





Störungen („StörTief“ Teilprojekt A 2016)