



BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

17. Oktober, Online-Auftaktveranstaltung zur Fachkonferenz Teilgebiete

Datenbeschaffung und -aufbereitung sowie Anwendung der
Ausschlusskriterien

Datenabfragen und Datengrundlage

Anwendung der Ausschlusskriterien

- Großräumige Vertikalbewegungen
- Aktive Störungszonen
- Bergbauliche Tätigkeit
- Seismische Aktivität
- Vulkanische Aktivität
- Grundwasseralter



Der Weg hin zu den Teilgebieten - § 13 StandAG

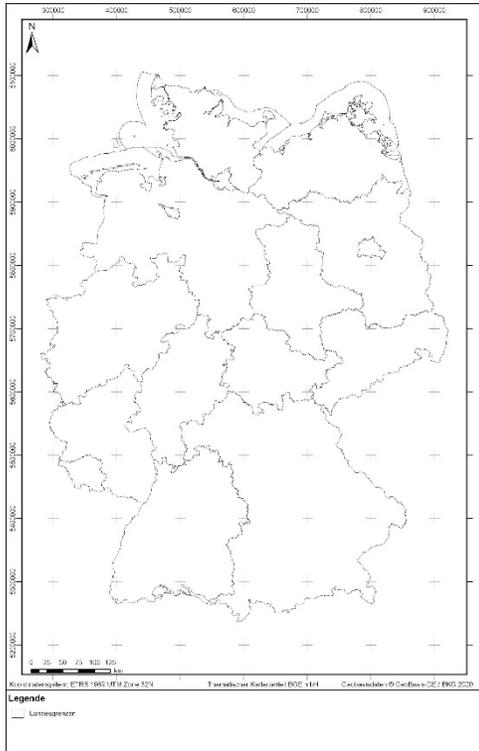
Weißer Landkarte

Anwendung
Ausschlusskriterien

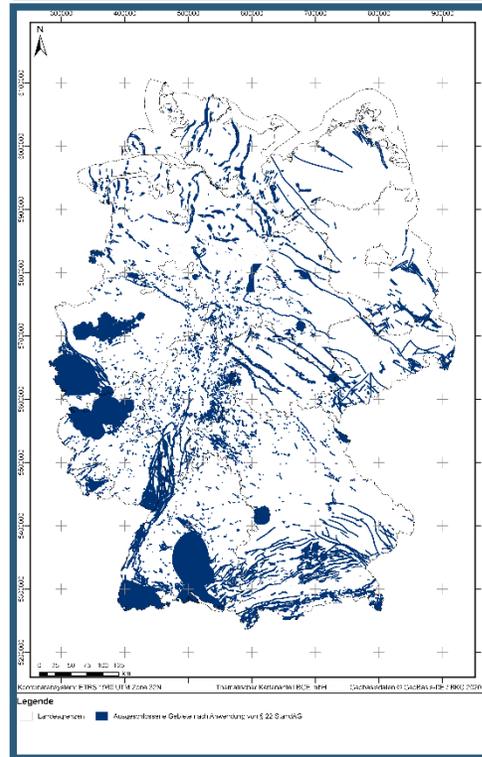
Anwendung
Mindestanforderungen

Geowissenschaftliche
Abwägung

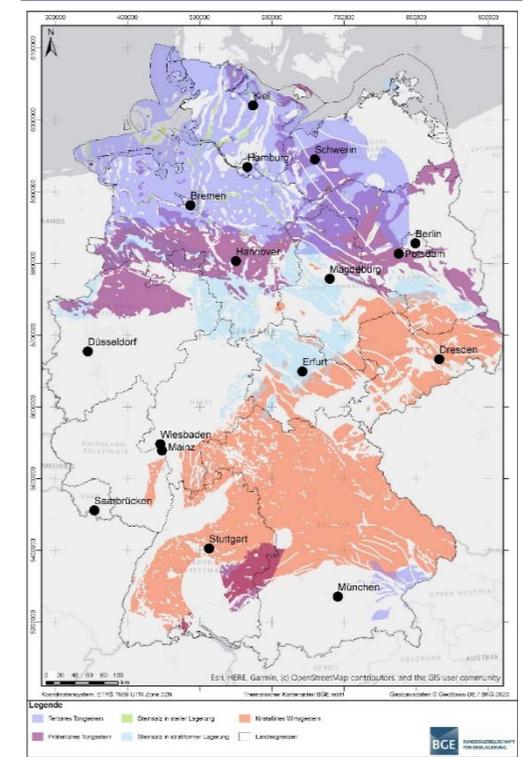
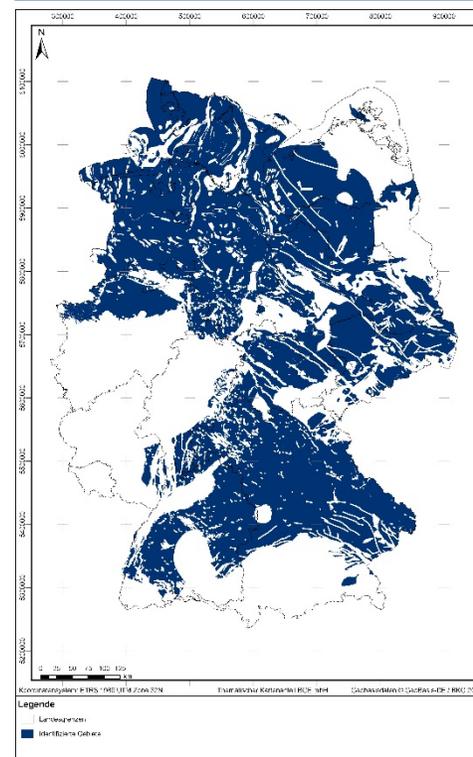
Ausgeschlossene Gebiete



Identifizierte Gebiete



Teilgebiete



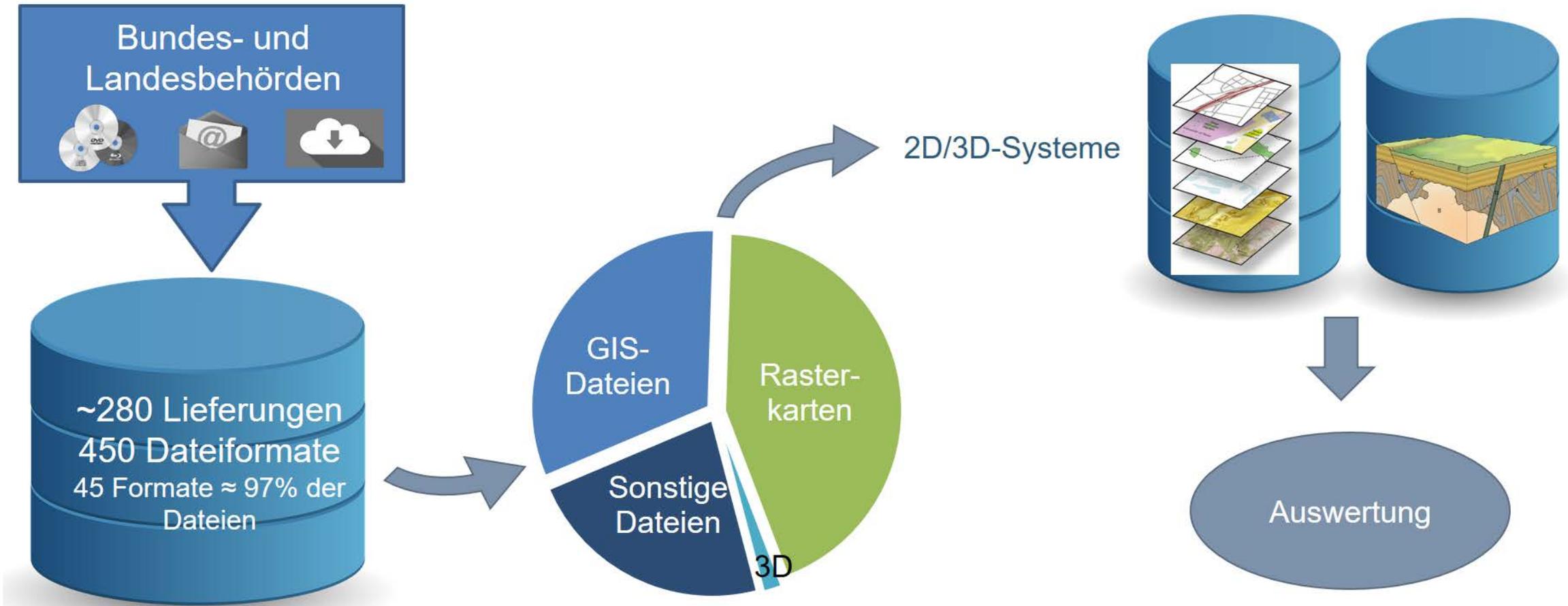
Datengrundlage für Phase I



Nach § 12 Abs. 3 S. 2 StandAG sind die erforderlichen bei den Landesbehörden vorhandenen Geodaten, „*dem Vorhabenträger unentgeltlich für die Zwecke des Standortauswahlverfahrens durch diese zur Verfügung zu stellen; dies gilt auch für Daten an denen die Rechte Dritter bestehen*“

- Datenabfragen bei den Bundes- und Landesbehörden laufen seit 2017
- „Kassenschluss“ für die Daten zum Zwischenbericht Teilgebiete war der 1. Juni 2020
- Methoden zur Anwendung von Kriterien und Anforderungen wurden anhand der verfügbaren Datenlage schrittweise entwickelt





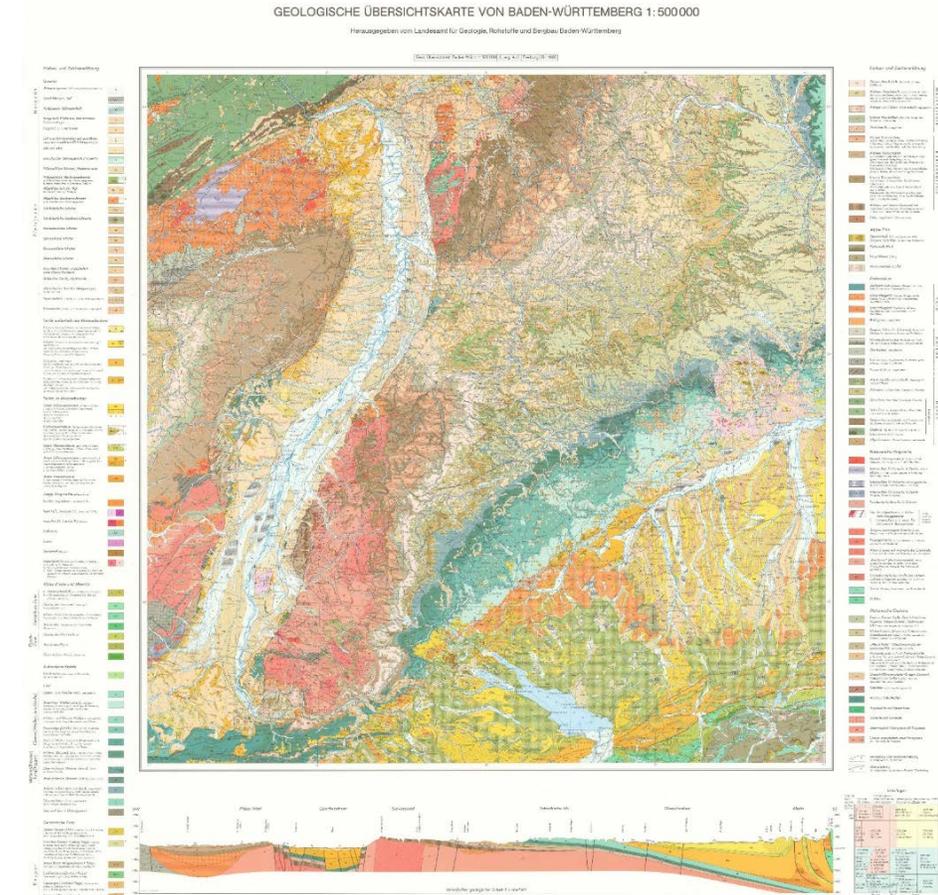
Datenabfragen bei Bundes- und Landesbehörden

1. Datenabfrage im August 2017
2. Datenabfrage im Februar 2018

Insgesamt ca. 200 Datenabfragen oder -nachfragen

Erfragte Informationen

Spezifische Informationen zur Anwendung der Ausschlusskriterien (z. B. räumliche Lage von aktiven Störungszonen, Bohrungen und Bergwerken)



Quelle: https://www.leo-bw.de/media/kgl_atlas/current/delivered/bilder/HABW_02_03.jpg

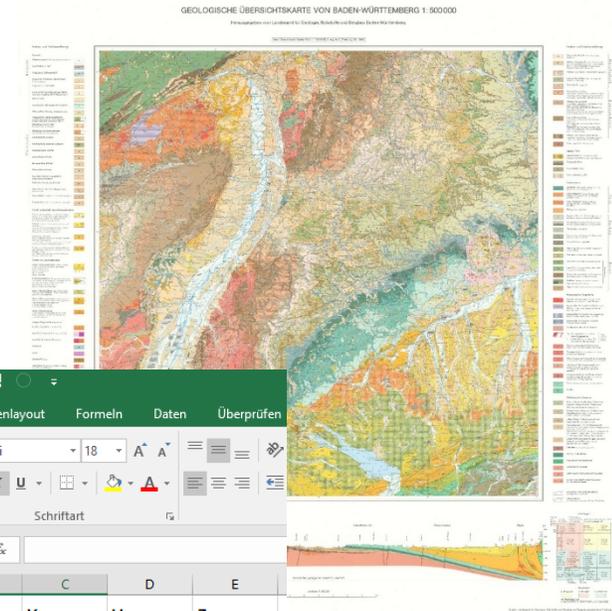
Datengrundlage Ausschlusskriterien

In welcher Form liegen die Daten vor?

- Flächen, Linien oder Punktdaten mit Lageinformationen
- Analoge Kartenwerke und Rissblätter

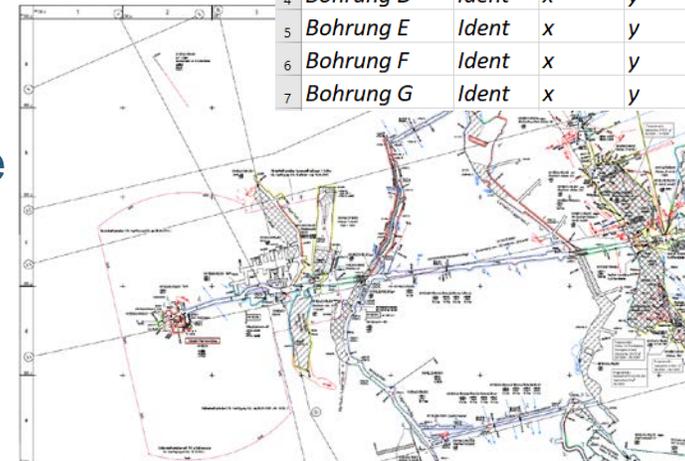
Hauptsächlich:

- Geologische und tektonische Karten (analog/digital)
- Lage Bohransatzpunkten und Bohrlochlänge
- Informationen zu Bergwerken (Rissblätter)
- Teilweise 3D-Modelle



	A	B	C	D	E
1	Bohrung A	Ident	x	y	z
2	Bohrung B	Ident	x	y	z
3	Bohrung C	Ident	x	y	z
4	Bohrung D	Ident	x	y	z
5	Bohrung E	Ident	x	y	z
6	Bohrung F	Ident	x	y	z
7	Bohrung G	Ident	x	y	z

Quelle: https://www.leo-bw.de/media/kg_atlas/current/deliveried/bilder/HABW_02_03.jpg



Quelle: BGE

Quelle: BGE

- Grundlage für die Veröffentlichung der geologischen Daten ist das Geologiedatengesetz, das am 30. Juni 2020 in Kraft getreten ist.
- Kategorisierung der Daten in Nachweis-, Fach- und Bewertungsdaten.
- BGE hat den Landesämtern Vorschläge für die Kategorisierungen der von ihnen zur Verfügung gestellten Daten binnen einer Woche nach Inkrafttreten des GeoIDG unterbreitet.
- Basierend auf der amtlichen Kategorisierung stellt die BGE die entscheidungserheblichen Daten öffentlich bereit oder nimmt eine Einzelfallabwägung vor.
- Die Datenverfügbarkeit wird stetig voranschreiten. Erste Revision am 16.10.2020 erfolgt.

Video: Was sind entscheidungserhebliche Daten

<https://www.youtube.com/watch?v=H17Li72IM2g>

§ 22 StandAG Ausschlusskriterien

„Ein Gebiet ist nicht als Endlagerstandort geeignet, wenn mindestens eines der Ausschlusskriterien nach Absatz 2 in diesem Gebiet erfüllt ist.“



1. Großräumige Vertikalbewegungen



4. Seismische Aktivität



2. Aktive Störungszone



5. Vulkanische Aktivität



3. Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit



6. Grundwasseralter

Anwendung der Ausschlusskriterien



BUNDEGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

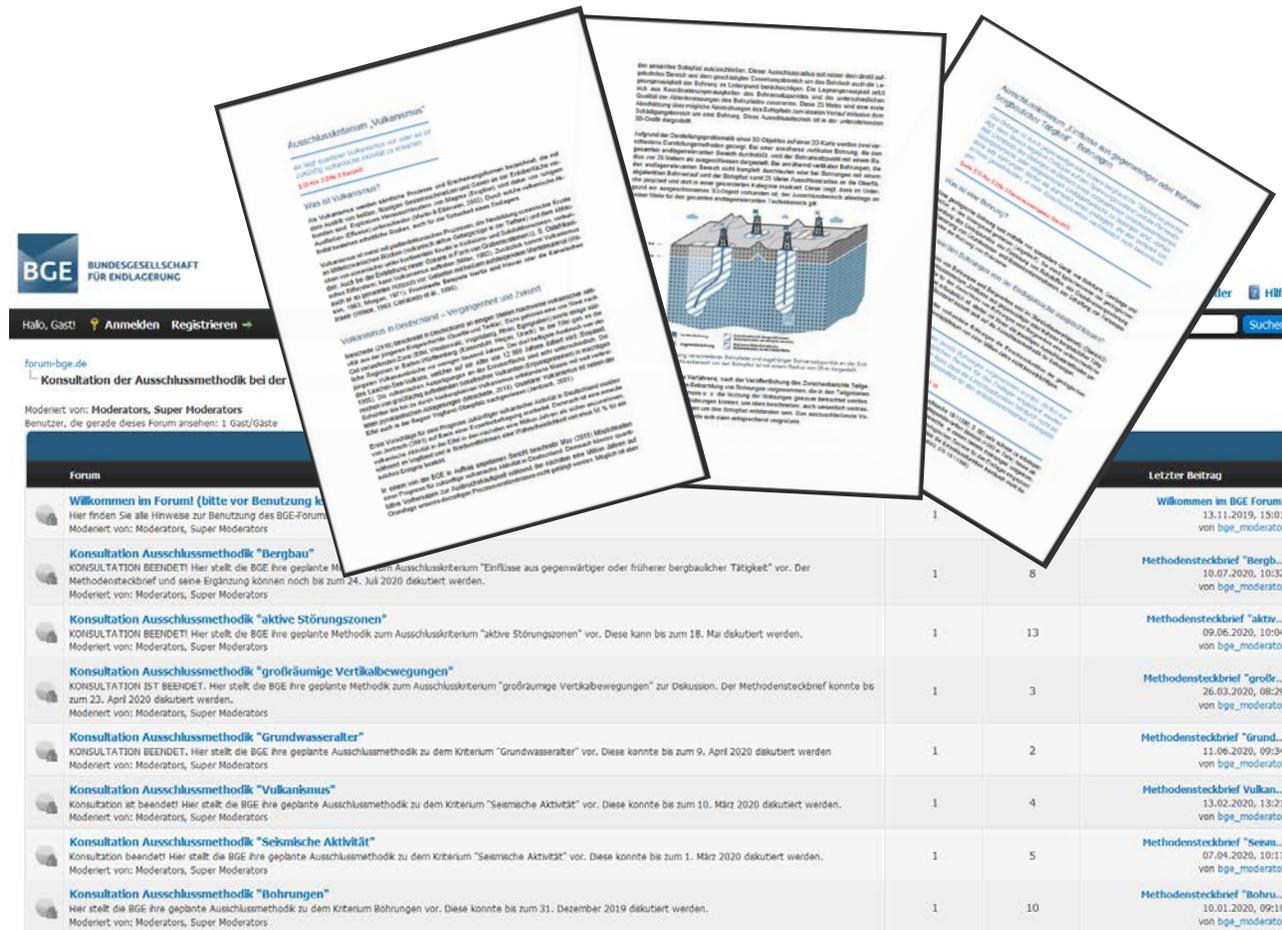
Verfahrensgrundsätze

- Informationsgewinn kann sich nur vergrößernd auf ausgeschlossene Gebiete auswirken
- Alle Ausschlusskriterien werden unabhängig voneinander deutschlandweit angewendet
- Eine Überschätzung von ausgeschlossenen Gebieten soll durch die jeweilige Anwendungsmethode vermieden werden
- Die jeweilige Anwendungsmethode soll bundesweit möglichst einheitlich sein, soweit dies auf Grundlage der von den Bundes- und Landesbehörden gelieferten Daten möglich ist



Onlinekonsultation der Anwendungsmethoden

- Vorgehensweise der Anwendung aller Ausschlusskriterien wurde Online vorgestellt und diskutiert
- Sechs Wochen Diskussionszeit pro Ausschlusskriterium
- Diskussion geprägt von konstruktiven Hinweisen, Fragen und Vorschlägen
- Einige Hinweise führten zu einer Anpassung der Anwendungsmethode



The screenshot shows the BGE forum interface. At the top, there's a navigation bar with 'Hallo, Gast', 'Anmelden', and 'Registrieren'. Below it, the forum title is 'Konsultation der Ausschlussmethodik bei der'. A table lists various consultation topics, each with a title, a brief description, and a 'Letzter Beitrag' (last post) column. The table data is as follows:

Forum	Letzter Beitrag
Willkommen im Forum! (bitte vor Benutzung lesen) Hier finden Sie alle Hinweise zur Benutzung des BGE-Forum. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Willkommen im BGE Forum! 13.11.2019, 15:01 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "Bergbau" KONSULTATION BEENDET! Hier stellt die BGE ihre geplante Methodik zum Ausschlusskriterium "Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit" vor. Der Methodensteckbrief und seine Ergänzung können noch bis zum 24. Juli 2020 diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "Bergbau" 10.07.2020, 10:32 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "aktive Störungszonen" KONSULTATION BEENDET! Hier stellt die BGE ihre geplante Methodik zum Ausschlusskriterium "aktive Störungszonen" vor. Diese kann bis zum 18. Mai diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "aktive Störungszonen" 09.06.2020, 10:04 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "großräumige Vertikalbewegungen" KONSULTATION IST BEENDET. Hier stellt die BGE ihre geplante Methodik zum Ausschlusskriterium "großräumige Vertikalbewegungen" zur Diskussion. Der Methodensteckbrief konnte bis zum 23. April 2020 diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "großräumige Vertikalbewegungen" 26.03.2020, 08:29 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "Grundwasseralter" KONSULTATION BEENDET! Hier stellt die BGE ihre geplante Ausschlussmethodik zu dem Kriterium "Grundwasseralter" vor. Diese konnte bis zum 9. April 2020 diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "Grundwasseralter" 11.06.2020, 09:34 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "Vulkanismus" Konsultation ist beendet! Hier stellt die BGE ihre geplante Ausschlussmethodik zu dem Kriterium "Seismische Aktivität" vor. Diese konnte bis zum 10. März 2020 diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "Vulkanismus" 13.02.2020, 13:21 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "Seismische Aktivität" Konsultation beendet! Hier stellt die BGE ihre geplante Ausschlussmethodik zu dem Kriterium "Seismische Aktivität" vor. Diese konnte bis zum 1. März 2020 diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "Seismische Aktivität" 07.04.2020, 10:11 von bge_moderator
Konsultation Ausschlussmethodik "Bohrungen" Hier stellt die BGE ihre geplante Ausschlussmethodik zu dem Kriterium Bohrungen vor. Diese konnte bis zum 31. Dezember 2019 diskutiert werden. Moderiert von: Moderators, Super Moderators	Methodensteckbrief "Bohrungen" 10.01.2020, 09:10 von bge_moderator

The overlapping document pages show technical text and diagrams. One page features a 3D diagram of a geological cross-section with wells and a fault line, illustrating the application of exclusion criteria. The text discusses the methodology for assessing risks from various geological features like faults, volcanic activity, and groundwater.

Quelle: BGE

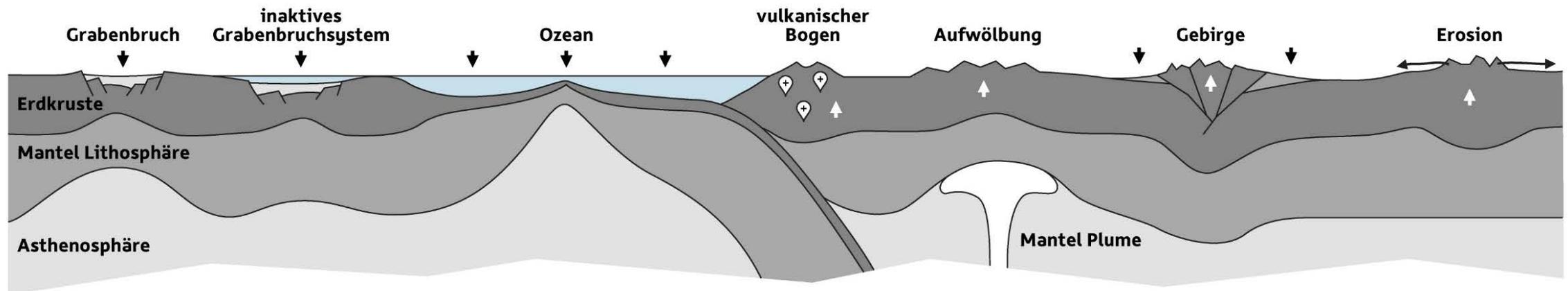


Quelle: Andrej Jakobčič; http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Triglav_z_Debele_peči.jpg

§ 22 Abs. 2 Nr. 1 StandAG
„... es ist eine großräumige geogene Hebung von im Mittel mehr als 1 mm pro Jahr über den Nachweiszeitraum von einer Million Jahren zu erwarten ...“

Welche Prozesse führen zu Vertikalbewegungen der Lithosphäre?

- Horizontale Bewegungen der Lithosphäre (Gebirgsbildung oder Riftsysteme)
- Dynamik des Erdmantels (Mantel Plume)
- Veränderungen an der Erdoberfläche (durch Erosion oder Auflast)



Quelle BGE, verändert nach Teixell et al. (2009)

Kenntnis und Prognose

- Datengrundlage bei Bundes- und Landesbehörden divers – Verweis auf wissenschaftliche Publikationen und geodätische Daten
- Keine Daten zur Prognose
- Abschlussbericht von Jähne-Klingberg et al. (2019): aktueller Stand der Forschung und Grundlage zur Anwendung des Ausschlusskriteriums durch die BGE
- Qualitative Studie zur Eintrittswahrscheinlichkeit von relevanten geogenen Prozessen in Deutschland

Quelle Jähne-Klingenberg et al. 2019



- Hebungsbeträge von mehr als 1000 m innerhalb der nächsten 1 Million Jahre in Deutschland nicht wahrscheinlich
- Kein Ausschluss von Gebieten auf Grundlage des Ausschlusskriteriums „großräumige Vertikalbewegungen“



§ 22 Abs. 2 Nr. 2 StandAG

„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 Störungszone“ 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.“



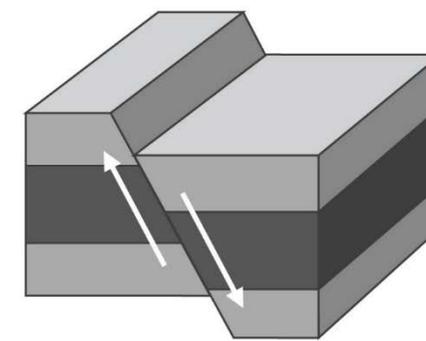
Quelle: Simmon und Jesse 2013, NASA Earth Observatory images

Video: Was ist eine geologische Störungzone

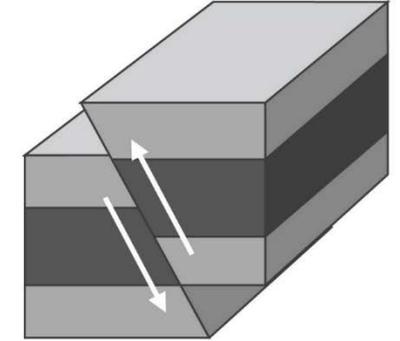
<https://www.youtube.com/watch?v=loHdxOb5HX8>

Störungszonen

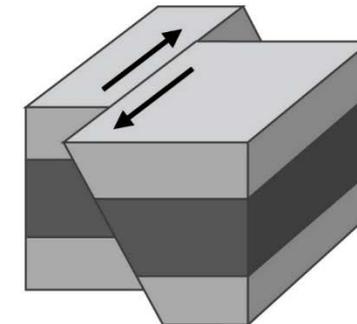
- Brüche in der oberen Erdkruste
- Bewegungssinn abhängig vom Spannungsfeld
- Beeinflussung der hydraulischen Gesteinseigenschaften – besonders aktive Störungszonen



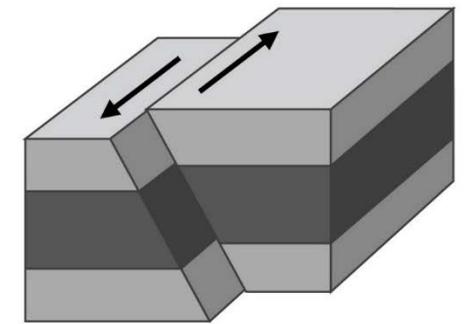
Abschiebung



Aufschiebung



Seitenverschiebung dextral



Seitenverschiebung sinistral

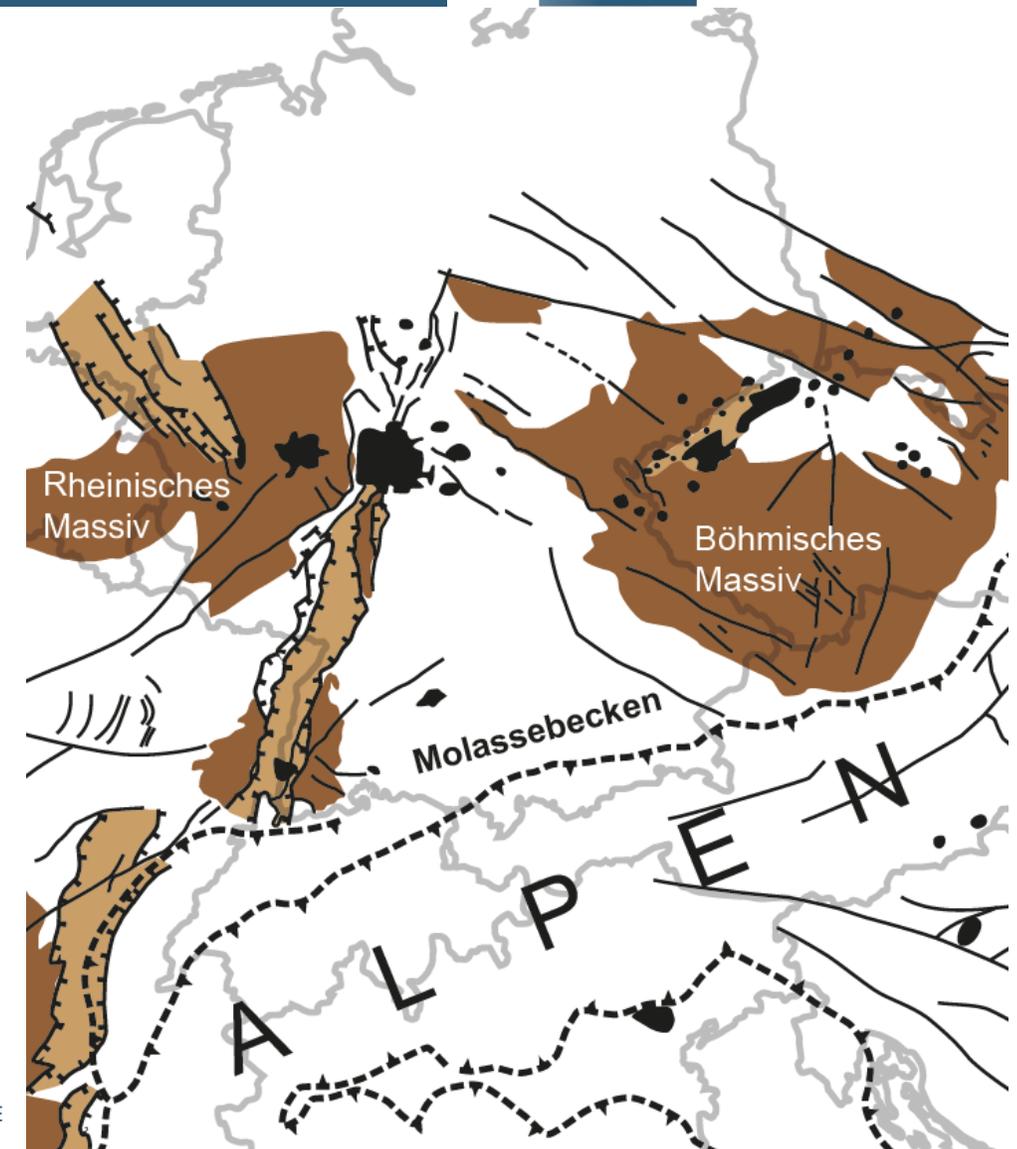
Quelle: BGE

Tektonische Entwicklung Deutschlands

- Tektonische Aktivität seit 34 Millionen Jahren
- Aktive Störungzonen vorwiegend durch Fernwirkung der Alpen

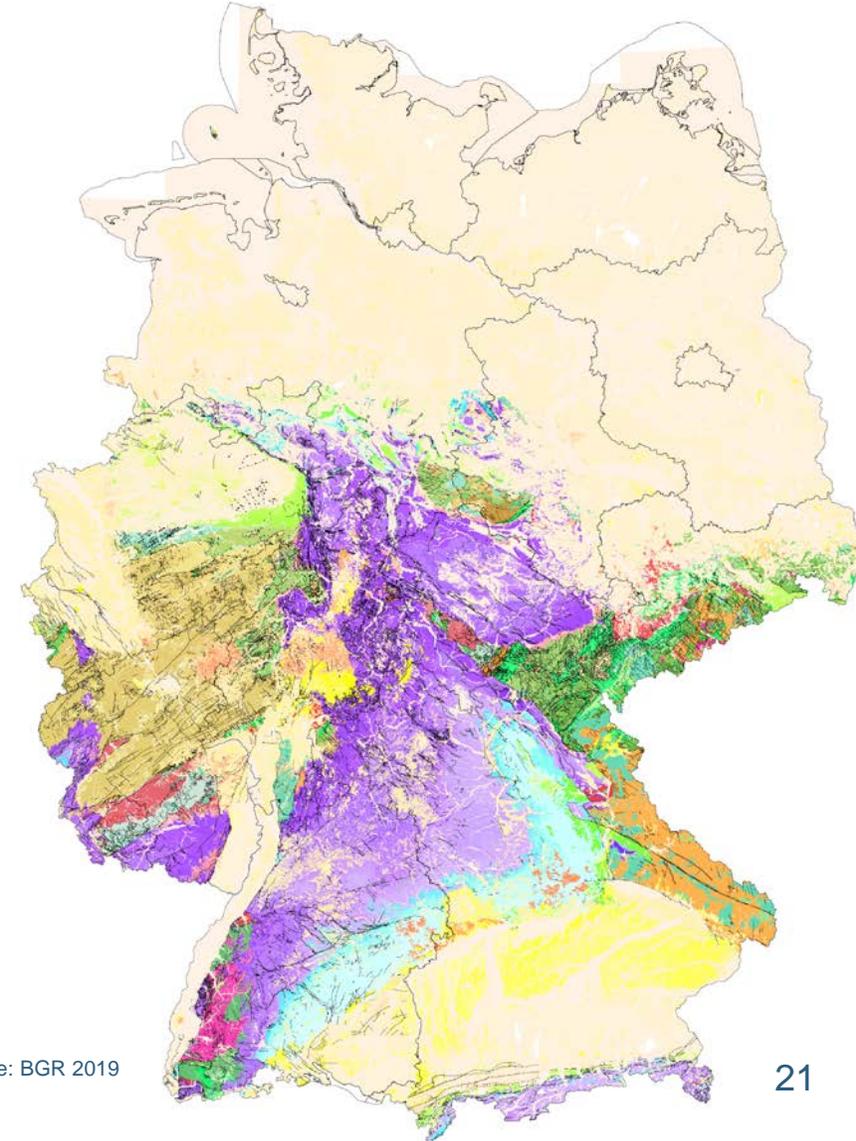
➔ Bildung der Grabensysteme Oberrheingraben und Niederrheinische Bucht sowie des Egergrabens

➔ Entstehung des Molassebeckens



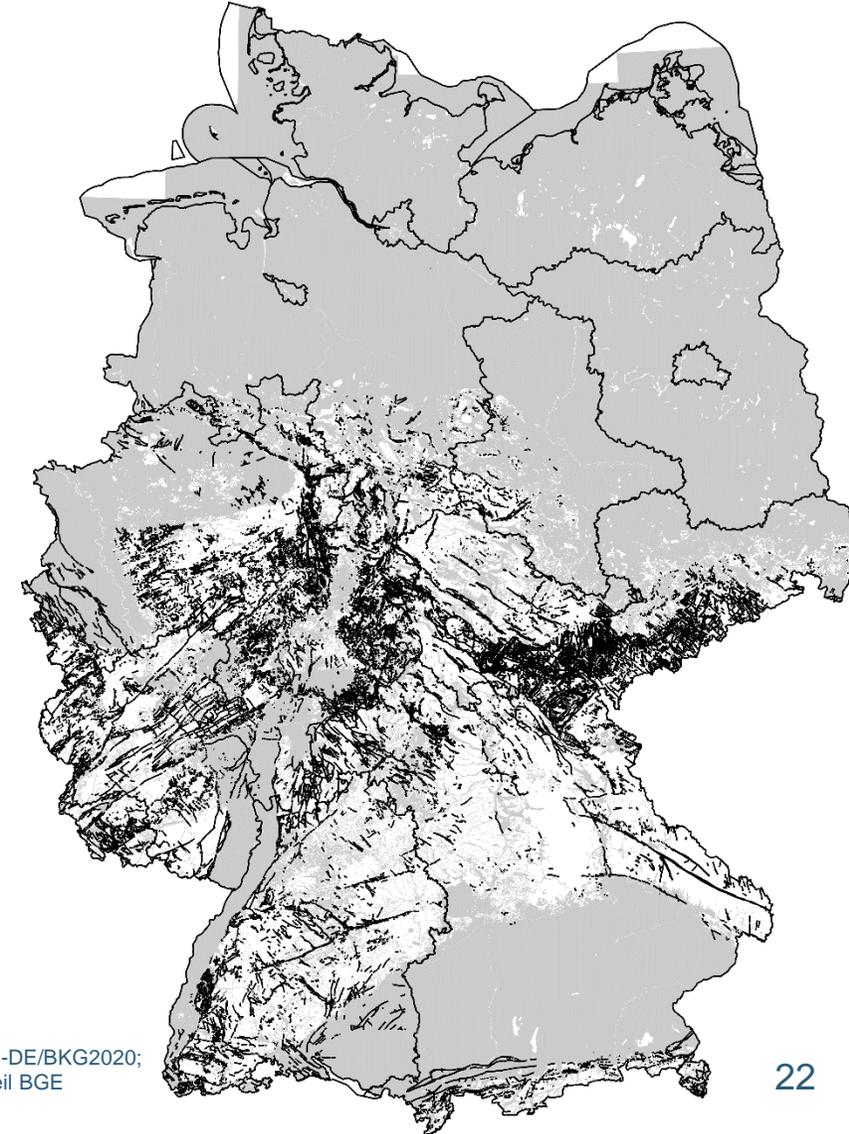
Datenquellen

- kartierte Störungsspuren aus geologischen Karten
- aus 3D-Modellen exportierte Störungsflächen
- Störungsspuren aus Dissertationen und Berichten
- Große, heterogene Datenmengen: ca. 600.000 segmentierte Störungsspuren



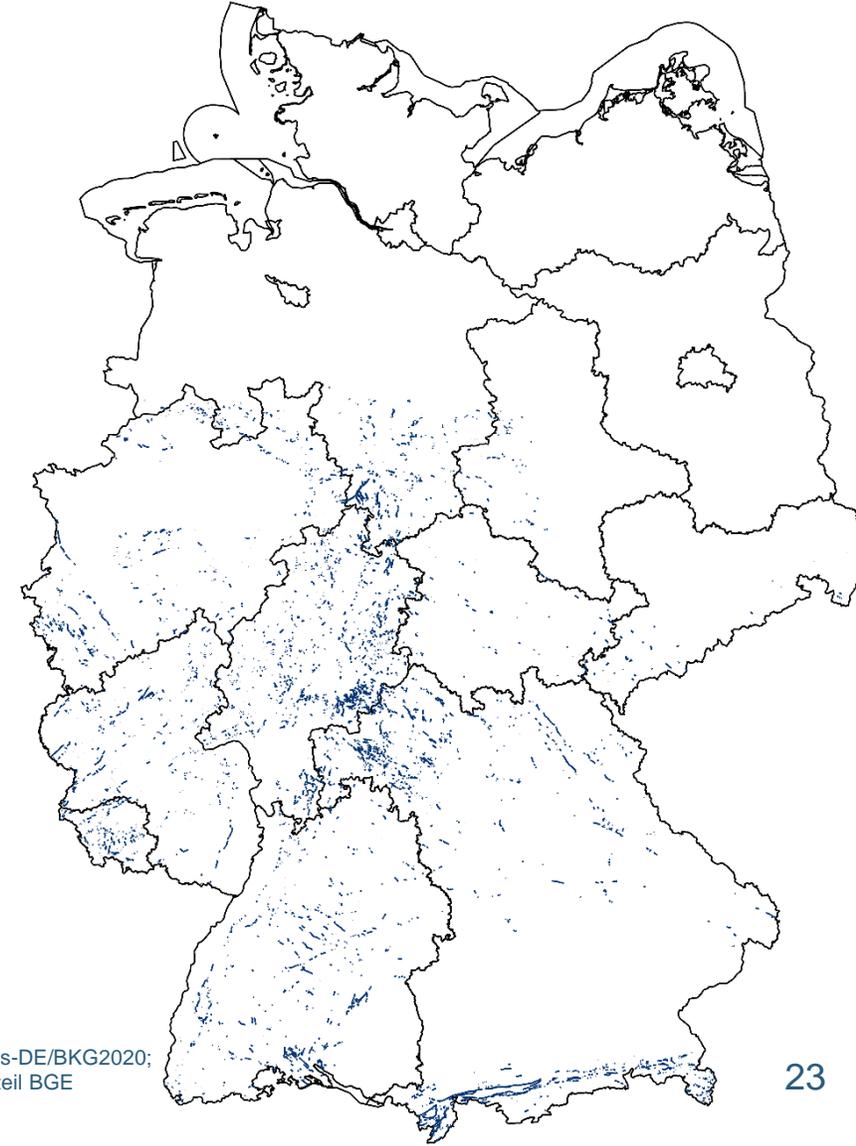
Ausweisung aktiver Störungzonen

1. Identifizierung von Störungzonen, die Gesteinseinheiten mit einem Maximalalter von 34 Millionen Jahren versetzen



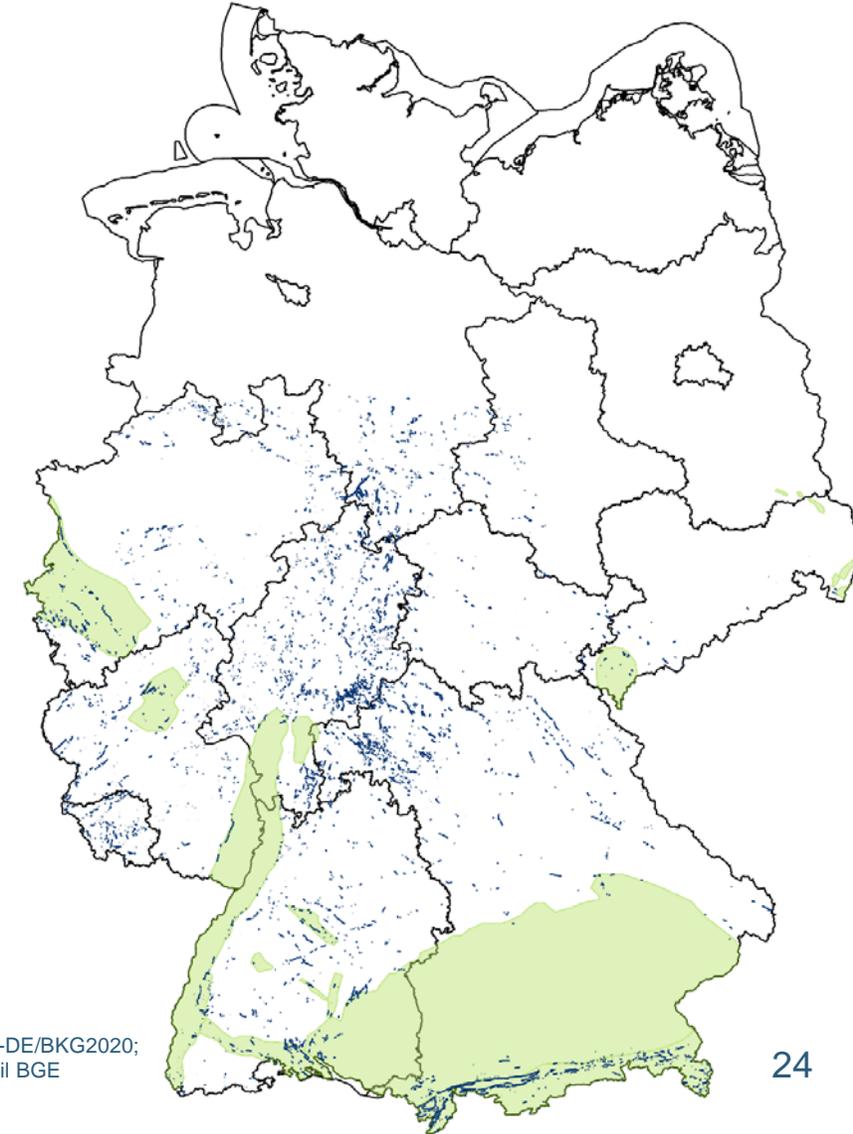
Ausweisung aktiver Störungzonen

1. Identifizierung von Störungzonen, die Gesteinseinheiten mit einem Maximalalter von 34 Millionen Jahren versetzen



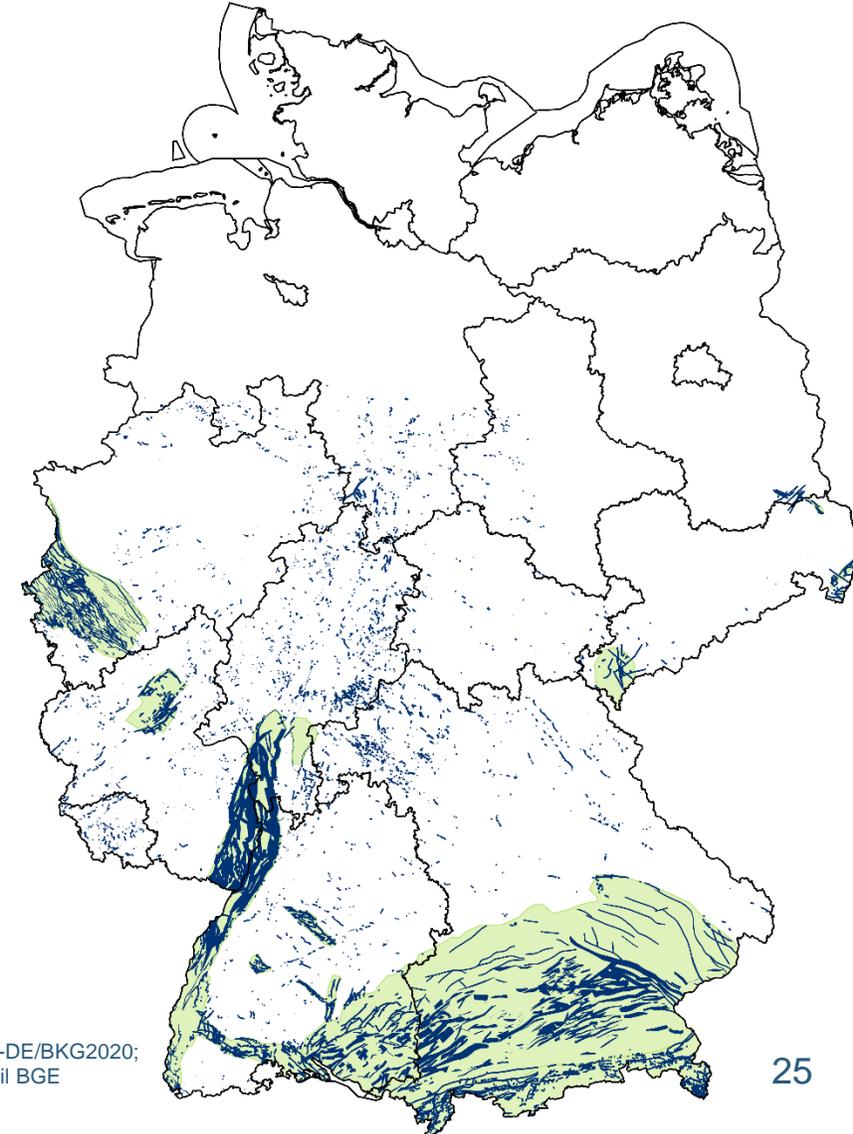
Ausweisung aktiver Störungzonen

1. Identifizierung von Störungzonen, die Gesteinseinheiten mit einem Maximalalter von 34 Millionen Jahren versetzen
2. Identifizierung und Abgrenzung von tektonisch aktiven Großstrukturen



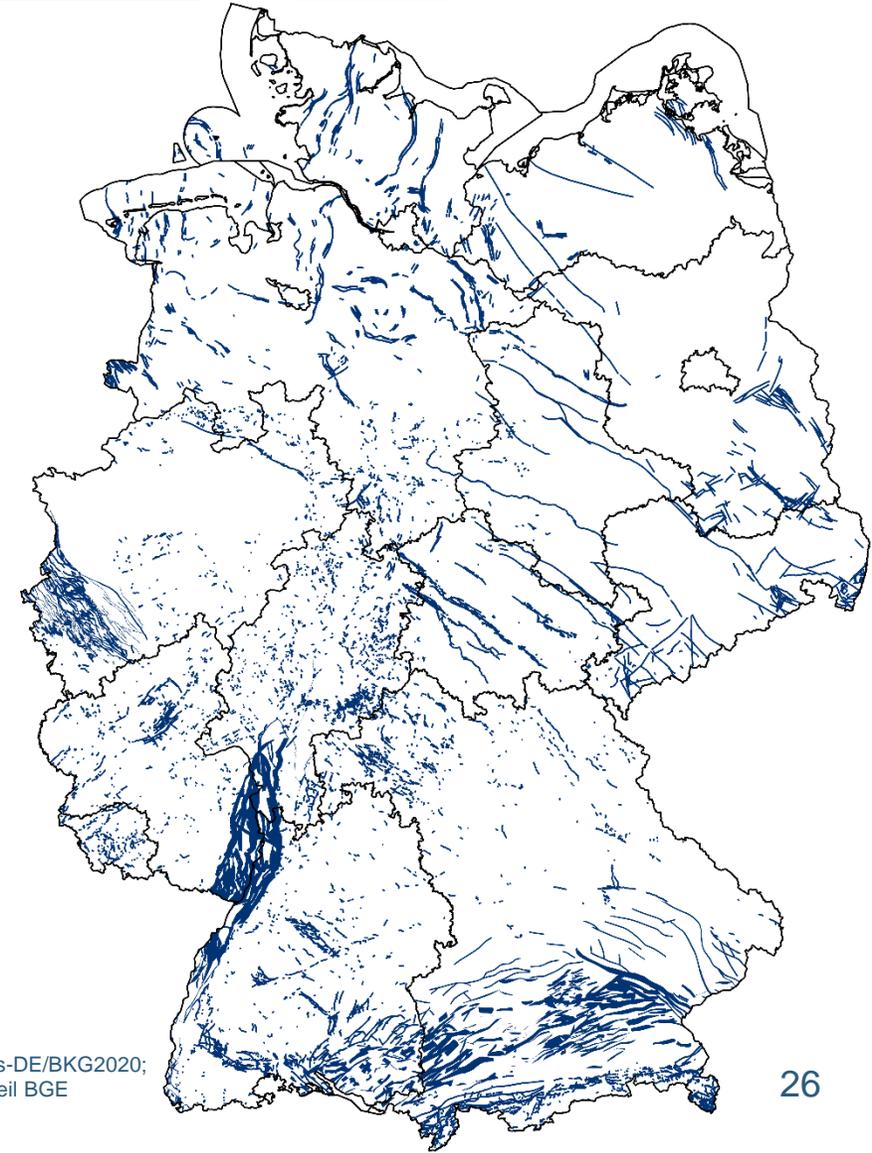
Ausweisung aktiver Störungzonen

1. Identifizierung von Störungzonen, die Gesteinseinheiten mit einem Maximalalter von 34 Millionen Jahren versetzen
2. Identifizierung und Abgrenzung von tektonisch aktiven Großstrukturen



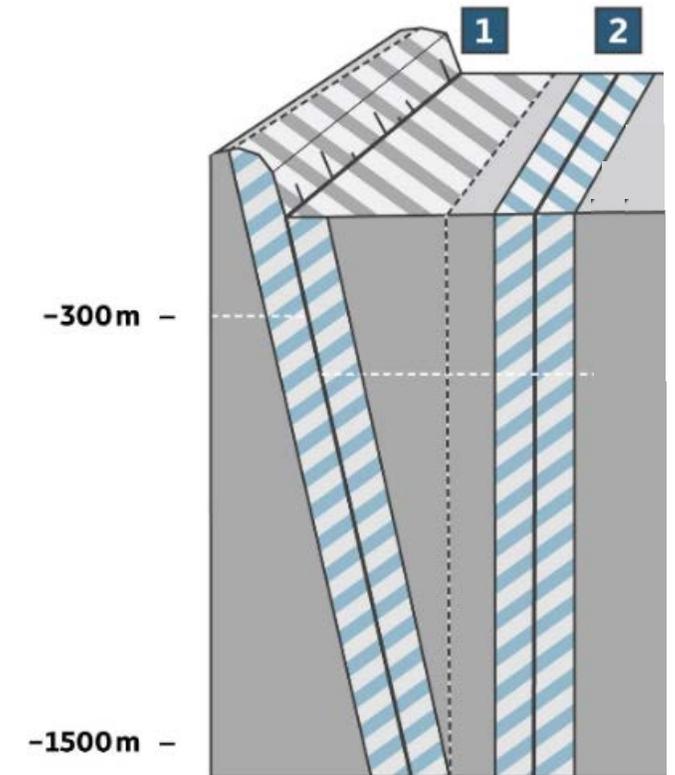
Ausweisung aktiver Störungzonen

1. Identifizierung von Störungzonen, die Gesteinseinheiten mit einem Maximalalter von 34 Millionen Jahren versetzen
2. Identifizierung und Abgrenzung von tektonisch aktiven Großstrukturen
3. Bewertung der Vorschläge der Bundes- und Landesbehörden



Anwendungsmethode

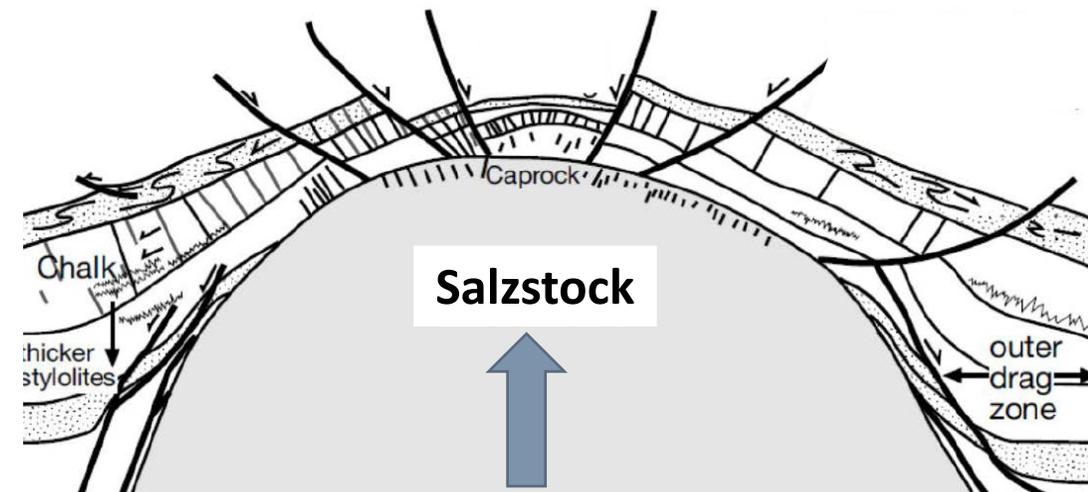
- Ausschluss parallel zur Störungsfläche mit einem Sicherheitsabstand von einem Kilometer.
- Verlauf im Untergrund bekannt: Sicherheitsabstand verläuft parallel zur Störungzonenfläche. Kartendarstellung durch Projektion des Ausschlussvolumens im Untergrund an die Erdoberfläche.
- Verlauf im Untergrund unbekannt: Annahme einer vertikalen Störungsfläche mit parallelem Sicherheitsabstand.



Quelle: BGE

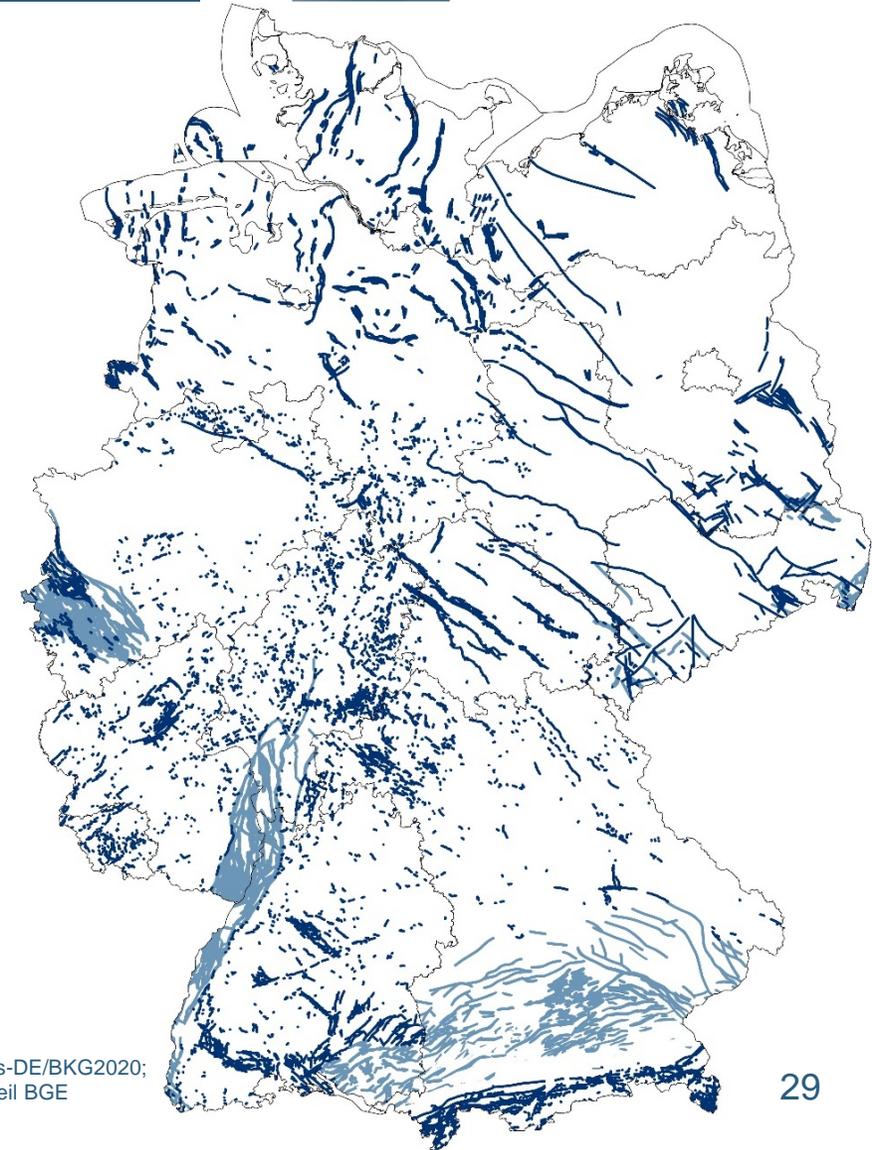
Scheitelstörungen

- Störungszonen im Deckgebirge einer Salzstruktur
- Entstehen durch Aufstiegsbewegung des Salzes
- Keine Fortsetzung innerhalb der Salzstruktur
- Diese für Salzstöcke spezifischen Störungszonen führen zu einem Ausschluss oberhalb der Salzstruktur und nicht zu einem Ausschluss der Salzstruktur selbst



Quelle: Verändert nach Davison et al. (2000)

- Von ca. 600.000 Störungsspurenssegmente konnten ca. 30.500 als aktiv identifiziert werden
- Ergebnisse spiegeln die bekannten tektonischen und seismisch aktiven Elemente wie Oberrheingraben, die Niederrheinische Bucht und die Grabensysteme der Albstadt Scherzone wider
- Nahezu keine Inkonsistenzen an Landesgrenzen



§ 22 Abs. 2 Nr. 2 StandAG

„... Atektonische beziehungsweise aseismische Vorgänge [...] die zu ähnlichen Konsequenzen für die Sicherheit eines Endlagers wie tektonische Störungen führen können, sind wie diese zu behandeln.“

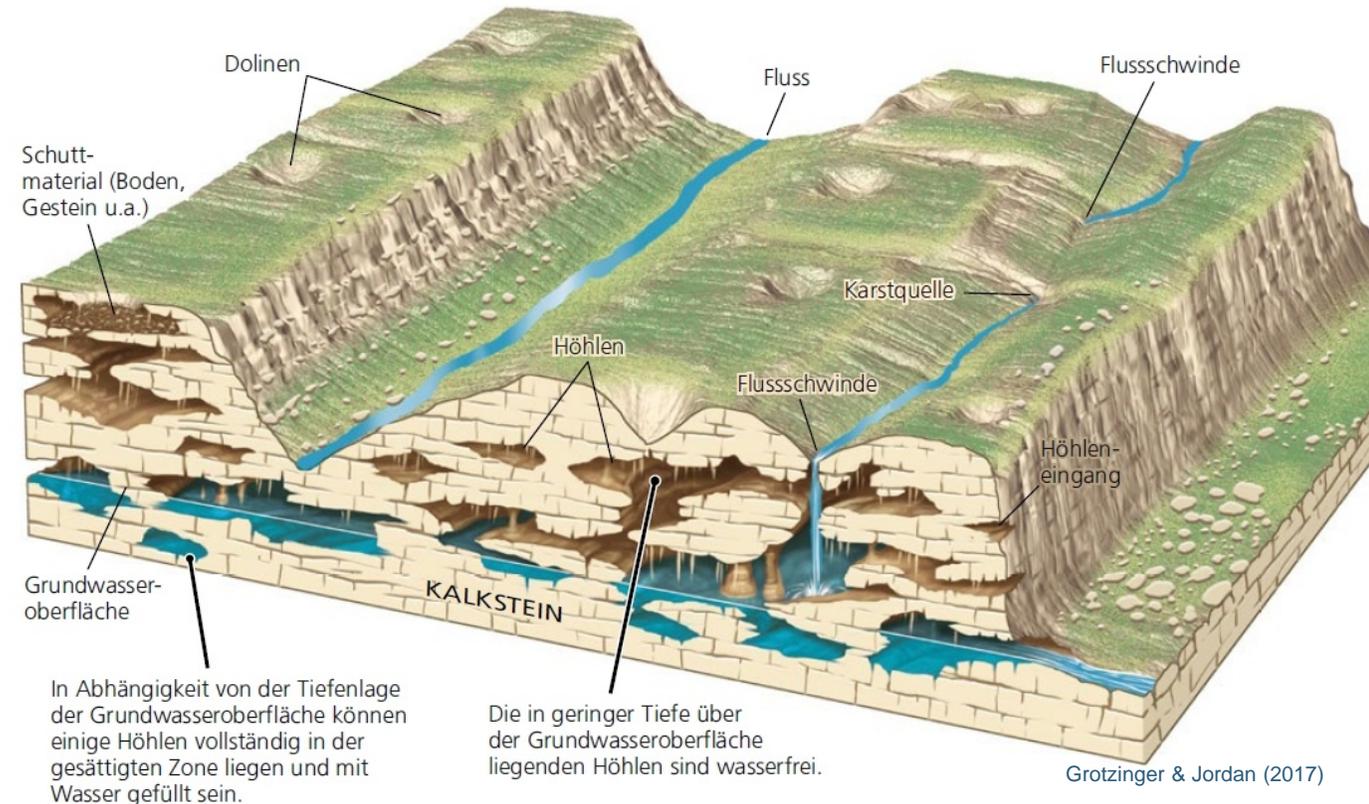


Quelle: Shane Torgeson 2010 https://en.wikipedia.org/wiki/Meteor_Crater#/media/File:Meteorcrater.jpg

- Nicht-tektonische Prozesse die bruchhafte Deformation im Deckgebirge hervorrufen können, z.B.:

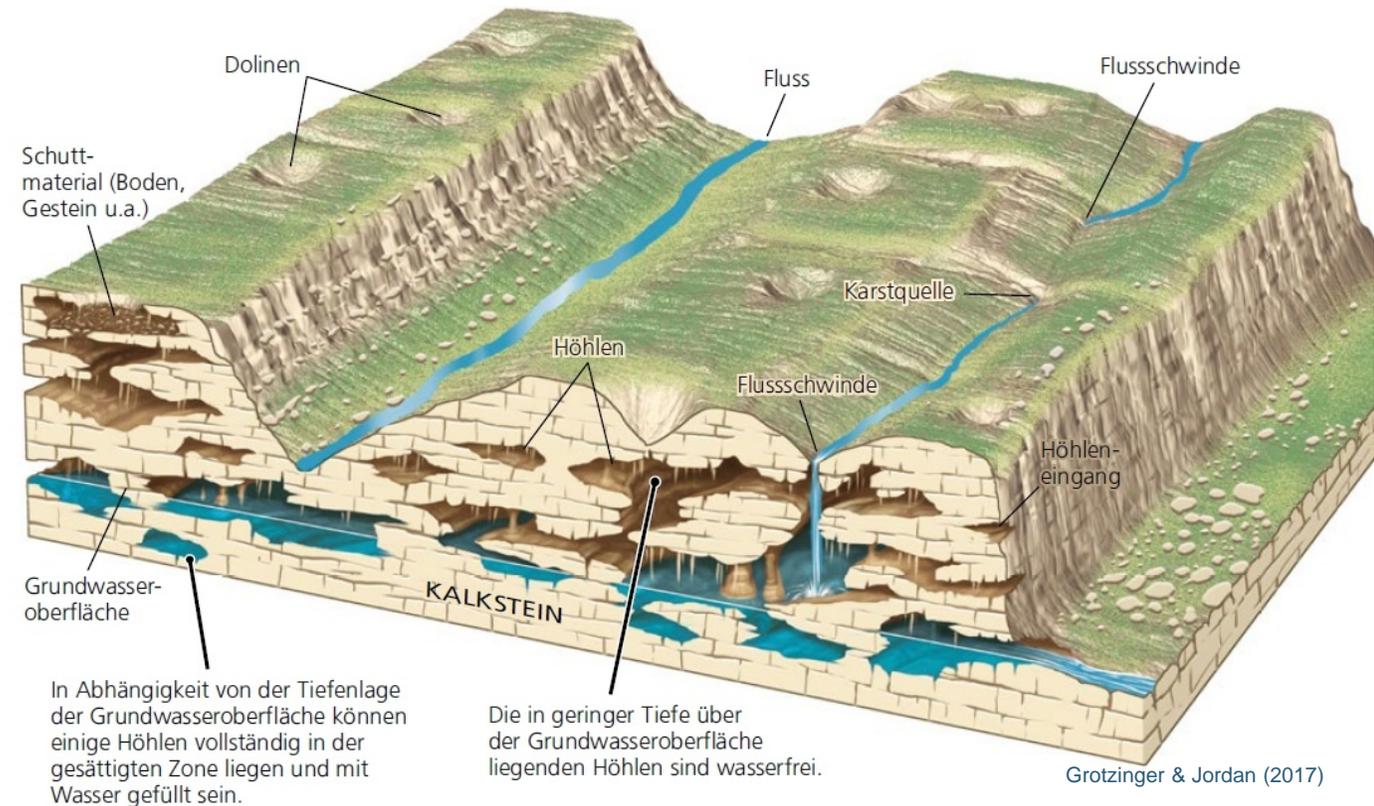
➔ Einbruch von Lösungsholräumen

➔ Impaktereignisse



Datenquellen

- Knapp 200.000 lagebezogene atektonische Vorgänge aus geowissenschaftlichen Karten
- Subrosionskataster
- Publikationen/Berichte

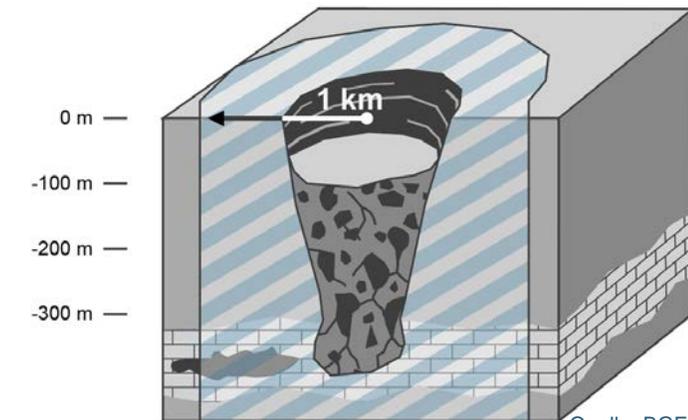
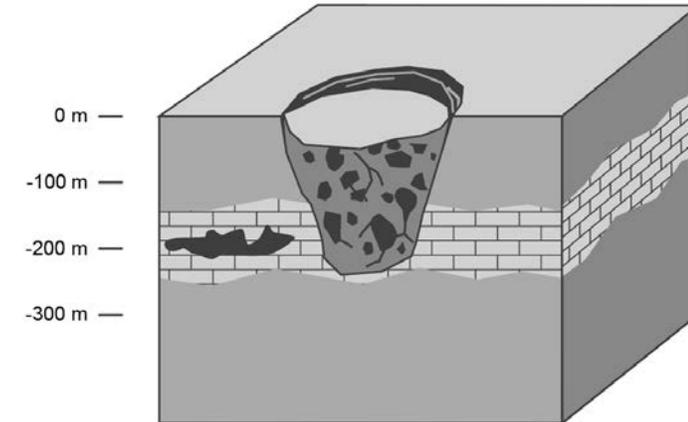


Ermittlung der Entstehungstiefe

- Ausgeschlossene Gebiete werden für atektonische Vorgänge mit einer Entstehungstiefen > 300 m ermittelt
- Entstehungstiefen konnten für einige Strukturen mithilfe von 3D-Modellen und Tiefenangaben von Salzstrukturen ermittelt werden

Anwendungsmethode

- Ermittlung von ausgeschlossenen Gebieten durch Addition von einem Sicherheitsabstand von 1000 m um die jeweiligen Struktur
- Ausschluss erfolgt für alle endlagerrelevanten Tiefen



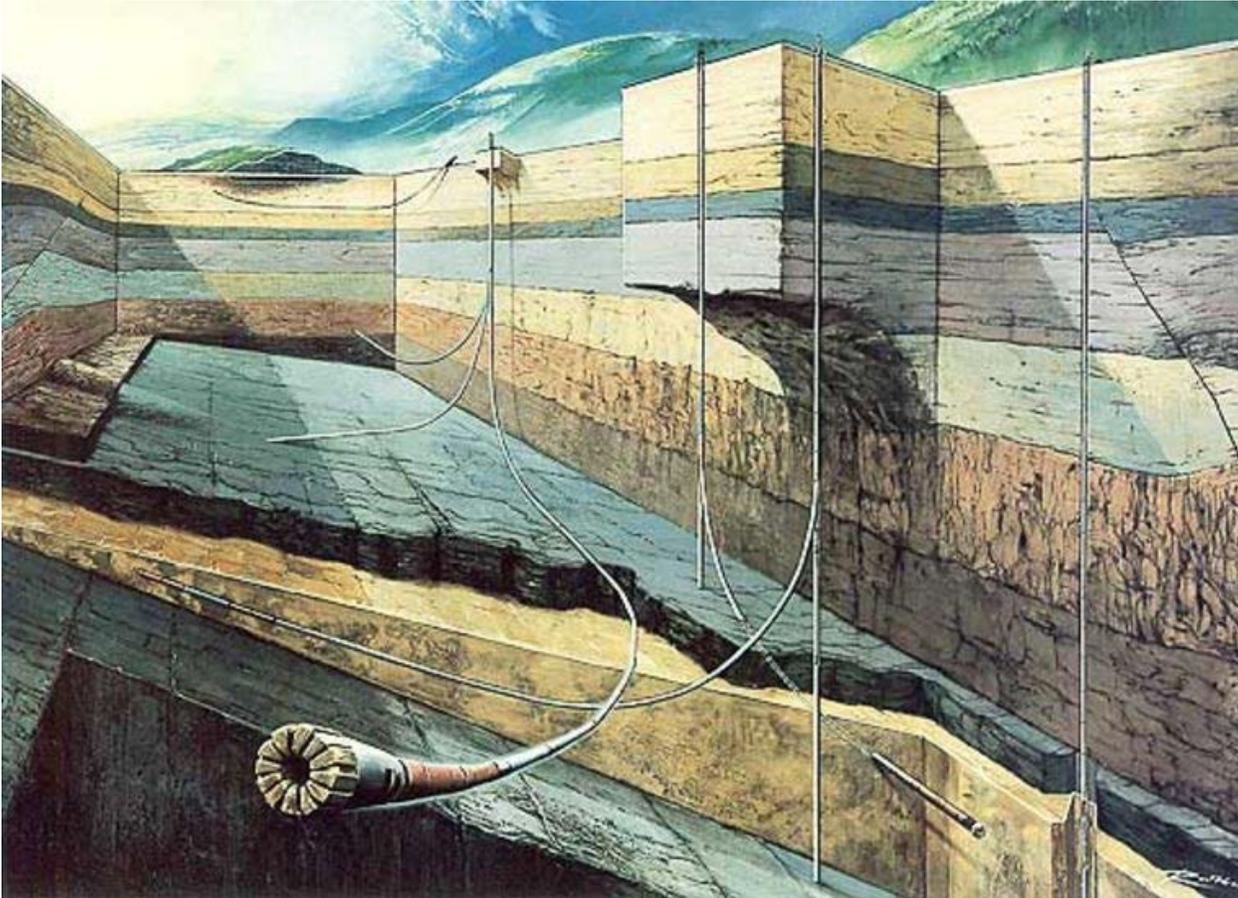
Quelle: BGE

- Insgesamt 582 tektonische Vorgänge führen zu ausgeschlossenen Gebieten
- Davon zwei Impaktstrukturen in Süddeutschland (Nördlinger Ries und Steinheimer Becken)
- Sämtliche weiteren atektonischen Vorgänge sind auf Einbrüche über Lösungsholräumen zurückzuführen



Video Bergwerke/Bohrungen

<https://www.youtube.com/watch?v=L5TjZ4EsC4k>



Quelle: <https://www.bveg.de/Erdgas/Technik-Standards/Aufsuchung-und-Bohren/Bohrtechnik>

§ 22 Abs. 2 Nr. 3 StandAG
„... vorhandene alte Bohrungen dürfen die Barrieren eines Endlagers, die den sicheren Einschluss gewährleisten, in ihrer Einschlussfunktion nachweislich nicht beeinträchtigen.“

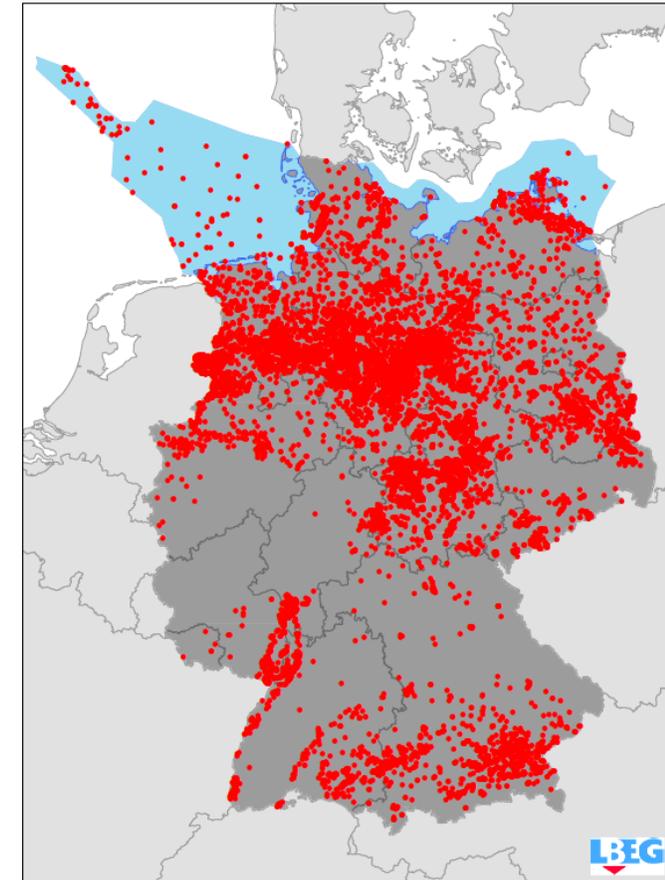
- Durch den Bohrvorgang sowie ggf. durch die spätere Nutzung der Bohrung wird das umgebende Gestein im Bereich des Bohrlochs mechanisch, hydraulisch, thermisch und chemisch beeinflusst
- Dabei kommt es lokal zu Spannungs- und Permeabilitätsveränderungen im Gebirge, z. B. durch Rissbildung sowie Ausbrüche in Bohrlochnähe
- Beeinflussungsbereich abhängig von Gebirgseigenschaften und der Art bzw. Nutzung der Bohrung



Quelle: BGE

Angaben zur Lage und zum Verlauf von Bohrungen:

- ca. 250.000 Bohrungen mit Bohrlochlänge ab 100 m
- ca. 50.000 Bohrungen mit Bohrlochlänge > 275 m
- ca. 15 % der Bohrungen mit Angaben zum Bohrfad
- Datenquellen: Datenbanken (z.B. KW-Datenbank des LBEG), Tabellen



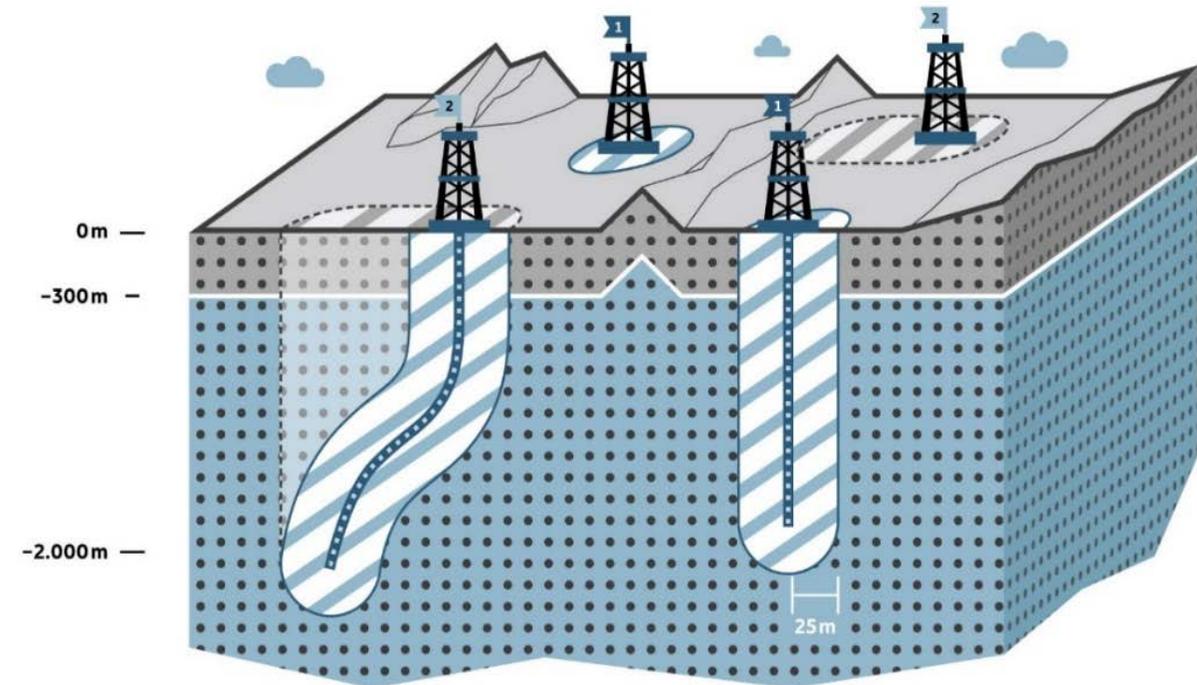
Quelle: LBEG

Bohrungen – Anwendungsmethodik

- Ermittlung ausgeschlossener Gebiete für Bohrungen, deren Einwirkungsbereich 300 – 1500 m unter GOK liegt
- Sicherheitsabstand von 25 m um den Bohrfad (Schädigungsbereich + Lageungenauigkeit)

Kartendarstellung

- Berücksichtigung des Bohrlochverlaufs:
 - a) Vertikalbohrungen
 - b) Abgelenkten Bohrungen
- Berücksichtigung der Bohrlochtiefe



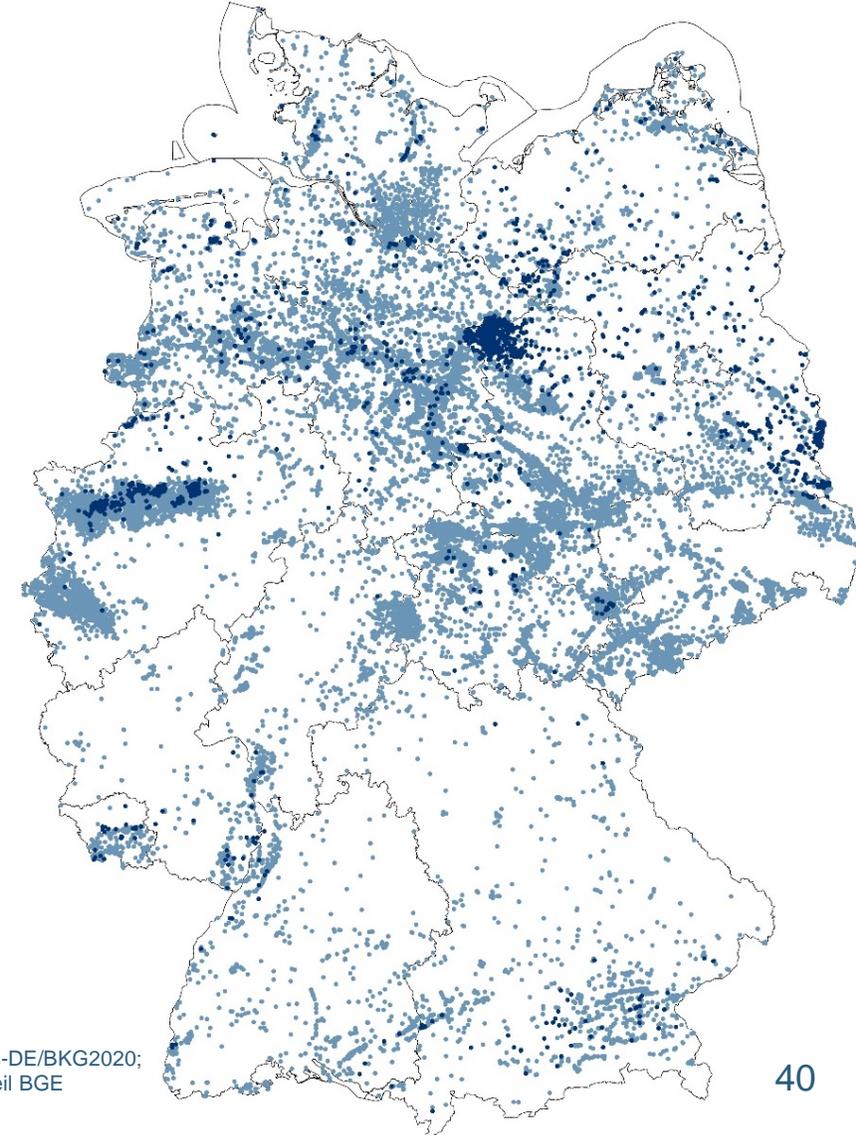
Quelle: BGE

- | | | | |
|----------|--------------------|--|--|
| 1 | Vertikalbohrung | | Ausschlussbereich (Ausgeschlossener Sicherheitsradius um Bohrfad von 25 m) |
| 2 | Abgelenkte Bohrung | | Projizierter Bohrfad inklusive Sicherheitsradius an die Erdoberfläche |

- Insgesamt wurden 248.473 Bohrungen ausgewertet
- Davon liegen 48.549 Bohrungen vollständig oder teilweise im endlagerrelevanten Bereich und führen zu ausgeschlossenen Gebieten
- Bohrungsdichte abhängig von Rohstoffvorkommen



Für die Kartendarstellung wurden die ausgeschlossenen Gebiete stark vergrößert

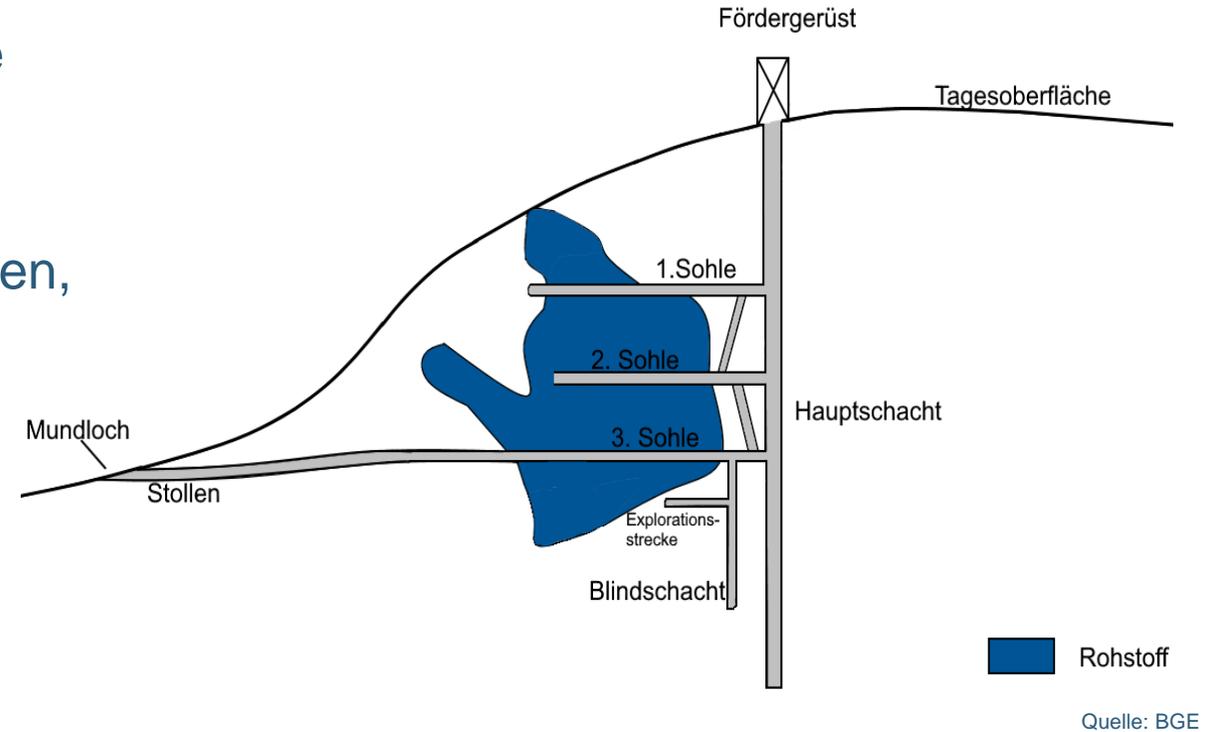




§ 22 Abs. 2 Nr. 3 StandAG
„... das Gebirge ist durch gegenwärtige oder frühere bergbauliche Tätigkeit so geschädigt, dass daraus negative Einflüsse auf den Spannungszustand und die Permeabilität des Gebirges im Bereich eines vorgesehenen einschlusswirksamen Gebirgsbereichs oder vorgesehenen Endlagerbereichs zu besorgen sind ...“

Quelle: BGE
Asse II – 725-m-Sohle

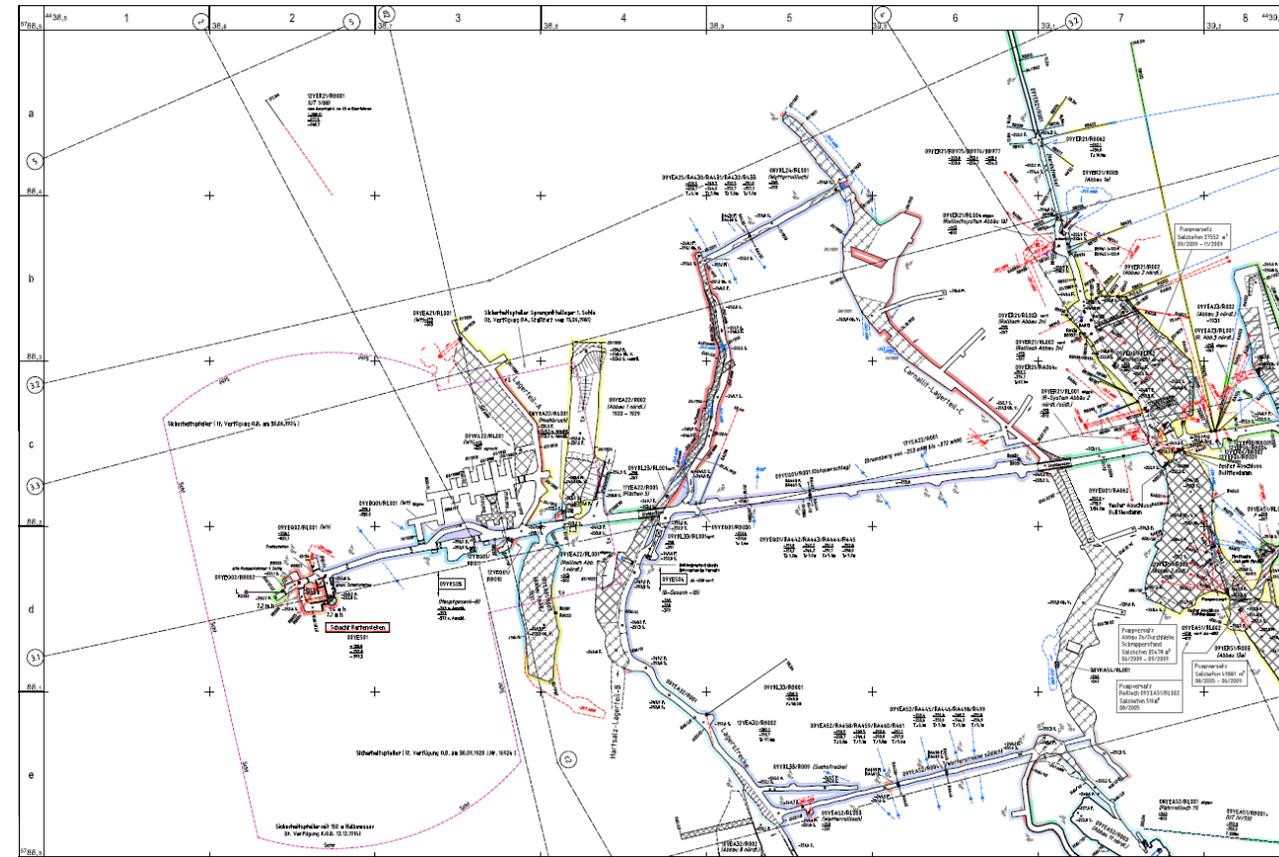
- Untertagebergbau: Erschließung der Lagerstätte durch unterirdische Hohlräume
- Übertagebergbau: Abtragung aller Bodenschichten, die sich über der Lagerstätte befinden
- Kavernenspeicher: infolge der Salzgewinnung geschaffener Hohlraum, der anschließend als Fluidspeicher genutzt wird



➔ Beeinflussung des umliegenden Gebirges

Datengrundlage

- Abfrage: Informationen zur Lage und Erstreckung gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Aktivitäten im Tiefenbereich ab 100 m unter Geländeoberkante
- Datengrundlage: z. B. analoge/digitalisierte Rissblätter, digitale Grubenumrisse und Beeinflussungsbereiche, Text- und PDF-Dokumente



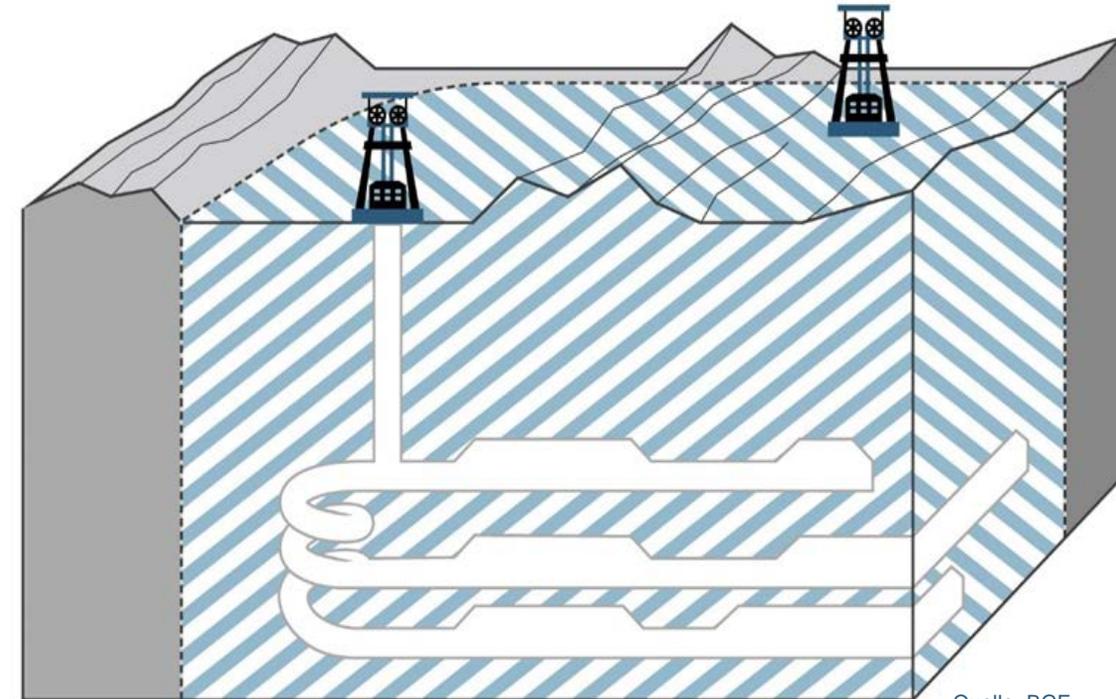
Quelle: BGE

Bergbau – Datengrundlage

- Erfassung, Digitalisierung und Vektorisierung analog vorliegender Geodaten durch die BGE
- Digitalisierungsarbeiten in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg (einschließlich Berlin), Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen (einschließlich Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen), Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen
- Ermittlung von Teufen bergbaulicher Tätigkeiten sowie Georeferenzierung und Vektorisierung von Grubengebäuden und Beeinflussungsbereichen
- Bearbeitung von ca. 3700 Objekten

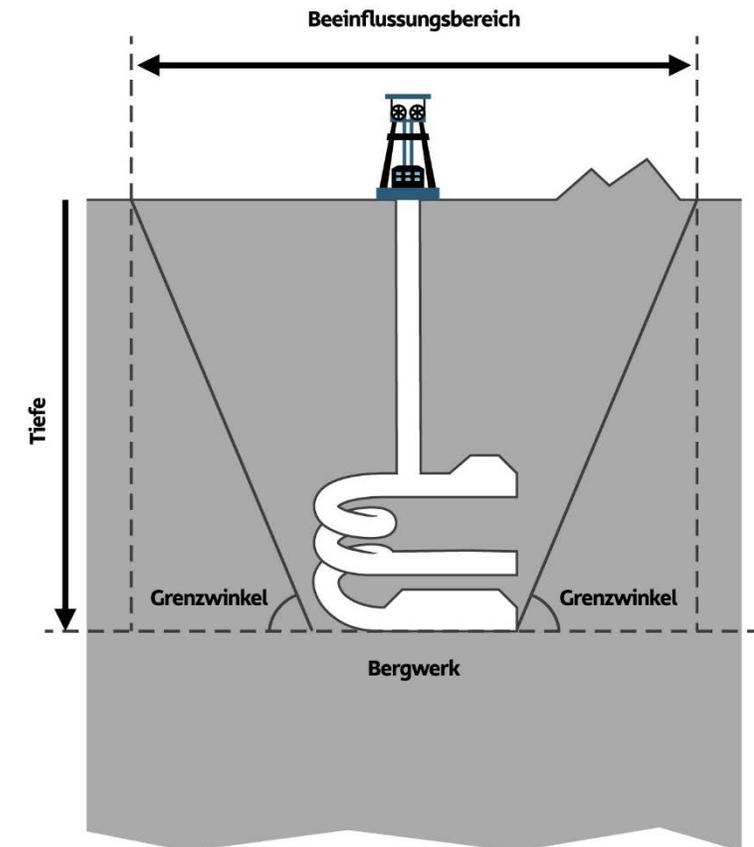


- Nur Bergwerke im endlagerrelevanten Tiefenbereich (300 bis 1500 m unter GOK) führen zu ausgeschlossenen Gebieten
- Abgrenzung anhand von Beeinflussungsbereichen, die die bergmännisch aufgefahrenen Hohlräume im Untergrund umgeben
- Ermittlung ausgeschlossener Gebiete durch Projektion der Beeinflussungsbereiche an die Tagesoberfläche und vertikal bis in 1500 m Tiefe



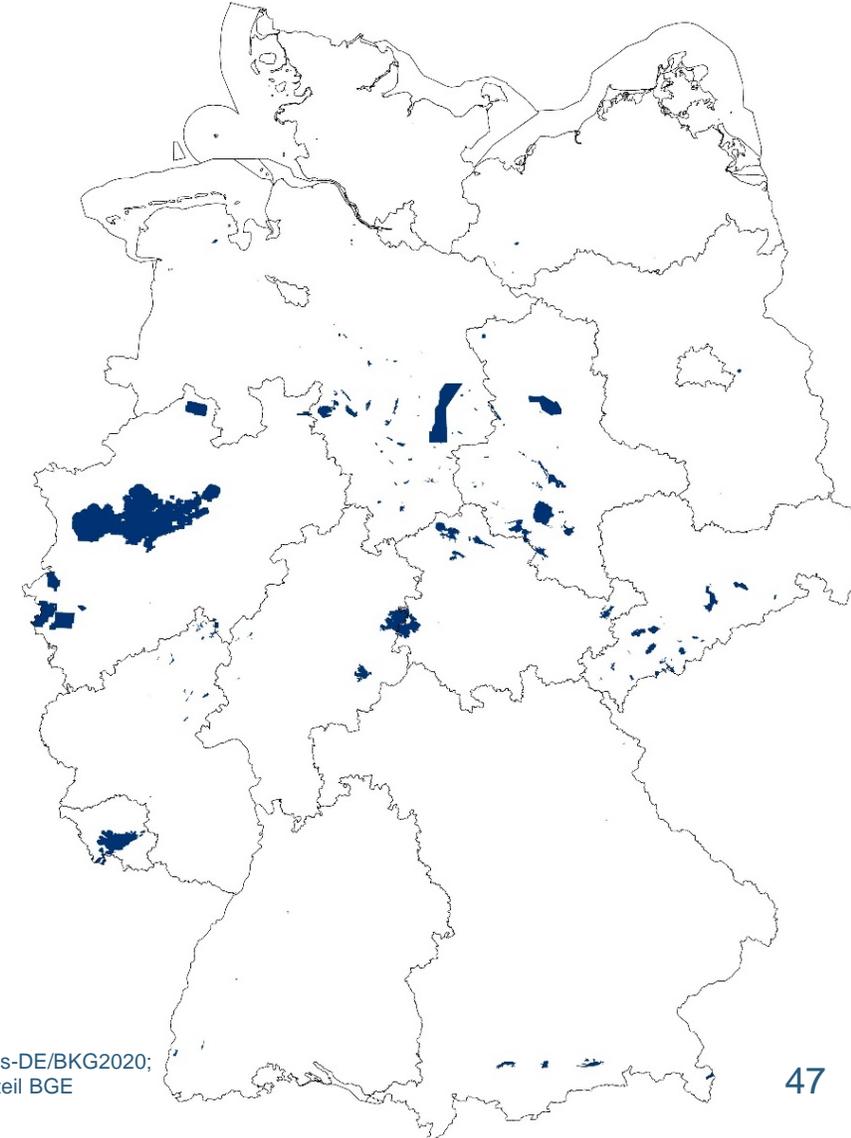
Ermittlung von Beeinflussungsbereichen

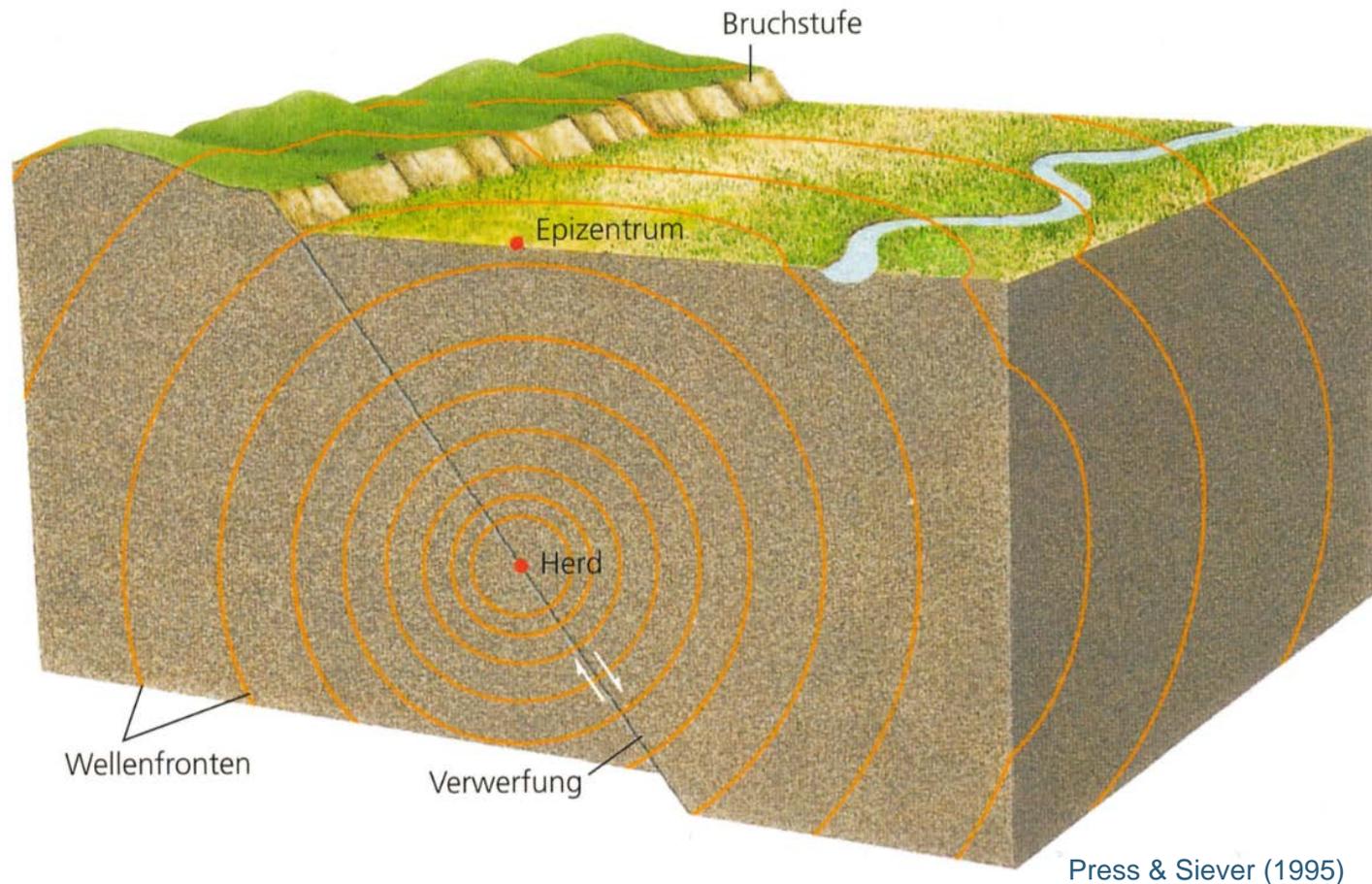
1. Bereitstellung durch Berg- und Landesbehörden
2. Ermittlung durch die BGE (angelehnt an EinwirkungsBergV)
 - Beeinflussungsbereich basierend auf der maximalen räumlichen Ausdehnung des Grubengebäudes
 - Anlegen eines Grenzwinkels an der Umhüllenden des Grubengebäudes
 - Projektion des Grenzwinkels ausgehend von der maximalen Tiefe an die Erdoberfläche



Quelle: BGE

- Insgesamt wurden 686 Bergwerke und Kavernen als ausgeschlossene Gebiete ermittelt
- Bis auf Tagebau Hambach führt nur untertägiger Bergbau zu ausgeschlossenen Gebieten





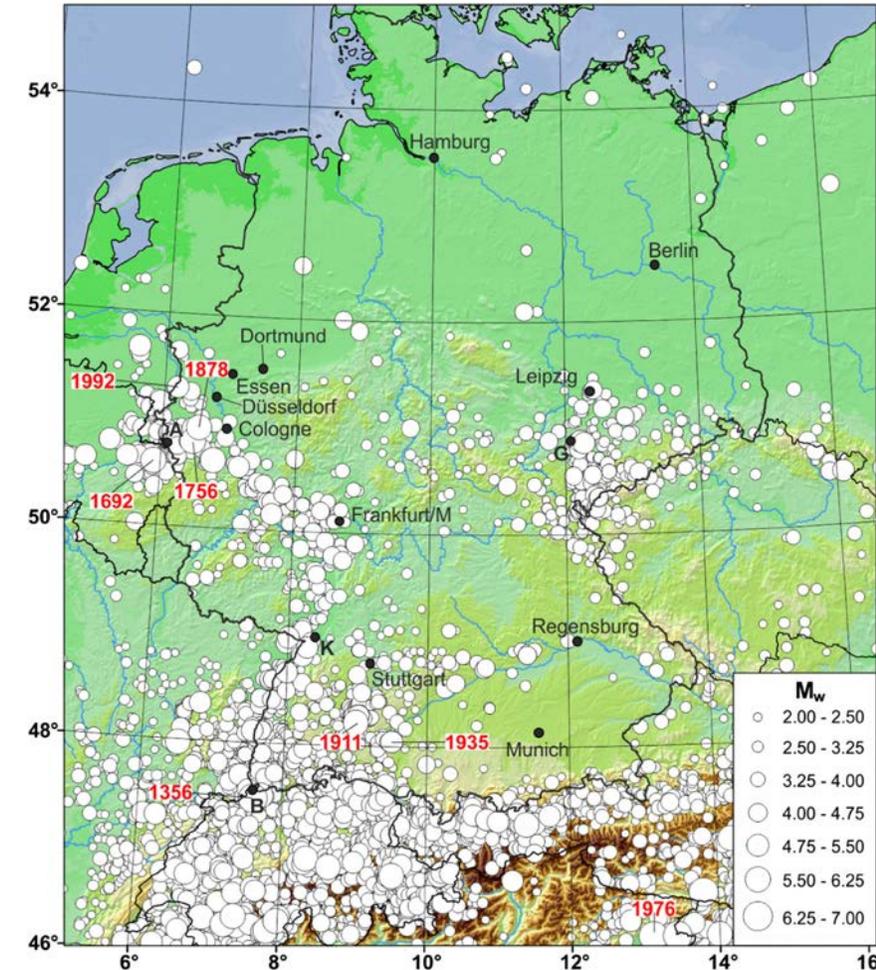
§ 22 (2) 4.
... die örtliche seismische
Gefährdung ist größer als in
Erdbebenzone 1 nach DIN
EN 1998-1/NA 2011/-01 ...

Video Seismische Aktivität

<https://www.youtube.com/watch?v=OqoLw6hy8-g>

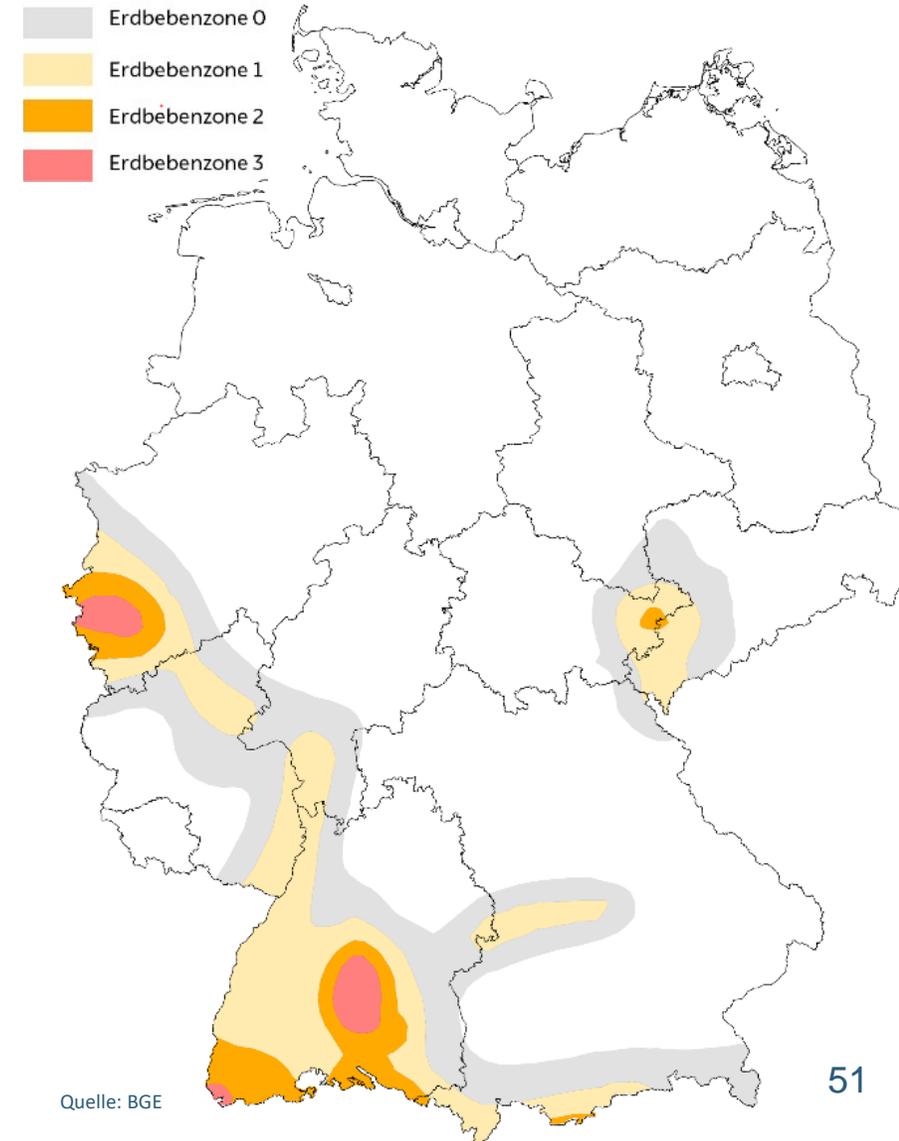
Seismische Aktivität in Deutschland

- Intrakontinentale Lage Deutschlands – vergleichsweise geringe Seismizität
- Regional erhöhte Seismizität vor allem entlang der Alpen, Schwäbische Alb, entlang des Rheins und in Sachsen
- Die übrigen Regionen weisen eine „diffuse“ Seismizität auf

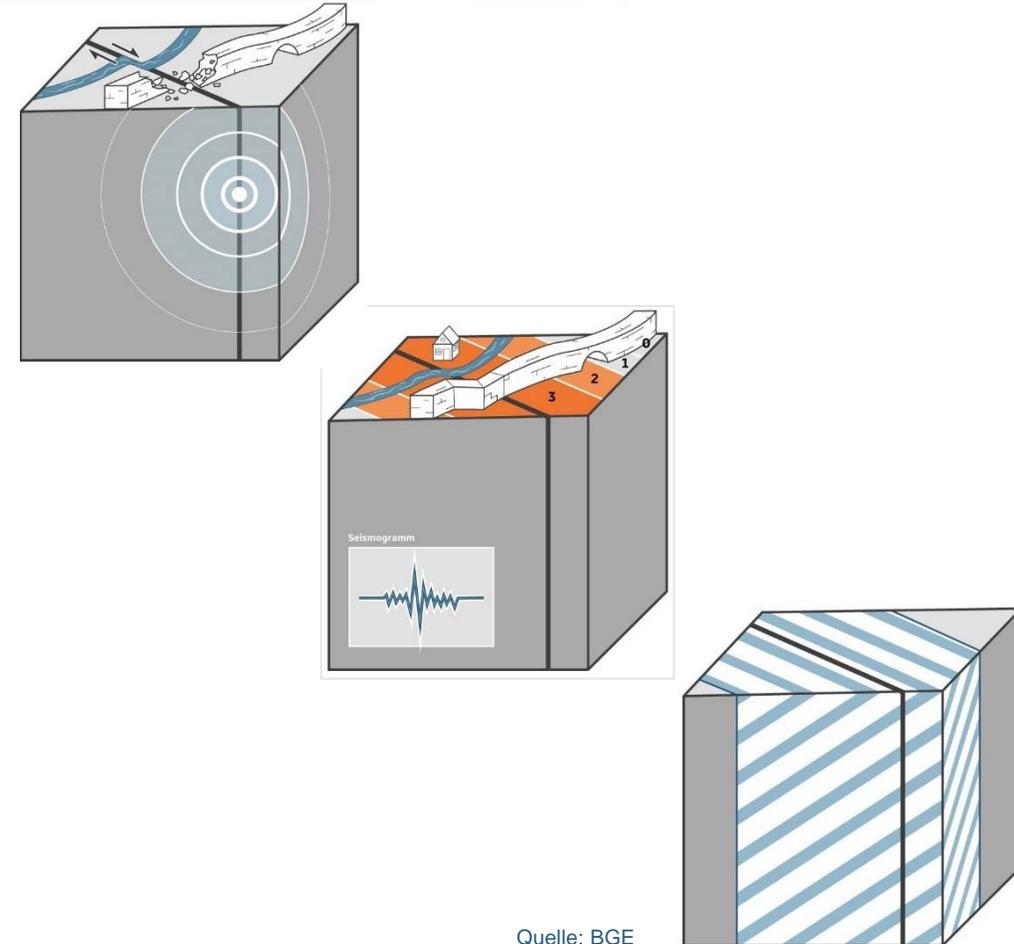


(Quelle: Grünthal et al. 2018).

- Im Rahmen von Datenabfragen wurden der BGE Erdbebenereignisse aus Erdbebenkatalogen sowie GIS-fähige Dateien mit Erdbebenzonen aus DIN EN 1998-1/NA:2011-01 oder DIN 4149:2005-04 übermittelt
- Vektorisierung der Karte der Erdbebenzonen in DIN EN 1998-1/NA:2011-01

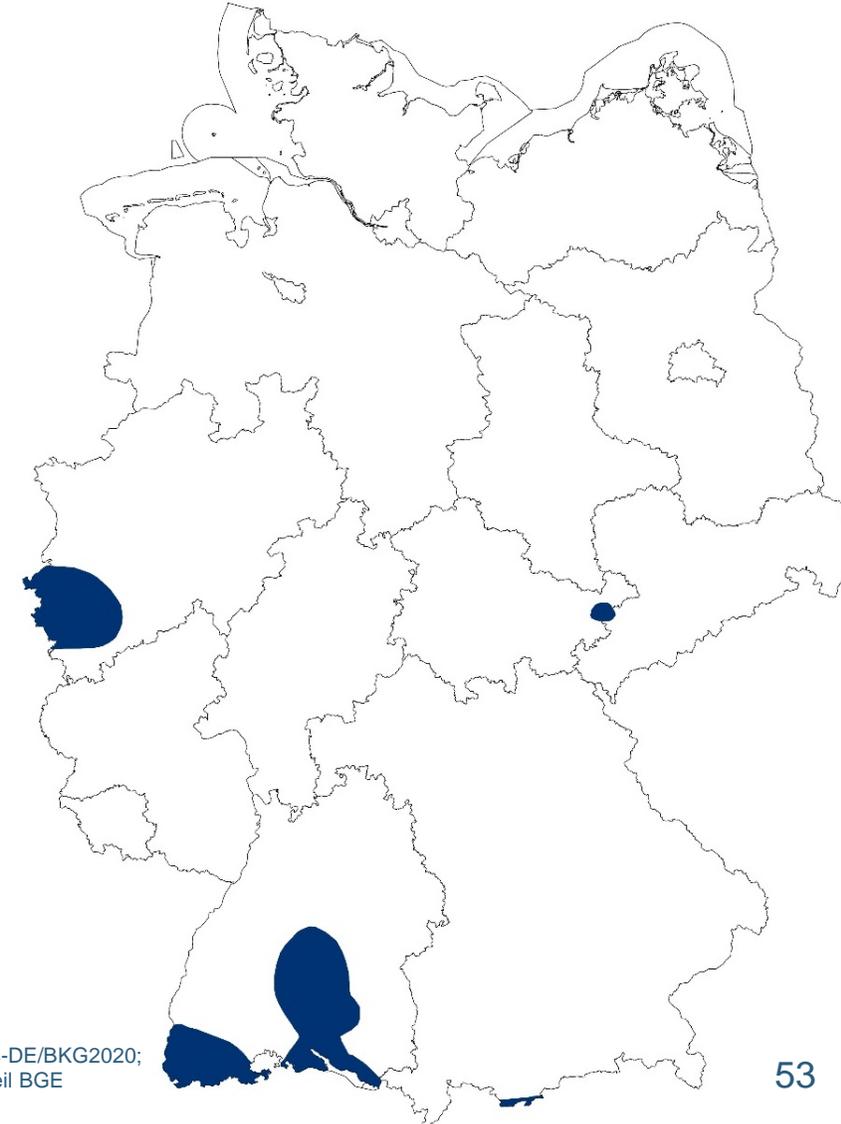


- Auszuschließenden Gebiete ergeben sich aus der „Karte der Erdbebenzonen“ in der DIN EN 1998-1/NA:2011-01
- Die BGE hat alle Gebiete mit einer örtlichen seismischen Gefährdung (nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01) größer als Erdbebenzone 1 ausgewählt und in alle endlagerrelevanten Tiefen projiziert. Die dadurch entstehenden Volumenkörper stellen die ausgeschlossenen Gebiete dar



- Ausgeschlossene Gebiete befinden sich in der Niederrheinischen Bucht in Nordrhein-Westfalen, im Vogtland im Grenzbereich zwischen Thüringen und Sachsen, in Bayern im Alpenvorland sowie in Baden-Württemberg im Schwarzwald, in der Schwäbischen Alb um Tübingen sowie im Alpenvorland am Bodensee

➔ *Der Nationale Anhang der DIN EN 1998-1 befindet sich aktuell in einem Überarbeitungsverfahren*



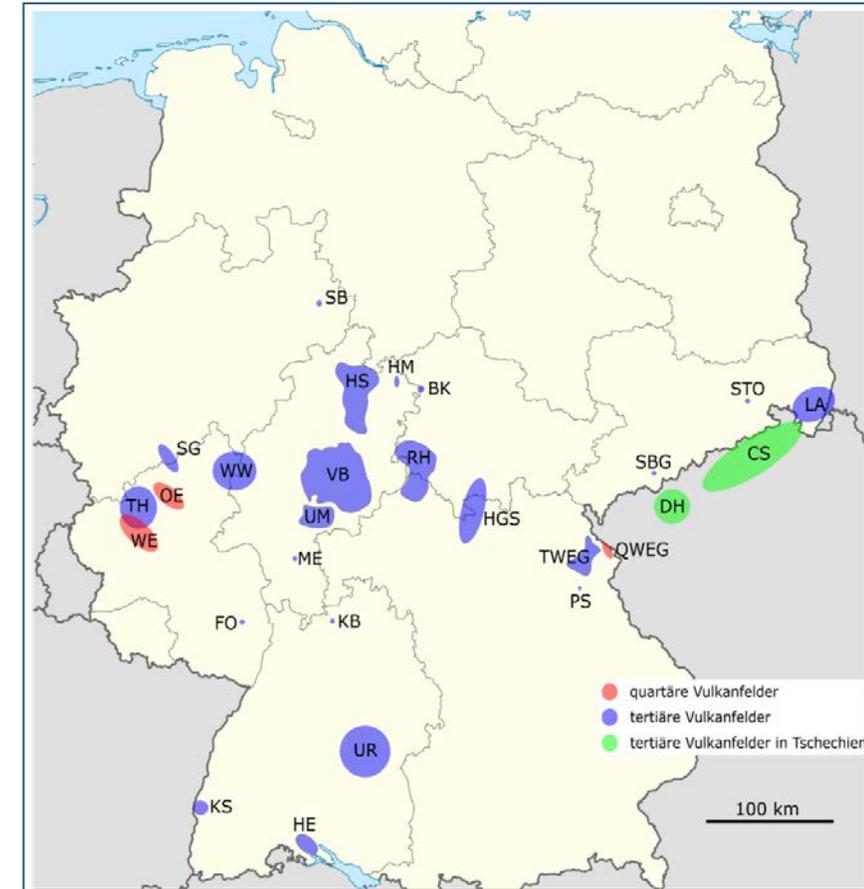


Quelle: peterhartree - originally posted to Flickr as Bárðarbunga Volcano, CC BY 2.0,
https://de.wikipedia.org/wiki/Holuhraun#/media/Datei:B%C3%A1r%C3%B0arbunga_Volcano,_September_4_2014_-_15146259395.jpg

§ 22 Abs. 2 Nr. 5. StandAG
„... es liegt quartärer Vulkanismus vor oder es ist zukünftig vulkanische Aktivität zu erwarten ...“

Vulkanismus in Deutschland

- Tertiärer Vulkanismus (vor 66 bis 2,6 Millionen Jahren)
- Quartärer Vulkanismus (vor 2,6 Millionen Jahre bis heute)
- Tertiärer Vulkanismus in Südwestdeutschland und Mitteldeutschland
- Quartärer Vulkanismus in der Eifel und im Vogtland
- Jüngster Vulkanausbruch: Laacher See Vulkan vor 12 900 Jahren



(Basiskarte nach NordNordWest (2008), Lokalitäten nach Hofbauer (2016))

Vulkanische Aktivität – Datengrundlage

- Ortsangaben aus drei Bundesländern zu quartären Vulkanfeldern (Verteilung quartärer Vulkanite sowie Gefährdungsbereiche aus Hoth et al., 2007)
- Zusammenstellung quartärer Eruptionszentren auf Basis von Literaturangaben durch die BGE
- Abschlussbericht von May et al. (2019): Eine andauernde Aktivität quartärer Vulkangebiete in der Eifel und in der Region Vogtland-Oberpfalz gilt als wahrscheinlich



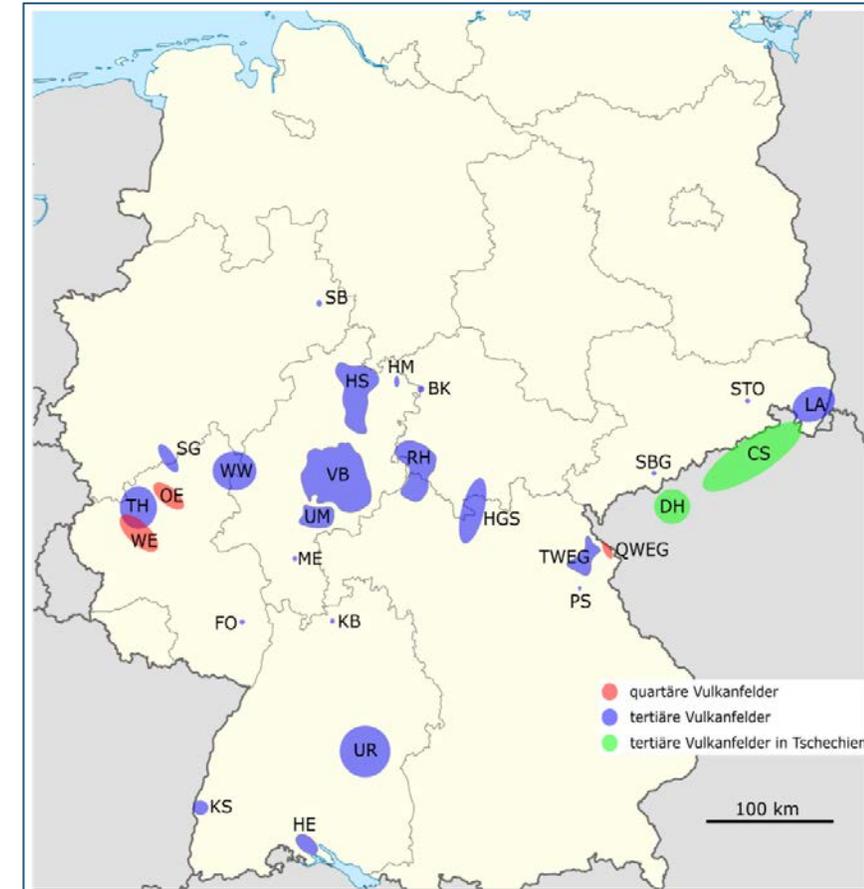
Quelle: May et al. (2019)

Eintrittswahrscheinlichkeit zukünftiger vulkanischer Aktivität nach May et al. 2019

Wahrscheinliche bzw. erwartete Aktivität: Eifel und Region Vogtland-Oberpfalz

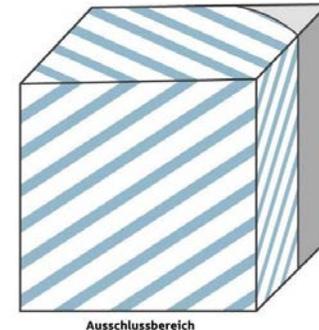
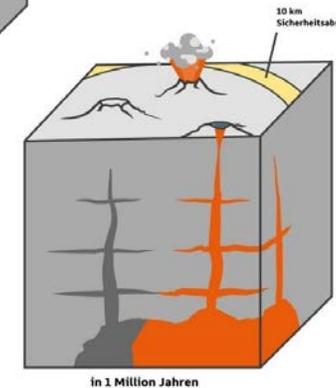
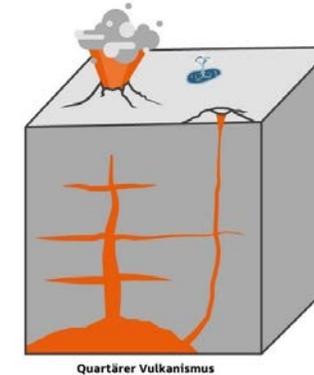
Weniger wahrscheinliche bzw. mögliche Aktivität: In tertiären Vulkanfeldern

Unwahrscheinliche bzw. nicht auszuschließende Aktivität: Gebiete um tertiären Vulkanfeld-Gürtel, mit Hinweisen auf magmatische Aktivität (Temperaturanomalien im Erdmantel, Mofetten und Säuerlinge, Mantelgasaustritte)



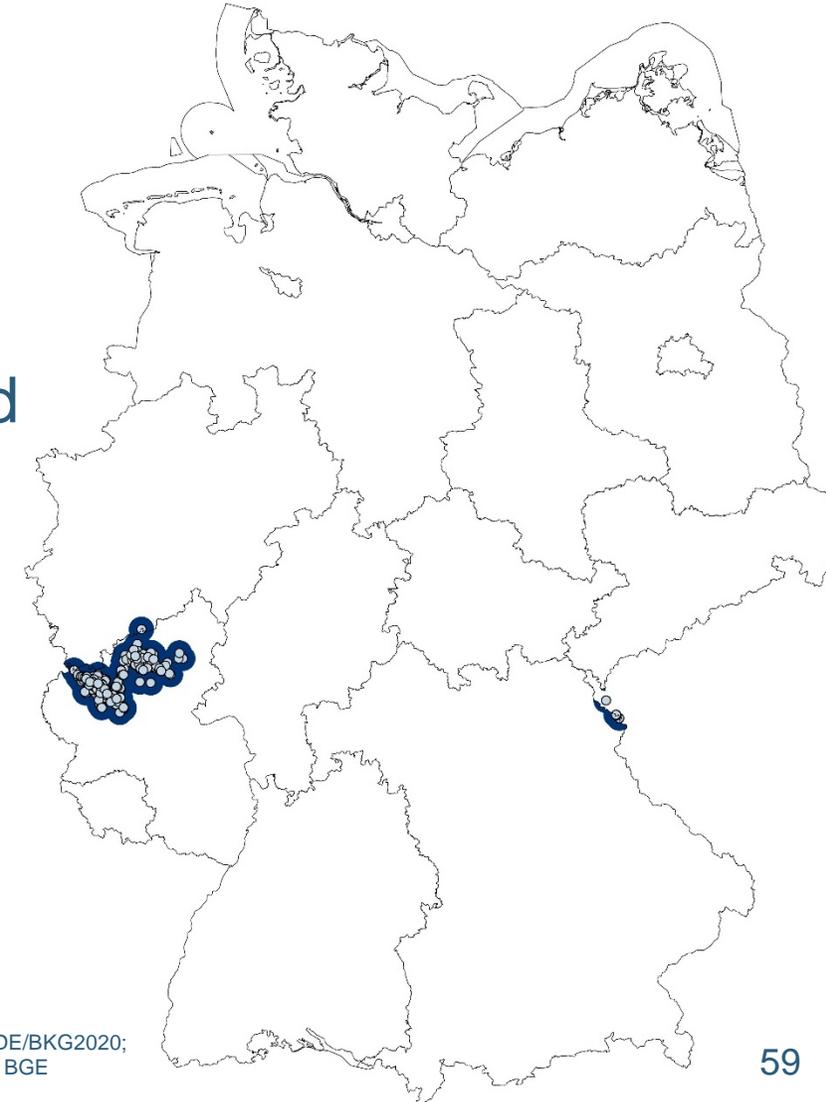
(Basiskarte nach NordNordWest (2008), Lokalisationen nach Hofbauer (2016))

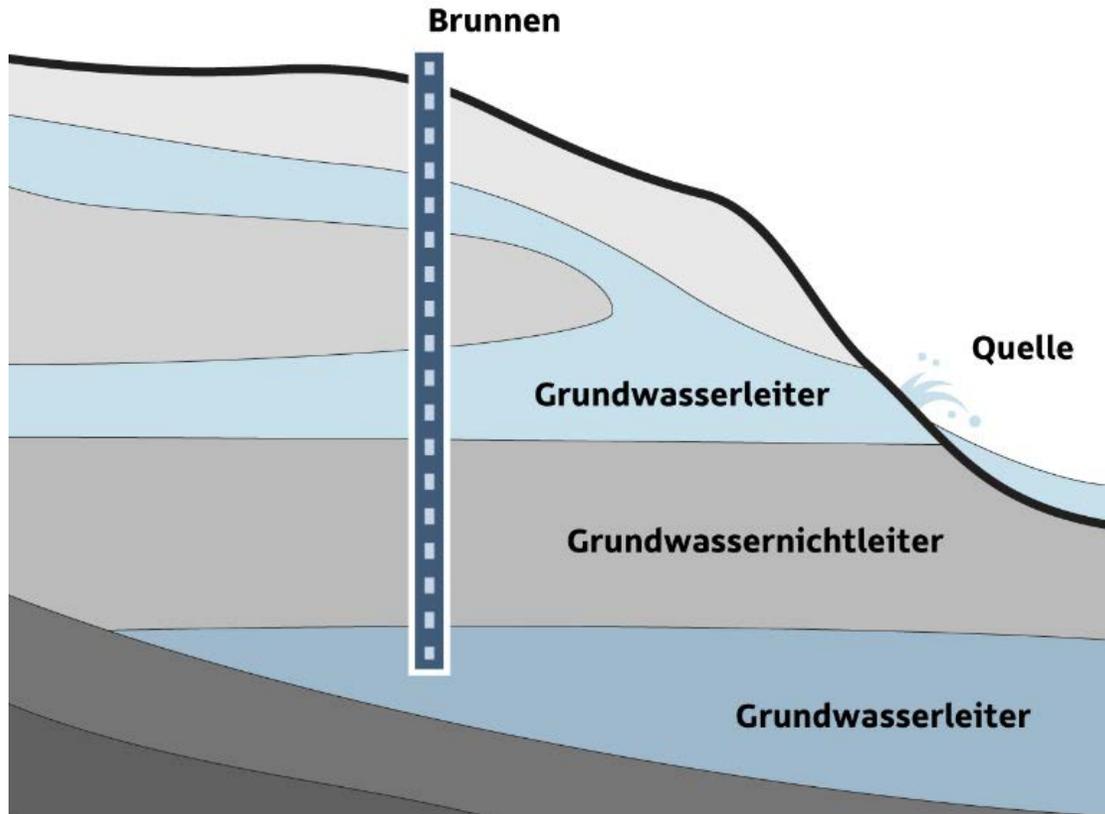
- Ermittlung ausgeschlossener Gebiete, wo quartärer Vulkanismus bekannt oder innerhalb der nächsten 1 Million Jahren zu erwarten ist
- Sicherheitsabstand mit einem Radius von 10 km um jedes quartäre Eruptionszentrum
- Die sich ergebende Fläche wird vertikal für alle endlagerrelevanten Tiefen ausgeschlossen



Quelle: BGE

- Ermittlung ausgeschlossener Gebiete auf Grundlage von insgesamt 352 quartären Eruptionspunkten
- Davon liegen 247 Eruptionspunkte in der Westeifel und 101 in der Osteifel
- 4 Eruptionspunkte befinden sich im Egergraben





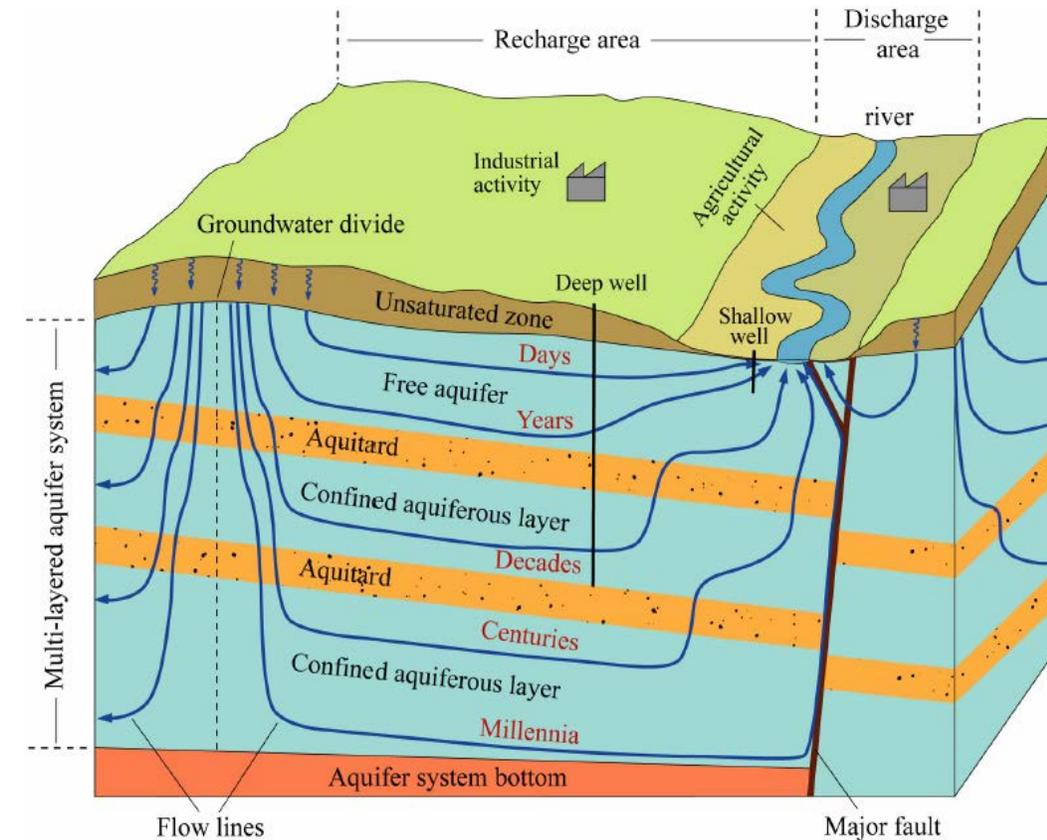
Quelle: BGE

§ 22 Abs. 2 Nr. 6 StandAG

„... in den Gebirgsbereichen, die als einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG) oder Einlagerungsbereich in Betracht kommen, sind junge Grundwässer nachgewiesen worden ...“

Grundwasseralter – Einführung

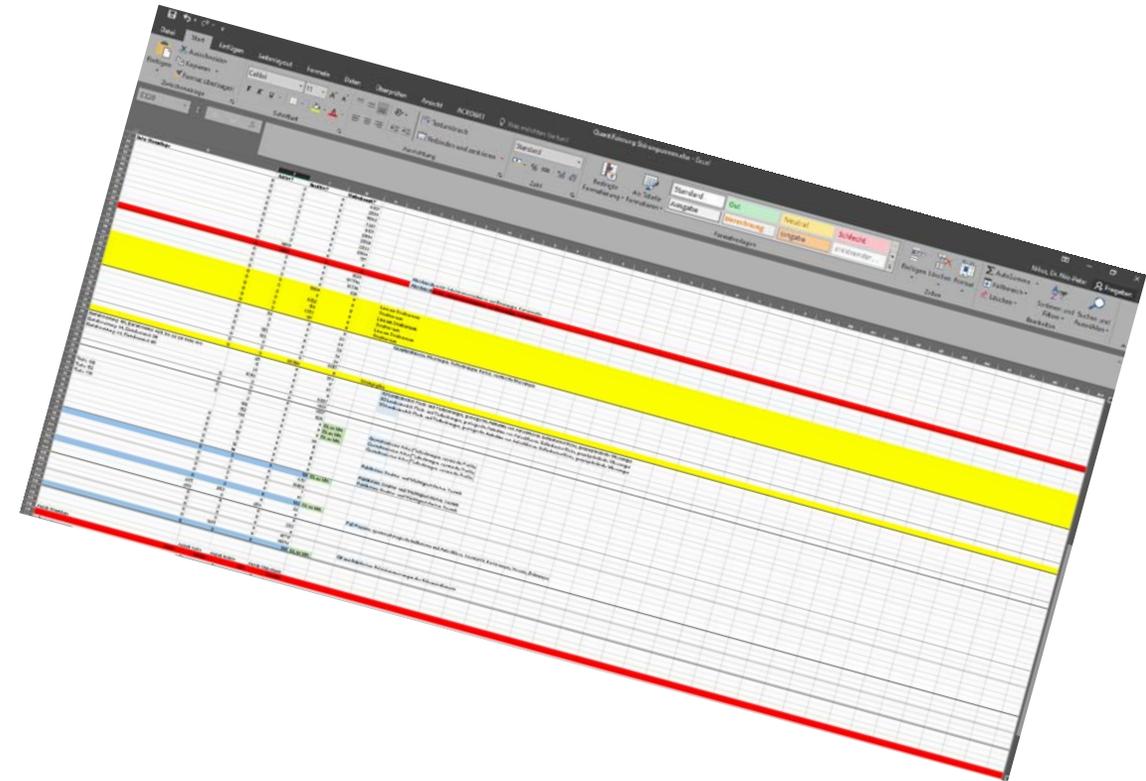
- Junge Grundwässer in endlagerrelevanten Tiefenbereichen deutet auf Teilnahme des Grundwassers am aktiven hydrologischen Kreislauf hin
- Bewertungsgrundlage ist Konzentration der Isotope Tritium (^3H) und Kohlenstoff-14 (^{14}C) verwendet
- Datierungszeitraum: Tritium ca. 50 Jahre
Kohlenstoff-14 ca. 50.000 Jahre
- Bei Nachweis von Tritium und Kohlenstoff-14 ist das Ausschlusskriterium erfüllt



Quelle: Cornaton (2003)

Datenlieferung

- Relativ wenige Informationen vorhanden
- Tabellen mit Lageinformationen der Messpunkte
- Tabellen mit Angaben zu Tritium (^3H) und Kohlenstoff-14 (^{14}C) Messungen

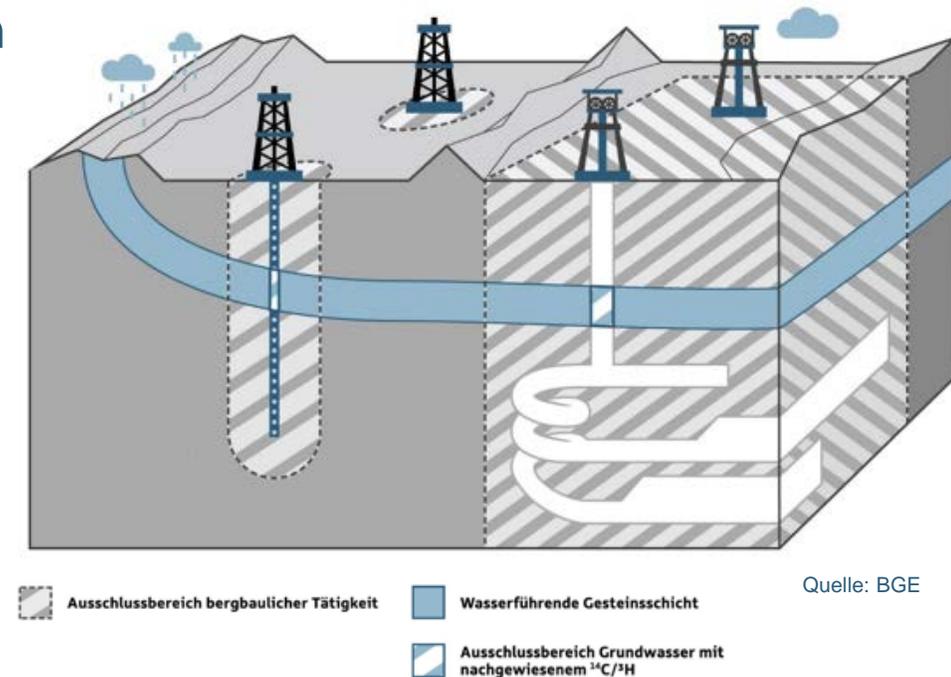


The image shows a screenshot of a data table, likely from a spreadsheet application, tilted at an angle. The table contains multiple columns and rows of data. Several rows are highlighted in yellow, and two rows are highlighted in red. The table appears to be a data log or a summary of measurements, with various columns for different parameters and locations. The interface includes a menu bar at the top and a toolbar with various icons.

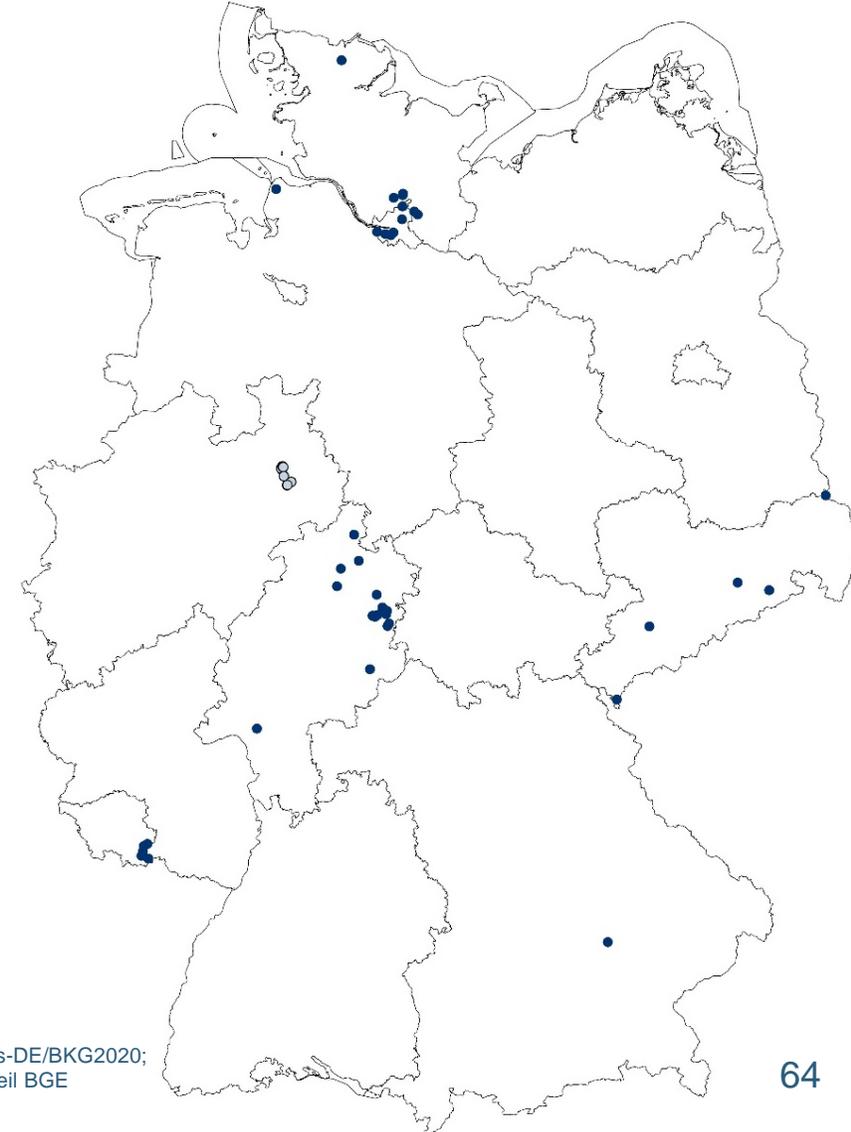
Grundwasseralter – Anwendungsmethode

- Nachweis von ^3H und ^{14}C erfüllt das Ausschlusskriterium
- Fehlender Nachweis von ^3H und ^{14}C ist kein Beleg für ein hohes Grundwasseralter
- Punktueller Ausschluss bei Nachweis von ^3H oder ^{14}C
- Kenntnisse über räumliche Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereich unbekannt

➔ Grundwasser-Probenahmestellen werden auch durch Ausschlusskriterium „bergbaubauliche Tätigkeit“ ausgeschlossen.



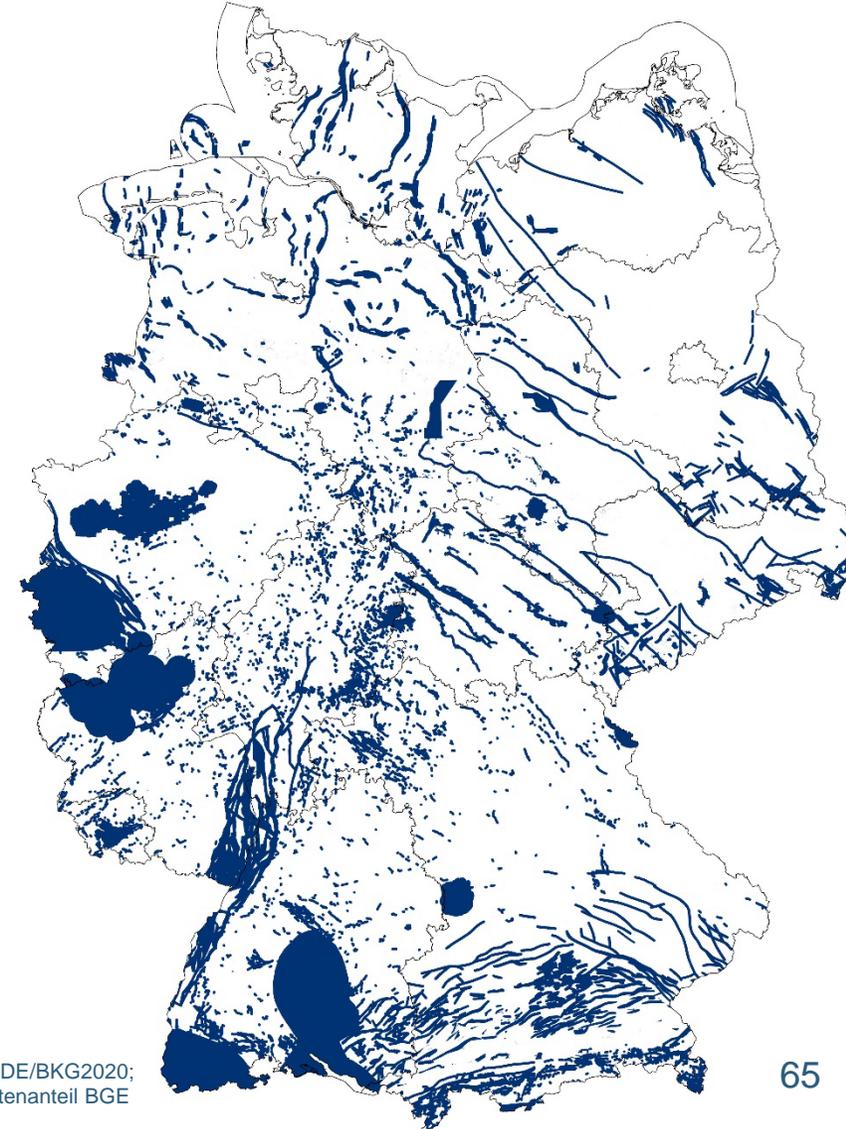
- Ermittlung ausgeschlossener Gebiete auf Basis von 154 Grundwasser-Probenahmestellen, in denen junges Grundwasser durch Tritium oder Kohlenstoff-14 nachgewiesen ist
- Alle zum Ausschluss führenden Datenpunkte sind mit Bohrungen korreliert



Ausschlusskriterien – Ergebnis



- Ermittlung ausgeschlossener Gebiete auf Basis von sechs Ausschlusskriterien
- Alle Anwendungsmethoden öffentlich (online) vorgestellt, diskutiert und ggf. angepasst
- Homogenisierung der Datengrundlage und Entwicklung der Anwendungsmethoden erlauben bundesweit konsistente Umsetzung





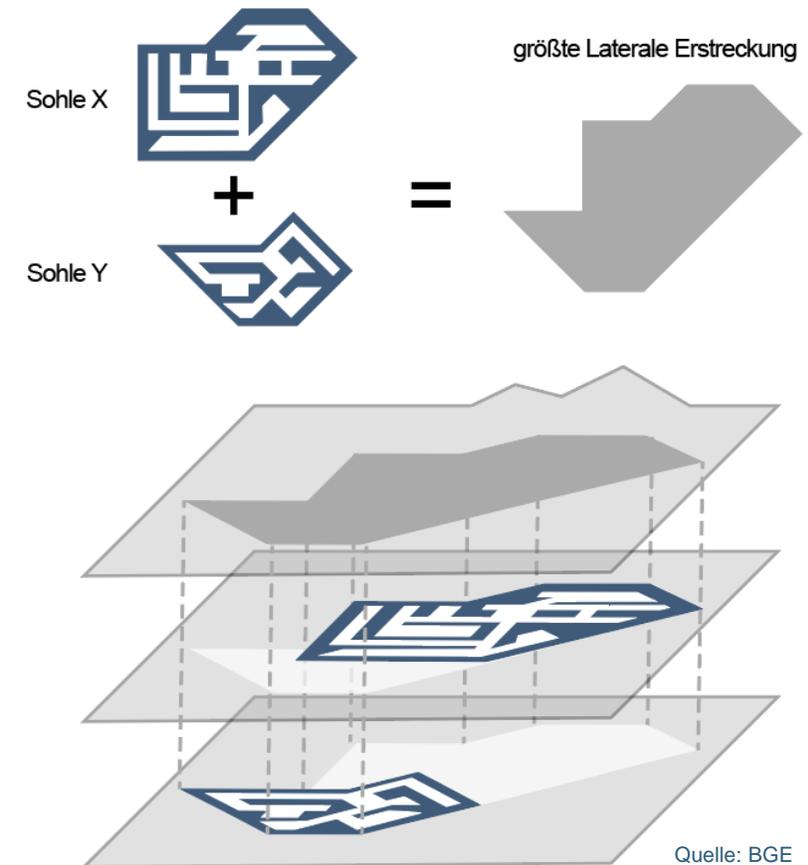
Kontakt:

Bundgesellschaft
für Endlagerung mbH (BGE)
Eschenstr. 55,
31224 Peine

T +49 (0) 5171 543 9000
dialog@bge.de
www.bge.de
www.einblicke.de

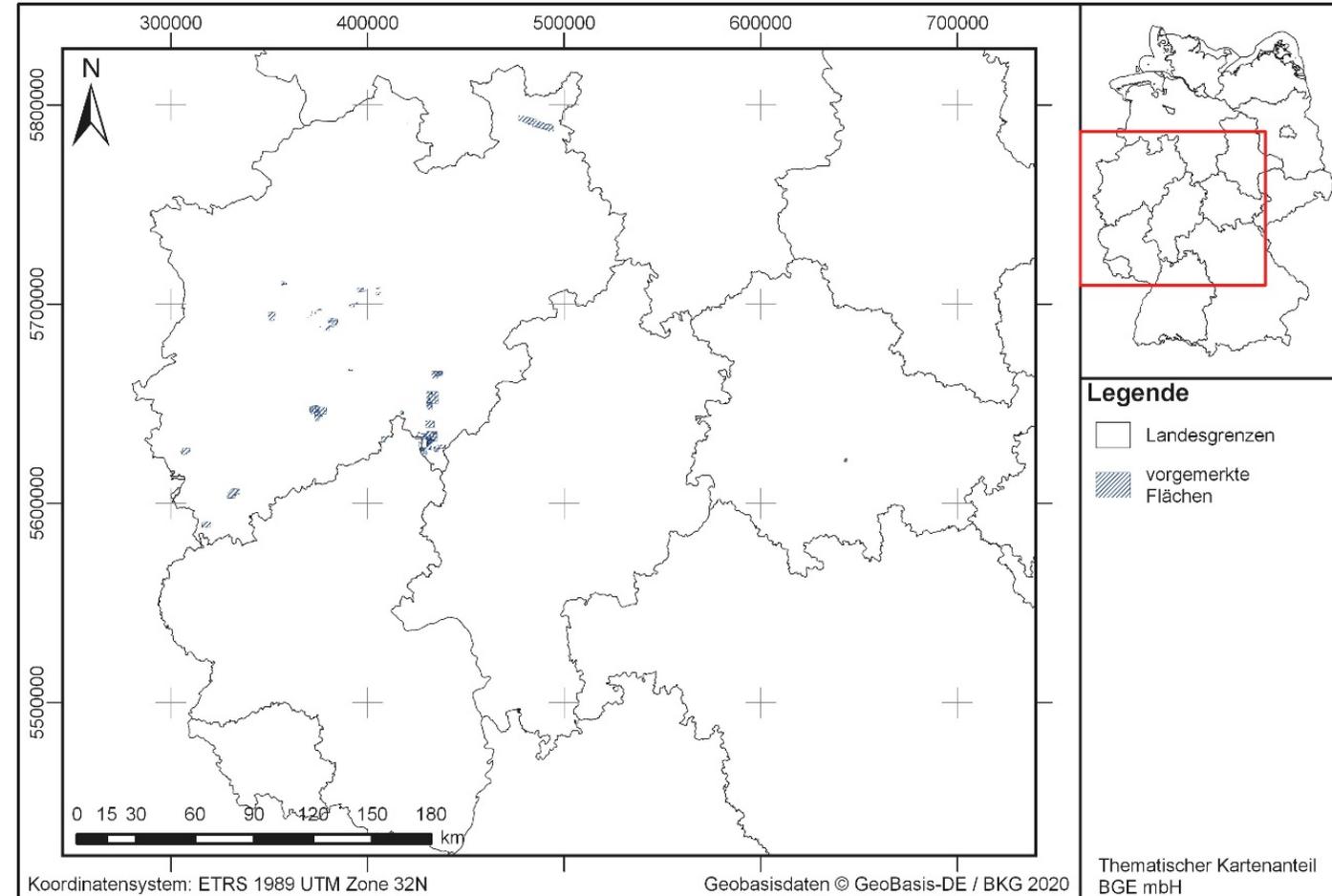
Ermittlung von Beeinflussungsbereichen

1. Bereitstellung durch Berg- und Landesbehörden
2. Ermittlung durch die BGE (angelehnt an EinwirkungsBergV)
 - Beeinflussungsbereich basierend auf der maximalen räumlichen Ausdehnung des Grubengebäudes
 - Anlegen eines Grenzwinkels an der Umhüllenden des Grubengebäudes
 - Projektion des Grenzwinkels ausgehend von der maximalen Tiefe an die Erdoberfläche



Vorgemerkte bergbauliche Tätigkeiten

- AK Bergbau nicht vollständig
anwendbar
- Bergwerke im endlagerrelevanten
Tiefenbereich zu erwarten
- Räumliche Ausdehnung und Lage
nicht bestätigt



Endlager Konrad

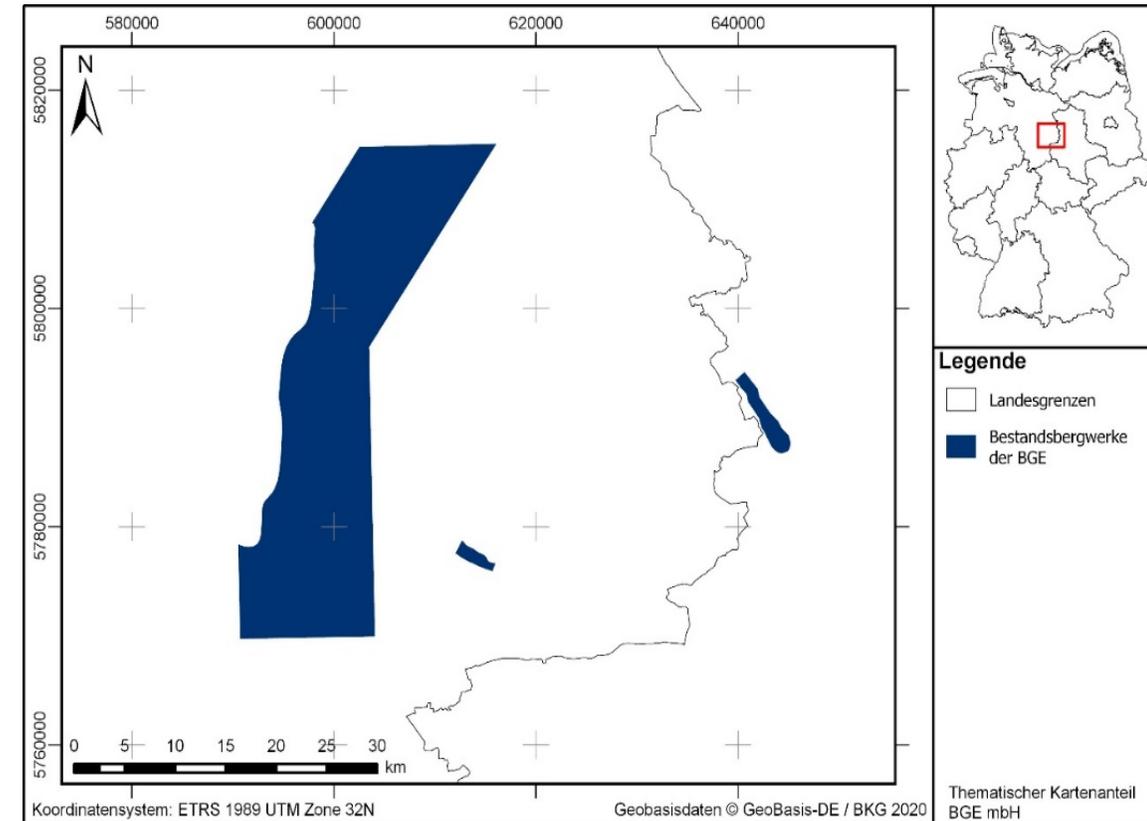
Unter Rücksichtnahme auf die Langzeitsicherheitsanforderungen entspricht das ausgeschlossene Gebiet des Endlagers Konrad der Langzeitsicherheitsanalyse von 1986

Schachtanlage Asse II

Ausschlussfläche auf Grundlage der Salzhüllenden einschließlich Sicherheitsabstand sowie Modellgrenzen

Endlager Morsleben

Das ausgeschlossene Gebiet ergibt sich aus der Berechtsamkarte des Endlager Morsleben.



Quelle: BGE

Steinkohlenbergbau in NRW

- Hohe Anzahl von Bergwerken führt zur gegenseitigen Überlagerung der Beeinflussungsbereiche
 - Vereinfachter Ausschluss auf Basis georeferenzierter Ränder von Rissblättern (Rissblattumhüllende)
 - Ergebnis ist eine zusammenhängende Fläche bestehend aus vielen überlagernden Rissblättern
- ➔ mögliche Überschätzung des Beeinflussungsbereichs am Rand des Ruhrgebiets
- ➔ Interne Untersuchung mittels numerischer Berechnung zeigt keine Überschätzung bei 4 von 5 Bergwerken



Quelle: Thomas Wolf, www.foto-tw.de, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27837830>

BGR (2018): GERSEIS-INSPIRE. [Geodatensatz]. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Letzte Aktualisierung am: 13/01/2020. Zugriff am: 04/08/2020.

<https://services.bgr.de/inspire/gerseis>

Cornaton, F. M. (2003): Deterministic models of groundwater age, life expectancy and transit time distributions in advective-dispersive systems. Dissertation, Université de Neuchâtel, Faculté des sciences, Neuchâtel

Davison, I., Alsop, G. I., Evans, N. G. & Safaricz, M. (2000): Overburden deformation patterns and mechanisms of salt diapirpenetration in the Central Graben, North Sea. *Marine and Petroleum Geology*, Bd. 17, S. 601-618. DOI: 10.1016/S0264-8172(00)00011-8

Grotzinger, J. & Jordan, T. (2017): *Press-Siever Allgemeine Geologie*. 7. Aufl., Berlin: Springer-Verlag. ISBN 9783662483411. DOI: 10.1007/978-3-662-48342-8

Grünthal, G., Stromeyer, D., Bosse, C., Cotton, F. & Bindi, D. (2018b): The probabilistic seismic hazard assessment of Germany-version 2016, considering the range of epistemic uncertainties and aleatory variability. *Bulletin of Earthquake Engineering*, Bd. 16, S. 4339-4395. ISSN 15731456. DOI: 10.1007/s10518-018-0315-y

Hofbauer, G. (2016): *Vulkane in Deutschland*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (WBG) ISBN 9783534268245

Hoth, P., Wirth, H., Reinhold, K., Bräuer, V., Krull, P. & Feldrappe, H. (2007): *Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen Deutschlands. Untersuchung und Bewertung von Tongesteinsformationen*. Berlin / Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

May, F. (2019): *Möglichkeiten der Prognose zukünftiger vulkanischer Aktivität in Deutschland*. Kurzbericht. Hannover Bundesanstalt für Geowissenschaften (BGR)

NordNordWest (2008): *Positionskarte von Deutschland*. [Karte]. o. O.: Wikimedia Commons. Letzte Aktualisierung am: 28.08.2019. Zugriff am: 22.07.2020.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Germany_location_map.svg

Press, F. & Siever, R. (1995): *Allgemeine Geologie*. 1. Aufl., Berlin, Heidelberg: Spektrum. ISBN 9783860253908

Teixell, A., Bertotti, G., Frizon de Lamotte, D. & Charroud, M. (2009): The geology of vertical movements of the lithosphere: An overview. *Tectonophysics*, Bd. 475, S. 1-8. DOI: 10.1016/j.tecto.2009.08.018

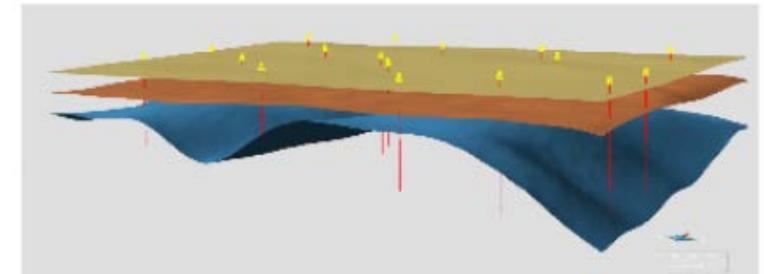
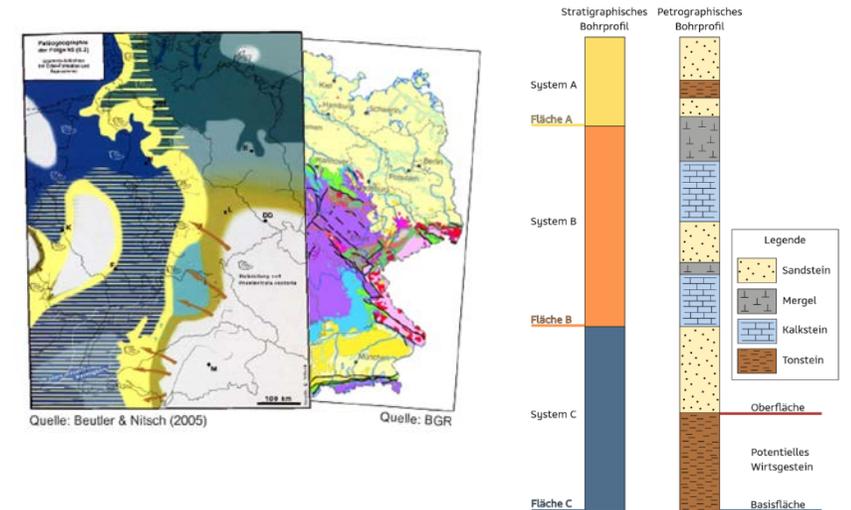
Datenabfragen bei Bundes- und Landesbehörden

1. Datenabfrage im März 2018
2. Datenabfrage im Juni 2019

Insgesamt weitere 88 Datenabfragen oder -nachfragen

Erfragte Informationen

- Verbreitung von Wirtsgesteinen mit Mächtigkeiten > 100 m
- Lithologische Daten (Bohrakten, Bohrlochmessungen etc.)
- Thematische Karten, Berichte, Geologische 3D-Modelle

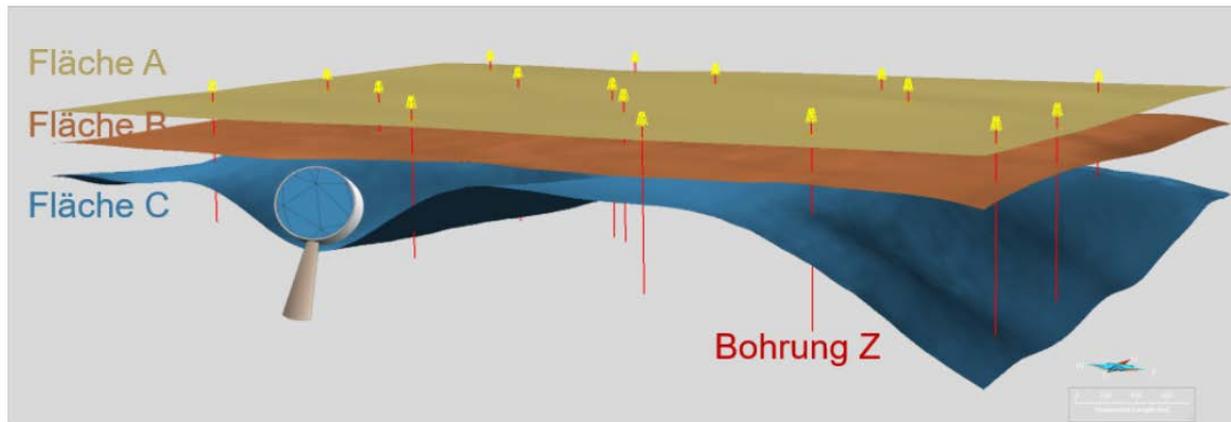


Quelle: BGE



In welcher Form liegen die Daten vor?

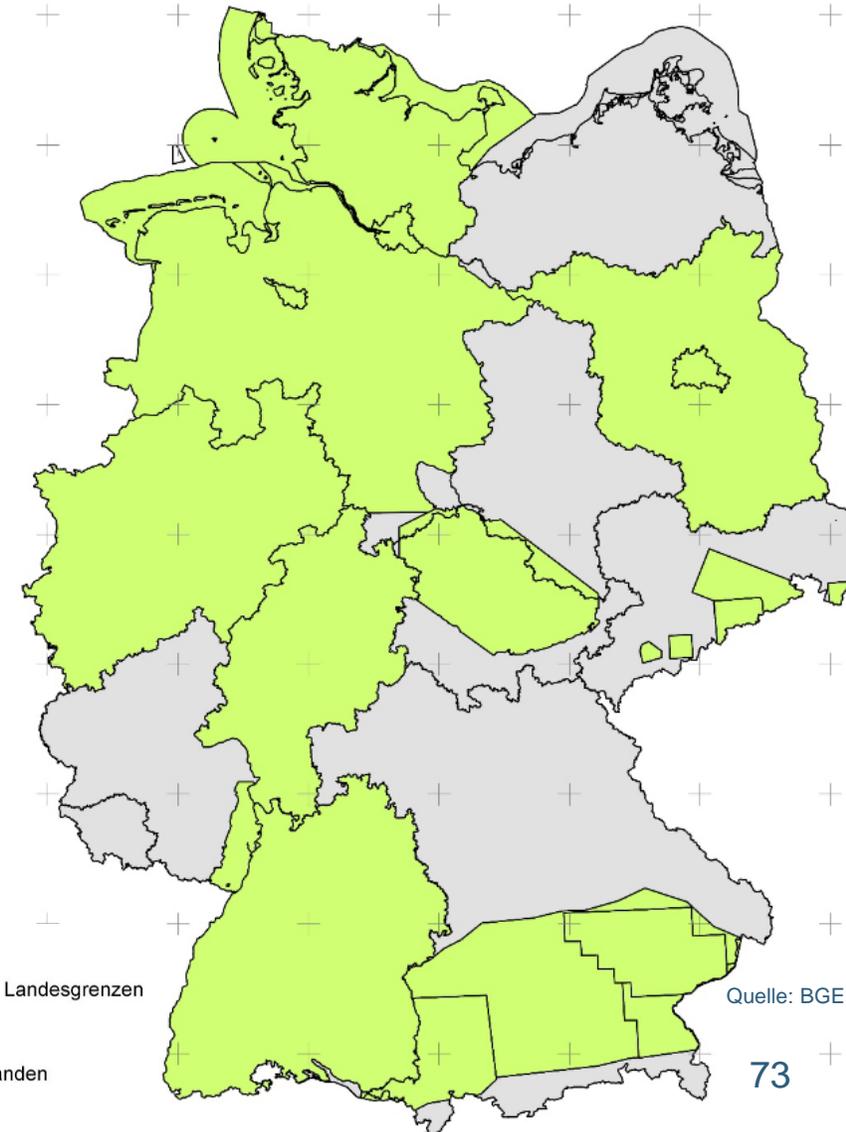
- Analoge und digitale Daten zu Bohrungen (Schichtenverzeichnisse, Bohrlochmessungen)
- Geologische 3D-Modelle
- Analoge und digitale thematische Karten



Quelle: BGE

Legende

-  Abdeckung 3D-Modelle
-  Landesgrenzen
-  Kein 3D-Modell verwendet oder vorhanden



Quelle: BGE

Online-Auftaktveranstaltung zur Fachkonferenz Teilgebiete | 17.10.20

GZ: SG01101/19-2/1-2020#2 | Objekt-ID: 836081

Datenabfragen bei Bundes- und Landesbehörden

1. Datenabfrage August 2019
2. Weitere spezifische Nachfragen bis Juni 2020

Erfragte Informationen

- Störungen, geomechanische Eigenschaften der Wirtsgesteine, thermische Parameter der Wirtsgesteine, hydrochemische Eigenschaften der Tiefenwässer
- Internbau von Doppelsalinen, Erosionsstrukturen in Süddeutschland



In welcher Form liegen Daten vor?

- Hauptsächlich punktuell vorliegende Einzelwerte
- Werte liegen nicht innerhalb der identifizierten Gebiete und/oder nicht in richtigen Tiefenbereichen
- Die allgemeine Erwartung wurde bestätigt: in der frühen Phase des Verfahrens liegen erforderliche Daten zum Großteil nicht vor.
- Zum jetzigen Zeitpunkt werden für die Bewertung der Indikatoren für die nicht ausreichend Daten vorhanden sind Referenzdatensätze verwendet (gemäß Anlage 1 (zu § 24 Abs. 3) StandAG)