

Fachliche Position der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (SGD) zu den Ausschlusskriterien des Standortauswahlgesetzes (StandAG)

Ausschlusskriterium „Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit – Bohrungen“ (§ 22 Abs. 2 Nr. 3 StandAG)

07. Oktober 2020

Anlass

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) hat auf ihrer Internetseite einen Methodensteckbrief zum Ausschlusskriterium „Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit – Bohrungen“ veröffentlicht, der sich auf § 22 Abs. 2 Nr. 3 StandAG bezieht (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/wesentliche-unterlagen/methodik/>, Stand 18.11.2010). Hierzu wurde vorliegendes Positionspapier erarbeitet und im Anschluss mit den SGD aller Bundesländer abgestimmt.

BGE-Ansatz zum Teil-Ausschlusskriterium Bohrungen

Gemäß o. g. Methodensteckbrief „Teil-Ausschlusskriterium Bohrungen“, Stand 18.11.2010, plant die BGE „... alle Bohrungen, die eine Teufe von mehr als 300 Meter [Anm.: aktualisiert nach Online-Konsultation 276 m] erreichen, mit einem Radius von 25 Meter um den gesamten Bohrfad auszuschließen. Dieser Ausschlussradius soll neben dem direkt aufgebohrten Bereich und dem geschädigten Einwirkungsbereich um das Bohrloch auch die Lageungenauigkeit der Bohrung im Untergrund berücksichtigen. Die Lageungenauigkeit setzt sich aus Koordinatenungenauigkeiten des Bohransatzpunktes und der unterschiedlichen Qualität der Ablenkmessungen des Bohrfades zusammen. Diese 25 Meter sind eine erste Abschätzung über mögliche Abweichungen des Bohrfades zum idealen Verlauf inklusive dem Schädigungsbereich um eine Bohrung. [...]

Im weiteren Verlauf des Verfahrens, nach der Veröffentlichung des Zwischenberichts Teilgebiete, wird eine genauere Betrachtung von Bohrungen vorgenommen, die in den Teilgebieten liegen. In diesen Fällen muss u. a. die Nutzung der Bohrungen genauer betrachtet werden. Je nach Nutzungsart der Bohrungen können [...] auch wesentlich weiträumigere Gebirgsschädigungen um den Bohrfad entstanden sein. Das auszuschließende Volumen um den Bohrfad würde sich dann entsprechend vergrößern.“

Fachliche Position der SGD

Die Vorgehensweise der BGE, das Teil-Ausschlusskriterium Bohrungen in einem ersten Schritt mit pauschalem Ausschlussradius und in einem zweiten Schritt mit genauerer Einzelfallbetrachtung der Bohrungen und deren Nutzung anzuwenden, ist angesichts der Vielzahl an Tiefbohrungen nachvollziehbar und erscheint aus fachlicher Sicht vertretbar.

Pauschaler Ausschlussradius im ersten Verfahrensschritt

Der von der BGE vorgeschlagene Ansatz, zunächst in der ersten Phase der Standortsuche Gebiete mit einem pauschalen Radius von 25 m um den Bohrfad auszuschließen, erscheint nur dann sinnvoll, wenn die korrekte Lage des Bohransatzpunktes und des Bohrlochverlaufs bekannt sind. Dabei ist der gewählte Ausschlussradius von 25 m aus fachlicher Sicht vertretbar, um die unmittelbar durch die Bohrtätigkeit geschädigten Bereiche entlang bekannter Bohrpfade im Rahmen der Messungenauigkeiten auszuschließen. Der Betrag von 25 m wird allerdings nicht nachvollziehbar begründet. Für Bohrungen mit unbekanntem Bohrfad ist ein pauschaler Radius von 25 m um den Bohransatzpunkt zu klein ausgelegt, da ausgehend von bekannten Bohrlochverlaufsmessungen bei Bohrungen mit mehr als 300 m Tiefe mit größeren Abweichungen zu rechnen ist. Auch für Bohrungen mit Lageungenauigkeiten ist ein Ausschlussradius von 25 m kritisch zu sehen.

Ausschlussradius im weiteren Verfahrensablauf

Darüber hinaus ist es unbedingt erforderlich, wie von der BGE vorgeschlagen, im weiteren Verlauf des Verfahrens eine Einzelfallbetrachtung vorzunehmen. Dabei sind für die Festlegung der einzelnen Ausschlussbereiche alle verfügbaren Daten, die bekannten Prozesse und die Unsicherheiten angemessen zu berücksichtigen. Die Kriterien für diese Einzelfallbetrachtung sind von der BGE zu erarbeiten und liegen den SGD derzeit noch nicht vor. Zu den aus Sicht der SGD wichtigsten Punkten, die dabei zu beachten sind, gehören:

1. **Unbekannter oder nicht genau bekannter Bohrfad.** Zu einem gewissen Anteil der Bohrungen liegen keine Bohrlochverlaufsmessungen vor. In Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Sachsen trifft dies beispielweise auf etwa ein Viertel bis ein Drittel der Bohrungen mit mehr als 300 m Tiefe zu. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Bohrungen aus einem Zeitraum von mehr als 200 Jahren stammen. Je nach Alter und Art der Bohrung sowie Bohrungsziel können Abweichungen entweder bewusst gesteuert worden oder, insbesondere bei älteren Bohrungen, geologisch beziehungsweise technisch bedingt unbeabsichtigt aufgetreten und gegebenenfalls unerkannt geblieben sein. Bei den älteren Bohrungen sind zwar in der Regel keine großen, gezielten lateralen Bohrpfade zu erwarten, die unbeabsichtigten und womöglich unerkannten Abweichungen können bei Bohrungen mit mehr als 300 m Tiefe einen Radius von 25 m jedoch wesentlich überschreiten. Darüber hinaus gibt es insbesondere bei älteren Bohrungen mit Bohrlochverlaufsmessung keine Garantie, dass sie exakt vermessen worden sind. Es ist zu erwarten, dass die Abweichungen von der Lotrechten und auch die Fehlerbreite älterer Messungen mit zunehmender Länge des Bohrpades größer werden.
Die SGD empfehlen daher, bei unbekanntem oder nicht genau bekanntem Bohrlochverlauf einen größeren, sich an den Auswertungen bekannter Bohrlochverlaufsmessungen orientierenden, individuellen Ausschlussradius zu wählen.
2. **Lageungenauigkeit von Bohrungen.** Eine 2019 in Niedersachsen durchgeführte detaillierte Analyse in aktuellen Erdöl- und Erdgasfeldern hatte ergeben, dass bei etwa drei Prozent der Bohrungen der Abstand zwischen den realen Bohransatzpunkten von Förderbohrungen und denen in der Kohlenwasserstoff-Datenbank mehr als 10 m und bis zu etwa 50 m betrug. Die

Daten wurden in der Datenbank korrigiert und in dieser Form der BGE übergeben. Es muss davon ausgegangen werden, dass insbesondere bei älteren Explorationsbohrungen Lageungenauigkeiten in der angegebenen Größenordnung nicht nur eine Ausnahme darstellen und im Wert möglicherweise sogar noch überschritten werden.

Die SGD empfehlen daher, bei Bohrungen ohne Beleg über eine markscheiderische Einmessung einen größeren Ausschlussradius zu wählen.

3. **Durchgeführte Operationen während der Bohrung und gegebenenfalls während der Nutzung der Bohrung in Verbindung mit den geologischen Verhältnissen.** Insgesamt werden sechs verschiedene Arten der „Schädigung“ von Formationen unterschieden, die zu sogenannten „Zerrüttungszonen“ führen können: (1) physiko-chemische, (2) chemische, (3) biologische, (4) hydrodynamische, (5) thermische Schädigungen (Interaktionen poröser Formation, Partikeln und Fluid) sowie (6) mechanische Deformationen unter Gesteinsspannung und Fluidscherung (Hossain & Islam, 2018). Solche Schädigungen können durch den Bohrvorgang sowie gegebenenfalls durch die nach Erreichen der entsprechenden Zielhorizonte durchgeführten hydraulischen Tests, die Produktion, die hydraulische Stimulation und andere Stimulationsmaßnahmen verursacht worden sein. Die beeinflussten Zonen können sich abhängig vom umliegenden Gestein, den Trennflächeneigenschaften und dem Spannungsfeld sehr unterschiedlich weit um den Bohrfad erstrecken. Da die Bohrverfahren einem ständigen technischen Wandel unterliegen, ist zu erwarten, dass Ausmaß und Art der Zerrüttungszonen gerade bei älteren Bohrungen weder bekannt sind noch beherrschbar oder vermeidbar waren. Es ist zu vermuten, dass bei älteren Bohrungen auch ohne Stimulationsprozesse weitreichendere Schädigungen des anstehenden Gesteins aufgetreten sind als bei modernen Bohrungen. Kohlenwasserstoff-Bohrungen, die durch Tests, Förderung und Stimulation beeinträchtigt wurden, beschränken sich in der Regel auf „fündige Bohrungen“ und dort vorwiegend auf die porösen Speicherhorizonte. Die Komplexität solcher Prozesse wird hier nur exemplarisch skizziert:
- a. Bei jeder Bohrung in den endlagerrelevanten Bereich können natürliche Anisotropieflächen angebohrt werden, beispielsweise geohydraulisch aktive Trennflächengefüge, über die Fluide aus der Bohrung ins Gestein eindringen und sich ausbreiten können. Bei chemisch nicht inerten Gesteinen ist es möglich, dass Fluide eindringen, die nicht im chemischen Gleichgewicht mit dem Gestein stehen. Diese können die natürliche Permeabilität des Gebirges durch Alteration und/oder Lösungsprozesse dauerhaft verändern. Beide Prozesse können sich auf einen Bereich deutlich größer als 25 m um den Bohrfad auswirken. Bei Bohrungen in den endlagerrelevanten Bereich kann es zu Kavernenbildungen z.B. durch nicht exakt konditionierte Bohrspülungen gekommen sein (so des Öfteren in der Kreide zu beobachten). Eventuelle Auswirkungen dieser Kavernenbildung über den Radius von 25 m hinaus sind zu betrachten.
 - b. Durch lokale Veränderung des Stressfeldes im Bereich der Bohrung kann es zu Bohrlochrandausbrüchen und Dehnungsfrakturen kommen (Nguyen et al. 2004), die eine Ablenkung der Bohrung, verkantete Rohre oder den Verlust von Bohrspülung zur Folge haben können (Abdideh & Fathbadi 2013). Dabei orientieren sich die Schädigungsbereiche an den vorherrschenden Stressrichtungen: Die Achse der Bohrlochrandausbrüche ist entlang des minimalen horizontalen Stresses orientiert, wohingegen Dehnungsfrakturen entlang des maximalen horizontalen Stresses entstehen (Tingay 2008). Auch eine Veränderung der Gesteinseigenschaften kann solche Prozesse begünstigen. Hierzu zählen vor allem die mineralische

Zusammensetzung sowie der Zementationsgrad der einzelnen Körner (Braun 2020).

Die Unsicherheiten hinsichtlich der Einschätzung möglicher Schädigungen des durchbohrten Gesteins sind groß. Ein einheitlicher Ausschlussradius um alle Bohrungen wird solchen Prozessen nicht in angemessener Weise fachlich gerecht.

Die SGD empfehlen daher, eine standort- und gesteinsabhängige Prüfung unter Einbeziehung aller relevanten Prozesse und Daten durchzuführen. Sollte das nicht in ausreichender beziehungsweise angemessener Weise für jede Bohrung möglich sein, könnte mit einem deutlich größeren, pauschalierten Ausschlussvolumen um den Bohrfad im Sinne eines Unsicherheitsfaktors gearbeitet werden, der auch die geologischen Verhältnisse, die Nutzungsart, das Alter und Ziel der Bohrung berücksichtigt.

Zitierte Literatur

- Abdideh, M., Fathbadi, M. R. (2013): Analysis of stress field and determination of safe mud window in borehole drilling (case study: SW Iran). *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology* 3, 105-110
- Braun, R. (2020): Critical Borehole Orientations – Rock Mechanics Aspects – OIL GAS European Magazine, 2/2020. S. 75-79.
- Hossain, M. E., Islam, M. R. (2018): *Drilling Engineering – Problems And Solutions: A Field Guide for Engineers and Students*. John Wiley & Sons. S. 1-627.
- Nguyen Binh, T., Tomochica, T., Akihiko, O. (2004): In situ stress and pore pressure fields in the North Cuu Long Basin, Offshore Vietnam – SPE. 87055.
- Tingay, M., Reinecker, J., Müller, B. (2008): Borehole breakout and drilling-induced fracture analysis from image logs – World stress map project. *Guidelines: image logs*, S. 1-8