

Forschungsbohrungen – Teleskope ins Erdinnere

→ **Unsere Kernbotschaften:**

- **Klimaforschung**

Forschungsbohrungen ermöglichen es, die Dynamik des Planeten Erde und die physikalischen und chemischen Prozesse besser zu verstehen, welche unsere Welt formten und formen. Durch das Bohren gewinnen Wissenschaftler:innen Erkenntnisse über die vielfältigen Umwelt- und Klimabedingungen und deren Veränderungen in der Erdgeschichte. Daraus werden robuste Vorhersagen für das Klima der Zukunft abgeleitet.

- **Sicherung des Energiebedarfs**

Mit Forschungsbohrungen können geothermische Reservoirs untersucht und damit ein Beitrag zur Erforschung und der Bereitstellung eines nachhaltigen und grundlastfähigen Energieträgers geleistet werden. Auch für die Erkundung der Speichermöglichkeit von Gasen wie Kohlendioxid und Wasserstoff im Untergrund sind wissenschaftliche Bohrungen unerlässlich.

- **Erkundung von mineralischen Georessourcen**

Wissenschaftliche Bohrungen dienen der Erforschung grundlegender Prozesse der Lagerstättenbildung mineralischer Georessourcen, wie zum Beispiel von Erzen und seltenen Erden. Die nachhaltige Förderung solcher Georessourcen ist eine notwendige Bedingung für die technologische Entwicklung unserer Gesellschaft im 21. Jahrhundert.

- **Umgang mit Naturgefahren**

Mithilfe wissenschaftlichen Bohrens können die dynamischen Kräfte und Vorgänge im Erdinneren erforscht werden. Auslöser von potentiellen Naturgefahren wie Erdbeben und Vulkanismus betreffen den Lebensraum vieler Menschen direkt. Erkenntnisse über Vorgänge aus dem Untergrund helfen dabei, Naturgefahren besser zu verstehen und adäquate Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

Kontakt

Dr. Ulrich Harms
Geomechanik und Wissenschaftliches Bohren
ulrich.harms@gfz-potsdam.de

Dr. Thomas Wiersberg
Geomechanik und Wissenschaftliches Bohren
thomas.wiersberg@gfz-potsdam.de

Das Erdinnere ist für uns Menschen unzugänglich. Mit Forschungsbohrungen schafft sich der Mensch einen direkten Zugang zum geologischen Untergrund. Der Gewinn umfassender Erkenntnisse über Prozesse im Untergrund steht hier im Vordergrund. Das Bohren liefert als einzige Methode sowohl Daten als auch Proben aus der Tiefe. Diese Methode findet in unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen Anwendung. Die wissenschaftlichen Ziele solcher Bohrungen sind häufig verknüpft mit Fragen von hoher gesellschaftlicher Relevanz.

Wie wird gebohrt?

Wissenschaftliche Bohrungen werden prinzipiell mit denselben bohrtechnischen Methoden und Verfahren durchgeführt wie kommerzielle Bohrungen. Mit einer Bohrung wird ein Loch mit einem Durchmesser im Bereich von Zentimetern bis wenigen Dezimetern hunderte Meter bis einige Kilometer tief in die Erdkruste getrieben. Dazu wird in einem Bohrturm ein hohles Bohrgestänge mit einem Bohrwerkzeug verschraubt und in den Boden gesenkt. Durch Drehen des Bohrwerkzeugs wird der Bohrfortschritt erzielt. Dabei ist zu erwähnen, dass von der Erdoberfläche aus keinerlei Druck auf das Bohrwerkzeug ausgeübt wird. Eine sogenannte Bohrspülung wird durch das Gestänge gepumpt, um das Bohrwerkzeug zu kühlen und das erbohrte Material, das sogenannte Bohrklein, aus der Bohrung herauszufördern. Mit unterschiedlichen Bohrwerkzeugen können auch Bohrkerne gewonnen werden, d. h. Gesteinszylinder, an denen eine Vielzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen durchgeführt wird. In der Vergangenheit ist man mit diesem Bohrverfahren bis zu 12 Kilometer tief in den Untergrund vorgedrungen (Bohrung auf der Kola Halbinsel, Russland).

Je nach Stabilität des Bohrlochs und des möglichen Eintretens von Tiefenwässern oder anderen Fluiden in das Bohrloch wird dieses abschnittsweise verrohrt, d. h. ein Stahlzylinder wird in das Bohrloch gelassen, um dieses gegen die durchbohrten Formationen abzudichten. Diese sogenannte Verrohrung wird einzementiert und damit eine feste Verbindung mit der Bohrlochwand sichergestellt. Vor Einbringen der Verrohrung werden bei vielen Bohrungen die durchbohrten Gesteine mit geophysikalischen Sonden vermessen. Sie werden an speziellen Kabeln ins Bohrloch abgesenkt und tasten es mit Sensoren ab, die ein durchgängiges Profil der physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften registrieren. Zur Langzeitbeobachtung können Instrumente langfristig in Bohrlochern verankert werden, um zum Beispiel Deformationen und damit Erdbebengefahren zu überwachen. Mit Glasfaserkabeln lassen sich heutzutage sogar über das gesamte Bohrloch Temperatur- oder Spannungsmessungen durchführen, die essentiell für die Erdbebenforschung oder die geothermische Nutzung sind.

Risiken bei Bohrungen

Nach mehr als 150 Jahren Erfahrung in der Tiefbohrtechnik sind die Risiken von Bohrungen heutzutage bekannt und bei Einhalten entsprechender Maßnahmen auch beherrschbar. Gefahren birgt einerseits ein unkontrollierter Eintritt von unter Druck stehenden Fluiden in das Bohrloch, was im schlimmsten Fall zu einem Ausbruch („Blowout“) der Fluide aus dem Bohrloch führen kann. Andererseits kann eine Kontamination unterschiedlicher Schichten im Untergrund durch den Austausch von Fluiden entlang des Bohrlochs auftreten. Fluid- und Gaszutritte werden während des Bohrens durch die zirkulierende Bohrspülung kontrolliert. Falls nötig, wird die Dichte der Bohrspülung erhöht, sodass ein Ausbruch verhindert wird. Als weitere Sicherheitsmaßnahme bei einem möglichen Ausbruch dient ein sogenannter Blowout-Preventer zum Abschließen des Bohrlochs an der Oberfläche. Eine Kontamination von Formationen durch Austausch von Fluiden entlang des Bohrlochs wird durch die oben genannten Verrohrungen unterbunden. Nach der Nutzung werden Bohrungen mit Zement verfüllt, sodass eine Abdichtung dauerhaft gewährleistet ist.

In Deutschland genehmigen und überwachen Bergämter Bohrungen von mehr als 100 Meter Tiefe. Sie legen die Maßnahmen zur Risikominimierung fest, sodass Gefährdungen weitestgehend ausgeschlossen werden können. Forschungsbohrungen werden außerdem nur dort unternommen, wo durch umfangreiche Voruntersuchungen potentielle Risiken, wie z. B. unter Druck stehendes Gas, ausgeschlossen sind.

Das Internationale Kontinentale Wissenschaftliche Bohrprogramm ICDP

Das Internationale Kontinentale Wissenschaftliche Bohrprogramm ICDP fördert Teams von Wissenschaftler:innen sowohl finanziell als auch operativ mit technisch-wissenschaftlicher Unterstützung. ICDP-geförderte Bohrungen haben bahnbrechende neue Erkenntnisse gewonnen. Insgesamt wurden von ICDP in 27 Jahren 64 Bohrprojekte gefördert. Das GFZ koordiniert dieses Programm und beteiligt sich aktiv an verschiedenen ICDP-Projekten.

Mehr zum ICDP-Programm: <https://www.icdp-online.org/projects/>

Wissenschaftliche Bohrungen in Deutschland

Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland (KTB)

Die Mutter aller wissenschaftlichen Bohrungen in Deutschland ist das Kontinentale Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland (KTB), das zwischen 1989 und 1995 zwei Löcher von 4 und 9,1 km Tiefe in Windischeschenbach/Oberpfalz erbohrte. Das KTB erweiterte grundlegend unser Verständnis zur Zusammensetzung der oberen Erdkruste, zum Wärme- und Fluidfluss, zu Druckbedingungen und vielen anderen Aspekten. Auch wenn die Bohraktivitäten im Jahr 1994 eingestellt wurden, so sind die Bohrungen an der KTB der Öffentlichkeit durch das Geozentrum an der KTB und auch der Wissenschaft weiterhin zugänglich. Seit Mitte 2023 wird dort durch hydraulische Experimente die Möglichkeit getestet, durch Wassereinspeisung einen künstlichen Wärmetauscher zwischen den beiden ca. 200 m entfernten Bohrlöchern in ca. 4 km Tiefe zu generieren.

Schwarmbeben am Egergraben

Am Egergraben, einer Grenzregion zwischen Tschechien und Deutschland, wird im Rahmen des ICDP-geförderten Projekts EGER-RIFT unter Leitung des GFZ anhand von mehreren wissenschaftlichen Bohrungen das Auftreten von sogenannten Schwarmbeben untersucht. Wichtiges Forschungsziel in diesem Zusammenhang ist, ob und wie Bewegung von natürlichem CO₂ im Untergrund, welches dort teilweise bis an die Erdoberfläche aufsteigt, zu Schwarmbeben beiträgt. Auch einfache Lebensformen werden untersucht, die sich in diesen CO₂-reichen Zonen im Untergrund ansiedeln.

Klimageschichte in Tannwald bei Winterstettenstadt

Teil des ICDP-Projektes „DOVE – Drilling Overdeepened Alpine Valleys“ ist eine Forschungsbohrung in Tannwald bei Winterstettenstadt in Deutschland an der Grenze zur Schweiz, welche Aufschluss über die Klimageschichte der vergangenen rund 450 000 Jahren in der Region geben soll. Insbesondere die Veränderung der Klimaverhältnisse im Alpenraum während verschiedener Eiszeitalter und die Beeinflussung der Gletscherbewegungen sind hier interessant.

Wärme- und Kältespeicherung Adlershof, Berlin

Eine vom GFZ durchgeführte und durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Forschungsbohrung in Adlershof/Berlin (2021–2022) hatte zum Ziel, das Potential tiefer Grundwasserleiter, sogenannter Aquifere, für die saisonale Wärme- und Kältespeicherung zu ermitteln. Insbesondere sollte das Fündigkeitsrisiko für solche Aquifere im Berliner Stadtgebiet durch bohrtechnische und innovative Erkundungsmethoden gesenkt werden. Zugleich konnten damit planerische Grundlagen für eine effiziente Systemintegration mit einem verlässlichen und sicheren Betrieb der Berliner Fernwärmeversorgung geliefert werden.