

Modellbetrachtung zur Kontinentalen Tiefbohrung
Arbeitsgemeinschaft 9

H. J. Neugebauer (Clausthal)

Die kontinentale Tiefbohrung stellt für den Geowissenschaftler ein eindimensionales Tiefenprofil dar. Über einen Tiefenbereich von mehr als zehn Kilometer werden Gesteine unterschiedlicher Zusammensetzung, Herkunft, Alter, metamorpher Veränderung und Deformationsgeschichte angetroffen. Die Besonderheit eines erbohrten Tiefenprofils gegenüber herkömmlichen Aufschlüssen liegt in der Möglichkeit, Minerale und Gesteine unter herrschenden Bedingungen des Druckes, der Temperatur und entsprechender physikalisch-chemischer Zustände zu beobachten. Damit wird über den Einblick in strukturelle und petrographische Gegebenheiten hinaus die Beobachtung von ablaufenden Prozessen ermöglicht. Derartige Prozesse betreffen den Transport von Stoffen und Energie, Stoffaustausch und Wechselwirkungen zwischen Flüssigkeiten und festen Phasen, petrophysikalischen und geochemische Reaktionen sowie dynamisch-thermische Mechanismen der Gesteinsdeformation.

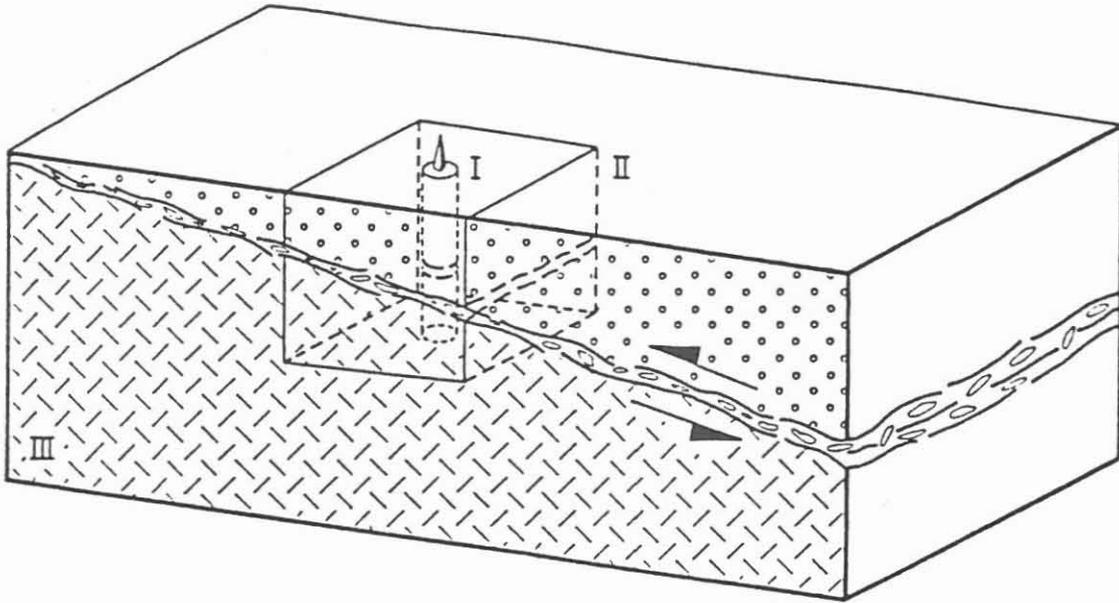
Derartige Prozesse stehen in Zusammenhang mit Veränderungen der Krustenstruktur, des thermischen und dynamischen Zustandes sowie der stofflichen Zusammensetzung. Räumlich und zeitlich verlaufen diese Vorgänge in stark unterschiedlichen Dimensionen und Raten ab.

Physikalische, Chemische und tektonische Prozesse in der Erdkruste laufen in der Mehrzahl mit extrem kleinen Raten ab. Zum anderen stellt die Bohrung als eine punktbezogene Probennahme mit der Tiefe eine starke räumliche Einschränkung der Information dar. Aus diesen Gründen leitet sich die Notwendigkeit ab, die gewonnenen Informationen sowohl zeitlich als auch räumlich so zu erweitern, daß sie mit den charakteristischen Dimensionen und Raten der zugehörigen Prozesse in Zusammenhang gebracht werden können. Darüber hinaus erfordert die gegenseitige Beeinflussung von Prozessen des Transports, der physikalisch-chemischen Reaktionen und der Deformationen eine möglichst weitgehende Beschreibung der dominanten Wechselwirkungen.

Ziel der Arbeiten zu Modellbetrachtungen der kontinentalen Tiefbohrung ist damit die quantitative Simulation von Prozeßabläufen in räumlich und zeitlicher Weise sowie die Beschreibung der Wechselwirkung von verknüpften Prozessen. Aussagen zur Struktur und Stoffparametern im Bereich der Tiefbohrung sind in erster Linie Voraussetzungen und nicht Ziel der Modellbetrachtungen.

Modellbetrachtungen stellen neben Laborexperimenten sowie direkten Beobachtungen und Messungen einen weiteren dritten Weg dar, den Verlauf und die Wechselwirkungen von Prozessen zu untersuchen. Die Grundlage bilden entsprechende mathematisch-physikalische und -chemische Grundgleichungen. Auf der Basis analytischer oder numerischer Rechnersimulationen werden Abläufe und Verhaltensweisen erkennbar die anderweitig nicht zugänglich oder nicht erkennbar sind. Insbesondere sind nichtlineare und gekoppelte Prozesse in ihrem räumlichen und zeitlichen Verlauf durch Rechnersimulationen zugänglich.

Modellbetrachtungen zur Kontinentalen Tiefbohrung lassen sich in drei Themenbereiche untergliedern. Diese sind miteinander verknüpft und ergeben sich aus der Natur der Bohrung mit den Beobachtungen auf der einen Seite und der regionalen Krustentektonik im Umfeld der Bohrung auf der anderen Seite.



1. Die Tiefbohrung stellt an sich eine drastische Störung der in diesem Krustenbereich ablaufenden Prozesse dar. Diese Einflüsse laufen durch und mit dem Fortschritt der Bohrung, also kurzzeitig im Vergleich zu den geologischen Prozessen ab. Der Einflußbereich ist zwar auf die unmittelbare Umgebung der Bohrung beschränkt, läßt jedoch eine Beeinflussung der Messungen erwarten.

Aufgrund der zu erwartenden Änderungen der physikalischen Zustandsgrößen mit der Tiefe sind insbesondere Veränderungen der physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Umgebungsgesteins, des dynamischen Gleichgewichts sowie ein Austausch von Stoffen zu erwarten. Eine möglichst präzise Quantifizierung des Bohrverlaufs und der damit verbundenen Prozesse im Nahbereich (Zone I in der Abbildung) ist für die Bewertung bzw. Bereinigung der Messungen vor Ort von großer Bedeutung.

2. Die Tiefbohrung ermöglicht den Einblick in ablaufende Krustenprozesse unter den herrschenden physikalischen Zustandsgrößen und auf der Grundlage der bestehenden Struktur und stofflichen Zusammensetzung. Das Ausmaß der Bohrung läßt erwarten, daß langzeitige Prozesse über den Bereich der Bohrtiefe und darüber hinaus erfaßt werden. Jede Verknüpfung, der durch die Bohrung erkennbaren Prozesse mit der weiteren Umgebung sowie ihren möglichen Ursachen macht ihre Quantifizierung in Bezug auf einen räumlichen Bereich von der charakteristischen Dimension der Bohrtiefe erforderlich. Dieser räumliche Bereich (Zone II in der Abbildung) erlaubt eine sinnvolle Anbindung der Abläufe an die Erdoberfläche und die weitere Umgebung der Bohrung.

3. Die Tiefbohrung ermöglicht durch das lithologische Tiefenprofil und die damit verbundenen physikalischen und mechanischen Gesteinsparameter wie Dichte, Leitfähigkeit, Suszeptibilität u.a. die Identifikation von Strukturgrenzen, metamorphen Veränderungen sowie mechanischen Beanspruchungen. Das Ausmaß der strukturellen Phänomene sowie ihre Zuordnung zu tektonischen Prozessen macht eine Modellbeschreibung in regionalen Dimensionen und von geologischen Zeitspannen erforderlich (Zone III in der Abbildung). Hierzu zählen großräumige Krustenunterschiebungen, magmatische Prozesse, Isostasie, Erosion und Sedimentation sowie regionale Krustendeformationen und deren Ursachen.