

DECKBLATT

	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	M N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
EU 461	9K	35215.32		GE	RB	0021	00

Titel der Unterlage: Stellungnahme zum Arbeitsbericht Nr. 1 von [REDACTED] über Modellversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit einer durch Nachsedimentation verschlossenen Bohrung	Seite: I.
	Stand: 02.03.92

Ersteller: BfS	Textnummer:
--------------------------	--------------------

Stempelfeld:

PSP-Element TP.....:	zu Plan-Kapitel: 3.1.10.2
----------------------	---------------------------

	PL [REDACTED] 04.03.1992 Freigabe für Behörden	PL [REDACTED] 04.03.1992 Freigabe im Projekt
--	---	---

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BfS.

Revisionsblatt

BfS

EU 461	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	35215.32		GE	RB	0021	00

Titel der Unterlage: Stellungnahme zum Arbeitsbericht Nr. 1 von [REDACTED] über Modellversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit einer durch Nachsedimentation verschlossenen Bohrung	Seite: II.
	Stand: 02.03.92

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Stellungnahme

zum Arbeitsbericht Nr. 1 von [REDACTED] über

**Modellversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit einer
durch Nachsedimentation verschlossenen Bohrung**

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Untersuchtes Probenmaterial	3
2. Versuchsprogramm	3
3. Versuchsergebnisse	3
4. Diskussion der Versuchsergebnisse	5
5. Schlußfolgerungen	7

1. Untersuchtes Probenmaterial

Der Bericht enthält Ergebnisse von Untersuchungen, die an Probenmaterial aus den beiden Streckenbohrungen B10 (541 m-Sohle) und B11 (343 m-Sohle) durchgeführt wurden. Weiterhin sind die Ergebnisse von Voruntersuchungen an Probenmaterial aus der bereits im Jahre 1985 abgeteuften Tiefbohrung K101 enthalten. Da die Bohrkerne der K101 über mehrere Jahre ohne zusätzliche Verpackung in Holzkisten gelagert wurden, war das Probenmaterial aus dieser Bohrung stark ausgetrocknet.

2. Versuchprogramm

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden am Lehrstuhl für Felsmechanik der TH Karlsruhe an den Proben aus der Bohrung K101 drei Minibohrlochsimulationsversuche, 4 Freiquellversuche sowie ein Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuch durchgeführt. Weiterhin wurden 2 Kornverteilungen bestimmt und 5 mineralogische Untersuchungen durchgeführt.

An den Proben aus der Vorbohrung B10 (541 m-Sohle) wurden im Rahmen der Hauptuntersuchungen mit Ausnahme der Minibohrlochsimulation die gleichen Versuche durchgeführt wie bei der K101. Der Versuchsumfang beschränkte sich bei der B10 auf jeweils einen Versuch.

An den Proben aus der Vorbohrung B11 (343 m-Sohle) wurden die gleichen Versuche durchgeführt wie bei der B10. Der Versuchsumfang beschränkte sich auch hier auf jeweils einen Versuch. Zusätzlich wurden bei B11 sieben Quelldruckversuche durchgeführt.

3. Versuchsergebnisse

Aufgrund der Ergebnisse der an Proben aus der K101 durchgeführten Minibohrlochsimulation kann nach Angabe von [REDACTED] davon ausgegangen werden, daß bei der Füllung der alten Bohrungen mit Wasser das tonsteinreiche Deckgebirge zerfällt oder

nachbricht. Infolge dieses Prozesses ist im Laufe der Zeit eine Sedimentation im Bohrloch zu erwarten, bei der nicht völlig zerfallene Gesteinsstücke in feinen und feinsten Kornfraktionen des bereits zerfallenen Anteils eingebettet werden, so daß eine Struktur mit geringem Porenanteil entsteht.

Die Ergebnisse der Quellversuche haben gezeigt, daß die untersuchten Tonsteine der Unterkreide generell quellfähig sind. Aufgrund der Schichtung liegt ein anisotropes Quellverhalten vor. An den Proben aus der Bohrung K101 wurde zusätzlich zu den Versuchen mit destilliertem Wasser der Einfluß einer Mineralisierung des Wassers (Kochsalz) untersucht. Dabei hat sich gezeigt, daß die Zufuhr einer gesättigten Kochsalzlösung den Quellprozeß weitgehend unterbindet.

Für die Durchführung der Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuche wurde das Probenmaterial zerkleinert, so daß das Größtkorn kleiner als 4 cm war. Das gebrochene Material wurde zur Hälfte mit destilliertem Wasser einen Tag lang bewässert und anschließend mit der nicht bewässerten anderen Hälfte des Materials gemischt. Das gemischte Material wurde dann in den mit destilliertem Wasser gefüllten Versuchszylinder eingefüllt. In zeitlichen Abständen wurden Durchlässigkeitsversuche mit axialer Durchströmung eines kurzen Probenabschnittes von oben nach unten durchgeführt. Um Drücke zu erfassen, die sich infolge Quellens in der Probe ausbilden können, wurden ein Miniatur-Erddruckgeber sowie die dazugehörige Meßleitung in die Probe eingebaut.

Für den Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuch an Proben aus der K101 wurde systematisch je 5 m Kernstrecke aus dem gesamten Bereich der Unterkreide jeweils eine kleinere Probenmenge (ca. 450 g) entnommen. Nach der bereits beschriebenen Zerkleinerung wurde das gesamte Probenmaterial gründlich gemischt. Im Versuch wurde nach ca. 3 Monaten eine Durchlässigkeit von $K = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ mit weiter abnehmender Tendenz bestimmt.

Im Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuch an Proben aus der Horizontalbohrung B11 (Mittelalb) zeigte sich ein relativ starker Zerfall des Gesteins. Nach einer anfänglichen Durchlässig-

keit von $K = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ setzte nach ca. 3 Wochen eine deutliche monotone Abnahme der Durchlässigkeit ein. Nach einer Versuchsdauer von ca. 2,5 Monaten betrug die Durchlässigkeit bereits nur noch $K = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ mit weiterhin deutlich abnehmender Tendenz.

Im Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuch an Proben aus der Horizontalbohrung B10 (Mittelbarrême) zeigt sich eine deutlich größere Zerfallsstabilität als bei der B11. In der Probensäule sind größere offene Hohlräume erkennbar. Dementsprechend nimmt der im Versuch bestimmte Durchlässigkeitsbeiwert einen nahezu konstanten Wert von $K = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ an. Eine abnehmende Tendenz ist im dokumentierten Versuchszeitraum (ca. 7 Monate) nicht erkennbar.

4. Diskussion der Versuchsergebnisse

Da die Ergebnisse der von [REDACTED] durchgeführten Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuche zum Teil von den Ergebnissen der im Rahmen des Untersuchungsprogrammes durchgeführten Versuche abweichen, soll hierauf im folgenden näher eingegangen werden.

Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes wurden vom [REDACTED] [REDACTED] Durchlässigkeitsversuche an in situ zerfallenem Gesteinsmaterial durchgeführt, das aus den nach unten gerichteten ca. 50 m tiefen Vertikalbohrungen entnommen wurde. Das mit einer Schappe gewonnene Nachfallmaterial wurde ohne weitere Zerkleinerung und ohne Verdichtung in die Versuchszylinder eingefüllt. Die Durchlässigkeit betrug bei den 14 Versuchen an Proben aus dem Bereich des Alb bei einer Versuchsdauer von ca. 50 - 100 Tagen generell $K \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$. Bei den 8 Versuchen an Proben aus dem Bereich des Barrême betrug die Durchlässigkeit bei einer Versuchsdauer von ca. 170 Tagen $K \leq 3 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$. Die Versuche, die im einzelnen in den Teilen AI und AII des Berichtes Schachtverfüllung/Alte Bohrungen dokumentiert sind, zeigen insgesamt ein relativ einheitliches Ergebnis. Die bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerte erscheinen im Hinblick auf den hohen Feinkornanteil des zerfallenen Tonschluffsteins plausibel und entsprechen der Einschätzung anhand von Erfahrungswerten.

Wie die im Rahmen des Untersuchungsprogrammes in situ durchgeführten Messungen und Beobachtungen sowie begleitende Laborversuche gezeigt haben, ist das Zerfalls- bzw. Nachbruchverhalten innerhalb der Schichtenfolge unterschiedlich. Stark zum Nachbruch bzw. zum Zerfall neigende Gesteine wechseln sich mit zerfallsstabileren ab. Die Nachfüllung im Bohrloch setzt sich dabei stets i.w. aus den vergleichsweise stark zerfallenden bzw. nachbrechenden Gesteinen zusammen. Dies gilt in gleicher Weise für die alten Tiefbohrungen. Da im Rahmen des Untersuchungsprogrammes die Wasserdurchlässigkeit des in situ zerfallenen Gesteins bestimmt wurde, sind diese Durchlässigkeitsbeiwerte als repräsentativ für die Selbstabdichtung von Bohrungen durch nachbrechendes, zerfallendes Gestein anzusehen. Die Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten an nicht oder nur geringfügig zerfallenden Gesteinen ist für die Beurteilung der Selbstabdichtung von Bohrlöchern nicht maßgeblich.

Vergleicht man die Ergebnisse der von [REDACTED] durchgeführten Versuche mit den im Rahmen des Untersuchungsprogrammes enthaltenen K-Werten, so zeigen sich für die Versuche an Proben aus der K101 und aus der B11 Übereinstimmungen hinsichtlich der abnehmenden Tendenz mit den vom [REDACTED] durchgeführten Versuchen. In den Versuchen an Proben aus der K101 und aus der B11 ist der Endwert der Durchlässigkeit offenbar noch nicht erreicht. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der für die geringe Durchlässigkeit verantwortliche Gesteinszerfall eine Frage der Zeit ist. Insbesondere in den Laborversuchen zum Zerfall (Tauchversuche) konnte diese Zeitabhängigkeit beobachtet werden.

Im Versuch an Probenmaterial aus der Vorbohrung B10 zeigt sich innerhalb des dokumentierten Versuchszeitraumes keine abnehmende Tendenz der Durchlässigkeit. Wie auch aus der Beschreibung von [REDACTED] zu entnehmen ist, handelt es sich bei dem Probenmaterial offenbar um relativ zerfallsstabiles Gestein, wie es auch in einzelnen Abschnitten der Vertikalbohrungen auf der 541 m-Sohle angetroffen wurde (vgl. Bericht Teil AII). Wie bereits oben ausgeführt sind jedoch für die Selbstabdichtung der Bohrlöcher nicht die zerfallsstabilen sondern die ausgeprägt zum

Zerfall neigenden Gesteine maßgeblich.

Der Gesteinszerfall bzw. der Nachbruch im Bohrloch wird u. a. durch die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins bestimmt. Da die Entnahmestelle der Proben aus der Bohrung B10 nicht bekannt ist, läßt sich keine eindeutige Zuordnung zur Mineralogie vornehmen. Wie die Ergebnisse der mineralogischen Untersuchungen der BGR gezeigt haben, weist die mineralogische Zusammensetzung innerhalb der Kernstrecke der B10 eine z.T. erhebliche Streubreite auf. Dies betrifft vor allem den Karbonatgehalt, der die gesamte Bandbreite der in den Vertikalbohrungen bestimmten Werte abdeckt. Die hohe Zerfallsstabilität der von [REDACTED] untersuchten Proben aus der B10 ist möglicherweise auf einen erhöhten Karbonatgehalt zurückzuführen.

5. Schlußfolgerungen

Unter Beachtung sämtlicher o. g. Argumente ist zusammenfassend festzustellen, daß die Ergebnisse der von [REDACTED] durchgeführten Versuche und die Ergebnisse der im Rahmen des Untersuchungsprogramms vom [REDACTED] durchgeführten Versuche grundsätzlich nicht im Widerspruch stehen. Für die Beurteilung der Selbstabdichtung der alten Bohrungen sind jedoch nicht die Sedimentations-/Durchlässigkeitsversuche an einzelnen zerfallsstabilen Gesteinsproben maßgeblich, sondern die Durchlässigkeitsversuche an dem tatsächlich in situ nachgebrochenem, zerfallenem Gestein. Die in den Berichten vom [REDACTED] dokumentierten und in einer größeren Anzahl von Versuchen nachgewiesenen Durchlässigkeitsbeiwerte sind daher repräsentativ und für die Nachweisführung maßgeblich.