



TU Clausthal

**Untersuchungen an Calciumsulfat-Steinsalz
Baustoffen für Dammbauwerke in Unter-Tage
Deponien und Endlagern im Salinar**

Abschlussbericht

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld
Dipl.-Ing. Christian Fuchs

Institut für Bergbau
Erzstraße 20
38678 Clausthal-Zellerfeld

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02C1134 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Zielsetzung.....	3
3	Stand von Wissenschaft und Technik	4
4	Konzeption und Durchführung des Großversuchs	7
4.1	Allgemeines.....	7
4.2	Versuchsort	9
4.3	Erster Vorversuch.....	11
4.3.1	Versuchsaufbau	11
4.3.2	Versuchsdurchführung.....	15
4.3.3	Versuchsergebnisse	18
4.4	Zweiter Vorversuch	24
4.4.1	Versuchsaufbau	24
4.4.2	Versuchsdurchführung.....	33
4.4.3	Versuchsergebnisse	38
4.5	Hauptversuch Verschlussbauwerk	39
4.5.1	Versuchsaufbau	39
4.5.2	Versuchsdurchführung.....	51
4.5.3	Rückbau des Versuchsbauwerks	59
4.5.4	Bewertung der Versuchsdurchführung.....	61
4.6	Arbeitssicherheit.....	63
5	Durchführung der in situ Untersuchungen.....	65
5.1	Entwicklung der Temperatur.....	65
5.2	Entwicklung des Feuchtegehalts	68
5.3	Messung der Druckverläufe im Bondbereich	78
5.4	Kerngewinnung	82
6	Durchführung der Laboruntersuchungen	85
6.1	Einaxiale Druckfestigkeit.....	85
6.2	Untersuchungen zur Durchlässigkeit.....	89
6.3	Untersuchungen zum Ausbreitmaß.....	90
6.4	Untersuchungen zur Wärmeleitfähigkeit	92

7 Zusammenfassung	94
Literaturverzeichnis	97
Abbildungsverzeichnis	98
Tabellenverzeichnis	100

1 Einleitung

Die langzeitsichere Entsorgung von radioaktiven Abfällen ist ein in den Industrienationen aktuell viel diskutiertes Thema. Eine allgemein anerkannte Lösung zu diesem Bereich liegt bis heute nicht vor. In Expertenkreisen herrscht ein Konsens darüber, dass die Verbringung der Abfallstoffe in tiefen geologischen Formationen den sichersten und ökologisch verträglichsten Weg der Entsorgung darstellt. Mit dieser Vorgehensweise wird das Konzept einer dauerhaften Verschlüsselung der Abfälle von der Umwelt verfolgt. Erste praktische Erfahrungen werden zurzeit im Zusammenhang mit der Schließung des Forschungsbergwerks Asse und des ERAM gewonnen.

Bei der Einlagerung von radioaktiven Abfällen wird zum Verschluss der Einlagerungsbereiche ein Mehrbarrierenkonzept verfolgt. Neben dem Gebirge als geologische Barriere kommt den geotechnischen Barrieren als künstlich erstellte Verschlussbauwerke eine zentrale Bedeutung zu. Das zu entsorgende Material wird dazu in einen zuvor erstellten Hohlraum eingelagert bzw. eingebaut und die Zugangsstrecke mit einem langzeitstabilen Verschlussbauwerk abgeschlossen. Diese Bauwerke sollen einen sicheren und dauerhaften Abschluss der gefährlichen Abfälle von der Biosphäre gewährleisten. Mit diesen Verschlussbauwerken soll ein Schadstofftransport aus den Einlagerungsbereichen verhindert werden. Ebenfalls soll eine Fluidmigration in die Einlagerungsbereiche unterbunden werden, da die künstlich geschaffenen Zugänge zu dem Endlager eine potentielle Schwachstelle darstellen. Das umgebende Salzgebirge ist als technisch dicht anzusehen. Das gilt sowohl für das ursprüngliche unverritzte Gebirge als auch für die aufgrund der einsetzenden Konvergenz wieder verschlossenen Bereiche. Der Zeitraum zwischen der Einlagerung der Abfallstoffe und dem eigenständigen Verschluss der Hohlräume, der durch die Kriecheigenschaften des Salzes hervorgerufen wird, soll durch die erstellten Verschlussbauwerke überbrückt werden. Es handelt sich hierbei in Abhängigkeit der spezifischen Eigenschaften der Lagerstätte um einen Zeitraum von mehreren hundert Jahren, der durch das Auffüllen der Kammern und Strecken mit Salzgrus beeinflusst werden kann. Die Verschlussbauwerke sollen in dieser Zeit eine technische Dichtigkeit gegen Gas- und Laugendurchtritt gewährleisten.

Am Institut für Bergbau wurde in Labor und in situ Versuchen ein Baustoff auf Calciumsulfat-Basis entwickelt, der die gestellten Anforderungen an Salzgemische auf Anhydritbasis als möglichen Baustoff für die Errichtung von Verschlussbauwerken in Endlagern erfüllt. Nach dem erfolgreichen Abschluss der Laborversuche wurde ein Technikumsversuch im kleintechnischen Maßstab auf dem damaligen GSF-Forschungsbergwerk Asse bei Remlingen installiert, um die Laborergebnisse unter in situ Bedingungen zu überprüfen. Die positiven Ergebnisse der Laborversuche, mit denen eine grundsätzliche Eignung der ausgewählten Baustoffgemische für den Einsatz als Dammbaustoff nachweisen ließ, wurden auch in diesem Technikumsversuch bestätigt.

Allerdings stellten sich auf Grund des Modellcharakters der durchgeführten Untersuchungen verschiedene grundlegende Fragen zu den technischen und technologischen Eigenschaften der entwickelten Baustoffe bei einem Einsatz im Originalmaßstab. Um eine belastbare Aussage über die technologische Eignung und technische Einsetzbarkeit der entwickelten Baustoffe treffen zu können, war es notwendig, die theoretisch und im Modell nachgewiesenen positiven Eigenschaften experimentell in einem in situ Großversuch zu bestätigen.

Hierzu wurde ein vom BMBF gefördertes Forschungsvorhaben mit dem Titel „Untersuchungen an Calciumsulfat-Steinsalz-Baustoffen für Dammbauwerke in Unter-Tage Deponien und Endlagern im Salinar“ initiiert und unter dem Förderkennzeichen 02C1134 mit einer Laufzeit von 4 Jahren und drei Monaten durchgeführt.

Nach einer kurzen Definition der Zielsetzung des Vorhabens in Kapitel 2, erfolgt in Kapitel 3 die Beschreibung des Kenntnisstandes zu Bauwerken aus Calciumsulfat-Baustoffen im untertägigen Einsatz, an den zu Beginn des Vorhabens angeknüpft wurde. In Kapitel 4 schließt sich die ausführliche Beschreibung der Durchführung der einzelnen Versuche an. In Kapitel 5 wird die die Versuche begleitende Messtechnik und die in situ Untersuchungen beschrieben. In Kapitel 6 werden die begleitenden Laborversuche beschrieben und die Ergebnisse vorgestellt. Die Zusammenfassung steht dann am Ende dieses Berichts.