

**Untersuchung von Materialien zur Abdichtung des Kontaktbereichs  
zwischen Streckenverschlussbauwerken aus hydraulisch  
abbindenden Baustoffen und dem Salzgebirge**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Ingenieurwissenschaften

Vorgelegt von:  
M.Sc. Jonas Leonard Weber  
aus Mainz

genehmigt von der Fakultät für  
Energie- und Wirtschaftswissenschaften  
der Technischen Universität Clausthal

Tag der mündlichen Prüfung

25.06.2018

# Inhaltsverzeichnis

1 Einführung in den deutschen Endlagerbergbau .....	7
1.1 Problemstellung der Arbeit .....	8
2. Aufbau eines Endlagers .....	12
2.1 Mögliche Wirtsgesteine .....	12
2.2 Grubengebäude .....	14
2.3 Mehrbarrierensystem – Barrieren eines Endlagers .....	15
3. Geotechnische Barrieren - Streckenverschlussbauwerke .....	17
3.1 Anforderungen an Streckenverschlussbauwerke .....	17
3.2 Aufbau eines Streckenverschlussbauwerks .....	19
3.3 Integrale Permeabilität/ Strömungsräume .....	20
3.3.1 Salzgebirge .....	21
3.3.2 Baustoff des Streckenverschlussbauwerks .....	24
3.3.3 Kontaktbereich Baustoff/Gebirge .....	28
3.4 Bildung Kontaktfuge / Schädigung des Kontaktbereichs .....	29
4. Injektionen .....	32
4.1 Injektionen im Salz .....	33
4.2 Anforderungen an Injektionsmaterialien im Salz .....	38
4.3 Verfügbare Injektionsmaterialien für den Einsatz im Salz .....	43
4.3.1 Partikelgestützte Injektionsmaterialien .....	46
4.3.2. Partikelfreie Injektionsmaterialien .....	48
4.4 Beständigkeit von Injektionsmaterialien unter salinaren Bedingungen .....	53
5 Laborative Charakterisierung der rheologischen Eigenschaften ausgewählter Injektionsmaterialien .....	57
5.1 Aufbau der Messungen .....	57
5.1.1 Viskositätsmessungen .....	57
5.1.2 Rheologie – Marshtrichter .....	59
5.1.3 Dichtemessungen .....	60
5.1.4 Grenzflächenspannung .....	60
5.1.5 Kontaktwinkel .....	62
5.2 Durchführung von Messungen zur Bestimmung der rheologischen Eigenschaften ausgewählter Injektionsmaterialien .....	62
5.2.1 Viskositätsbestimmung .....	63
5.2.2 Rheologie – Marshtrichter .....	63

5.2.3 Dichtemessung .....	64
5.2.4 Grenzflächenspannung.....	64
5.2.5 Kontaktwinkel.....	64
5.3 Rheologische Eigenschaften ausgewählter Injektionsmaterialien – Messergebnisse und Interpretation .....	66
5.3.1 Viskositätsbestimmung .....	66
5.3.2 Rheologie – Marshtrichter.....	74
5.3.3 Dichtemessung .....	75
5.3.4 Grenzflächenspannung.....	75
5.3.5 Kontaktwinkel.....	76
5.4 Theoretische Betrachtungen zum Eindringverhalten der Injektionsmaterialien.....	79
6 Modellversuche zur Erzeugung und Injektion einer Kontaktfuge im Labor.....	84
6.1 Gewinnung und Herstellung der Probenkörper .....	85
6.2 Laboratives verfahren zur Erzeugung einer Kontaktfuge.....	86
6.3 Injektion der Kontaktfuge.....	92
6.4 Analyse des Injektionserfolgs .....	94
6.4.1 Verfahren zur Bewertung des Injektionserfolgs.....	94
6.4.2 Optische und messtechnische Analyse des Injektionsergebnisses .....	100
7 Interpretation der Ergebnisse .....	106
8 Zusammenfassung und Ausblick .....	109
Literatur.....	113
Anhangsverzeichnis:.....	119