



Götz Vollmann (Autor)
**Zur Härtestabilisierung als versinterungsreduzierende
Maßnahme für Tunneldränagesysteme**

Götz Vollmann

**Zur Härtestabilisierung als
versinterungsreduzierende Maßnahme
für Tunneldränagesysteme**



 Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2369>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung.....	1
1.2	Ziel der Arbeit	2
1.3	Aufbau der Arbeit.....	2
2	Grundlagen und Stand der Technik	3
2.1	Hydrochemische Aspekte der Versinterungsbildung.....	3
2.1.1	Löslichkeit von Feststoffen in Wasser	3
2.1.2	Löslichkeit von Gasen in Wasser	4
2.1.3	Entstehung und Dissoziation von Kohlensäure.....	7
2.1.4	Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht	8
2.1.5	Zusammenfassung wichtiger hydrochemischer Einflüsse auf den Gleichgewichtszustand zwischen Kalk und Kohlensäure unter der Berücksichtigung der Versinterungsproblematik bei Tunnelbauwerken.....	9
2.1.6	Wasserhärte, Calcitsättigung und ihre Bestimmung.....	10
2.2	Kalkanreicherung von Bergwässern.....	14
2.2.1	Allgemeines.....	14
2.2.2	Natürliche Anreicherung des Bergwassers mit CO ₂ und CaCO ₃	14
2.2.3	Elution von Kalk aus Komponenten des Tunnelsicherungs- und Tunnelentwässerungssystems	15
2.3	Grundlagen der Härtestabilisierung.....	19
2.3.1	Kristallwachstum bei Ausfällung von Calcit	19
2.3.2	Funktionsprinzipien der Inhibierung und Dispergierung als primäre Wirkungsweisen	22
2.3.3	Zusammensetzung gängiger stabilisierender Wirkstoffe.....	23

2.4	Härtestabilisatoren im Tunnelbau	24
2.4.1	Grundlegende Unterschiede zwischen industrieller und tunnelbautechnischer Nutzung von Härtestabilisatoren	24
2.4.2	Härtestabilisierende Wirkstoffe für den Tunnelbau.....	26
2.4.3	Mögliche Einsatzbereiche von Härtestabilisatoren im Rahmen von Tunnelentwässerungssystemen	31
2.4.4	Regelwerke und Vorschriften im Aus- und Inland	32
2.4.5	Bisherige Erkenntnisse zur Funktionalität und Effektivität von Härtestabilisatoren anhand von Versuchen an bestehenden Bauwerken..	35
2.4.6	Zusammenfassung des Grundlagenwissens und der Erkenntnisse aus Erfahrungsberichten von ausgeführten Projekten	36
2.5	Beurteilung und Wertung des bisherigen Kenntnisstandes	37
3	Bei bisherigen Einsätzen von Härtestabilisatoren angewandte Nachweismethodik.....	39
3.1	Allgemeines	39
3.2	Darstellung bisheriger Nachweismethodik	40
3.2.1	Phänomenologische Datenerfassungen.....	40
3.2.2	Analytische Datenerfassungen.....	40
3.2.3	Auswertungsschema und Nachweismethodik	42
3.3	Anwendung der dargestellten Methodik auf andere Einsatzbereiche von Härtestabilisatoren	48
3.4	Erkenntnisse der bisherigen Analyse	48
4	Bewertung und Erweiterung der bisherigen Nachweismethodik.....	49
4.1	Vorgehensweise bei der Bewertung	49
4.2	Mögliche Ionenfrachten von Dränagewässern ohne den Einfluss eines Härtestabilisators	50
4.2.1	Tunnelbauspezifische Ursachen schwankender Ionenfrachten	50
4.2.2	Zusätzliche Reaktionsmechanismen	52
4.2.3	Exemplarische Entwicklung der Ionenfrachten von Dränagewässern ohne den Einfluss eines Härtestabilisators.....	53
4.2.4	Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse	59

4.3	Analyse der tunnelbauspezifischen Versinterungsmechanismen.....	59
4.3.1	Unzureichende Drainagekonzepte	59
4.3.2	Ungeeignete Einzelkomponenten des Entwässerungssystems	60
4.3.3	Versinterungsbegünstigende Ausführungsmängel.....	64
4.3.4	Uneffektive Wartungsintervalle und –verfahren.....	66
4.3.5	Zusammenfassung der gewonnen Erkenntnisse	67
4.4	Bewertung der bisherigen Nachweismethodik vor dem Hintergrund tunnelbauspezifischer Versinterungsentstehung.....	68
4.4.1	Phänomenologische Datenerfassung.....	68
4.4.2	Analytische Datenerfassung.....	69
4.4.3	Fazit der Bewertung für bisher durch Versuche gewonnenen Erkenntnisse zu Härtestabilisatoren und ihren Einsatzmöglichkeiten	69
4.5	Erweiterung der bisherigen Nachweismethodik	70
4.5.1	Erweiterung der phänomenologischen Datenerfassung.....	70
4.5.2	Erweiterung der analytischen Datenerfassung.....	72
4.5.3	Ergänzung des Umfangs der zu beobachtenden Kriterien.....	73
5	Experimentelle Untersuchungen	74
5.1	Vorstellung des Versuchsprogramms.....	74
5.1.1	Zielsetzungen des Versuchsprogramms	74
5.1.2	Zu untersuchende Einsatzspektren und dabei zu berücksichtigende Funktionalitätskriterien für Härtestabilisatoren	74
5.1.3	Wahl eines geeigneten Bauwerks	75
5.1.4	Durchzuführende Einzelversuche.....	75
5.1.5	Versuchsaufbauten.....	77
5.1.6	Versuchsabläufe und versuchsspezifische Konkretisierung des Auswertungsschemas	80
5.2	Ergebnisse.....	84
5.2.1	Voruntersuchungen im Labor	84
5.2.2	Fester Härtestabilisator in einer simulierten Filterschicht am Saukopftunnel.....	85
5.2.3	Fester Härtestabilisator in der Drainageleitung des Tunnelbauwerks Saukopf	91
5.3	Zusammenfassung und Bewertung der Versuchsergebnisse	104

5.3.1	Fester Härtestabilisator in der Filterschicht des Tunnelbauwerks Saukopf	104
5.3.2	Fester Härtestabilisator in den Dränageleitungen des Tunnelbauwerks Saukopf	104
5.3.3	Vergleich bisherige zu erweiterter Nachweismethodik	105
6	Allgemeines Untersuchungskonzept	108
6.1	Allgemeines	108
6.2	Effektivitätskriterien	108
6.2.1	Hydrochemische Entwicklung.....	108
6.2.2	Ablagerungsentwicklung.....	109
6.2.3	Ökologie	109
6.2.4	Verfahrenstechnik.....	109
6.3	Versuchsprogramm	109
6.3.1	Ablauf	109
6.3.2	Zu erfassende Parameter.....	111
6.4	Auswertung der ermittelten Daten unter Berücksichtigung der relevanten Parameter	112
6.4.1	Darstellung der hydrochemischen und hydrologischen Entwicklung.....	112
6.4.2	Darstellung der Ablagerungsentwicklung - Auswertungsschema für Kamerabefahrungen.....	112
6.4.3	Darstellung ökologischer und verfahrenstechnischer Aspekte	119
6.5	Bewertung des ermittelten Datensatzes	119
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	122
7.1	Zusammenfassung	122
7.2	Ausblick	124
8	Literatur.....	125