

Untersuchungen zur Biodeterioration
von Sandsteinen unter besonderer
Berücksichtigung der chemoorgano-
trophen Bakterien

T 2275

T 2275

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

**UNTERSUCHUNGEN ZUR BIODETERIORATION
VON SANDSTEINEN UNTER BESONDERER
BERÜCKSICHTIGUNG DER CHEMOORGANOTROPHEN
BAKTERIEN**

Vom Fachbereich Biologie
der Universität Oldenburg

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

angenommene Dissertation

Thomas Warscheid
geb. am 14.9.1958 in Trier

Oldenburg, 1990

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	Einleitung	1
1.1	Biosphäre und Gesteinsverwitterung	1
1.2	Zusammenfassende Darstellung bisheriger Untersuchungen zum Einfluß der Biosphäre bei der Verwitterung	2
1.2.1	Biodegradation von Gesteinen	2
1.2.2	Biodeterioration von Bausteinen	4
1.3	Zur Ökologie der gesteinsbesiedelnden Mikroflora	6
1.4	Mikrobielle Schädigungsmechanismen an Gesteinsoberflächen	11
1.5	Makroskopische Schadensbilder am Gestein	14
2	Problemstellung	20
3	Material und Methoden	23
3.1	Probenorte	23
3.2	Sandsteine	24
3.3	Probenentnahme	28
3.4	Probenaufarbeitung	28
3.4.1	Ablösung der Mikroorganismen vom Gestein	28
3.4.2	Mikrobiologische Aufarbeitung	28
3.4.2.1	Beimpfung der Anreicherungsmedien, ihre Kultivierung und die Auswertung der Keimzahlbestimmung	28
3.4.2.2	Anreicherungsmedien	29
3.4.2.2.1	Chemoorganotrophe Bakterien	29
3.4.2.2.2	Übrige gesteinsbesiedelnde Mikroflora	31
3.4.3	Begleitende Untersuchungen	31
3.4.3.1	pH-Wert-Bestimmung	31
3.4.3.2	Bestimmung des Proteingehaltes der Gesteinsproben	32
3.4.3.3	Bestimmung der Dehydrogenase-Aktivität (DHA)	32

3.5	Isolierung, Stammhaltung und Identifizierung von Reinkulturen chemoorganotropher Bakterien	33
3.5.1	Isolierung und Stammhaltung	33
3.5.2	Screening und Identifizierung	34
3.6	Untersuchungen zu allgemeinen und speziellen physiologischen Stoffwechseleigenschaften chemoorganotropher Bakterien	36
3.6.1	Allgemeine Charakterisierung und Nährstoffansprüche	36
3.6.2	Säureexkretion	38
3.6.2.1	Vergleich verschiedener Testmedien	38
3.6.2.2	Prüfmedien für die Säureexkretion chemoorganotropher Bakterien	42
3.6.3	Kohlenwasserstoffverwertung	43
3.7	Mikroskopische Untersuchungen	44
3.7.1	Stereomikroskop	44
3.7.1.1	Anfärbung mikrobieller Schleime	44
3.7.1.2	Visualisierung mikrobieller Aktivität	45
3.7.2	Phasenkontrastmikroskop	45
3.7.3	Elektronenmikroskop	45
4	Ergebnisse	46
4.1	Keimzahluntersuchungen	46
4.1.1	Luftkeimeintrag auf Gesteinsoberflächen	46
4.1.2	Keimzahluntersuchungen an Sandsteinoberflächen historischer Gebäude	48
4.2	Untersuchungen zur Dehydrogenaseaktivität	54
4.3	Allgemeine Charakterisierung und Nährstoffansprüche gesteinsbesiedelnder chemoorganotropher Bakterien	63
4.4	Vergleich verschiedener Testmedien zur Überprüfung der Säureexkretion chemoorganotropher Bakterien	65
4.5	Identifizierung der chemoorganotrophen Bakterien und Charakterisierung ihres Zerstörungsverhaltens	69

		Seite
4.6	Mikroskopische Darstellung der mikrobiellen Gesteinskontamination im Zusammenhang mit makroskopischen Schadensbildern	72
5	Diskussion	91
5.1	Verbreitung chemoorganotropher Bakterien auf Gesteinsoberflächen	92
5.2	Quantifizierung und visuelle Darstellung mikrobieller Aktivität an Gesteinsoberflächen	105
5.3	Allgemeine Charakterisierung und Identifizierung gesteinsbesiedelnder, chemoorganotropher Bakterien	108
5.4	Darstellung mikrobiologischer Schädigungseinflüsse in der mikroskopischen Analyse	123
6	Zusammenfassung	128
7	Schlußbemerkung	133
8	Literatur	134

ANHANG

- Appendix A: Zusammenfassende Ergebnisse der mikrobiologischen Keimzahlbestimmungen (Tabelle I a-n)
- Appendix B: Auswahl typischer Fettsäureprofile gesteinsbesiedelnder chemoorganotropher Bakterien
- Appendix C: Abbildungsverzeichnis
- Appendix D: Publikationen