

Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser
Band 66 – Aerob-produktiver Abbau von Chlorethenen:
Nachweis eines neuen Abbauweges für Trichlorethen

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Abstract	II
Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 LCKW: Vorkommen, Relevanz und Verwendung	2
1.2 Stoffeigenschaften und Folgen für Mensch und Umwelt	4
1.3 Sanierung von Grundwasserschäden	9
1.4 Natural Attenuation	9
1.5 Mikrobieller Abbau von Chlorethenen	10
1.5.1 Anaerober Abbau: Reduktive Dechlorierung	11
1.5.2 Aerob-oxidativer Chlorethenabbau	14
1.5.3 Aerober VC-Abbau	16
1.5.4 Aerober cDCE-Abbau	18
1.5.5 Aerober TCE-Abbau	19
1.5.6 Aerober PCE-Abbau	23
1.5.7 Enzyme des aeroben Chlorethenabbaus	24
1.5.8 Produkttoxizität und Hemmung des aeroben Chlorethenabbaus	26
1.5.9 Sequenzieller anaerober/aerober Abbau von Chlorethenen	28
2 Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit	29
3 Material und Methoden	30
3.1 Bakterienkulturen	30
3.1.1 Standort B109 Sindelfingen (aerob-produktive TCE-Verwerter)	30
3.1.2 Standort Frankenthal (aerob-produktive cDCE-Verwerter und VC-Verwerter)	32

3.1.3	Standort Karlsruhe-Ost/Killisfeld (aerob-produktive VC-Verwerter)	32
3.2	Batchversuche	32
3.3	Säulenversuche	35
3.3.1	Kreislaufsäulen	36
3.3.2	Durchflusssäulen	37
3.4	Probenahme von Grundwasser und Aktivkohle am Standort B109	39
3.5	Verwendete Chlorethene	41
3.6	Mineralmedium	42
3.7	Vollmedien	43
3.8	Physikalisch-chemische, mikrobiologische und molekularbiologische Methoden	43
3.8.1	Elektrodenmessungen	43
3.8.2	Gaschromatographie (GC)	44
3.8.3	Isotopenfraktionierung	44
3.8.4	Ionenchromatographie (IC)	46
3.8.5	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	46
3.8.6	Ammonium	47
3.8.7	Proteinbestimmung	47
3.8.8	Leuchtbakterienhemmtest	48
3.8.9	Molekularbiologische Analysen	48
3.8.10	Vorgehensweisen zur Isolierung von Reinkulturen	51
3.8.11	Mikroskopie	52
4	Ergebnisse und Diskussion	53
4.1	Kultivierung und Anreicherung der TCE-verwertenden Kultur	53
4.2	Grundwasserscreening	55
4.3	Abbauversuche mit Aktivkohle	60
4.4	Charakterisierung des TCE-Abbaus in Batchversuchen	61
4.4.1	Abbau von TCE in der Anwesenheit weiterer Chlorethene	62
4.4.2	Konzentrationsbereich	65
4.4.3	Einfluss von erhöhten Salzkonzentrationen auf den TCE-Abbau	69
4.4.4	Einfluss des pH-Wertes auf den TCE-Abbau	71
4.4.5	Einfluss von Hungerzeiten auf den TCE-Abbau	73

4.4.6	Einfluss der Temperatur auf den TCE-Abbau	73
4.4.7	Bioaugmentation	76
4.4.8	Abbau möglicher Metabolite des aeroben TCE-Abbaus und der Abbau von TCE in Anwesenheit möglicher Metabolite	78
4.4.9	Hemmung des TCE-Abbaus durch die Anwesenheit möglicher Metabolite sowie durch Acetylen	83
4.4.10	Ermittlung eines Kohlenstoffisotopenanreicherungsfaktors	84
4.4.11	Toxizität im Leuchtbakterienhemmtest.....	85
4.4.12	Scherkraftempfindlichkeit.....	85
4.4.13	Bildung von Biomasse	87
4.4.14	Minimaler Sauerstoffbedarf der TCE-abbauenden Kultur und Korrelation von TCE-Abbau und Sauerstoffverbrauch	91
4.5	Versuche zur Reinkulturisolierung und molekularbiologische Analyse der gewonnenen Kulturen.....	95
4.5.1	VC-Verwerter	95
4.5.2	cDCE-Verwerter.....	96
4.5.3	TCE-Verwerter	97
4.6	Etablierung von PCR-Nachweisen	100
4.7	Untersuchungen im durchströmten System	104
4.7.1	TCE-Abbau im Kreislaufsäulensystem.....	104
4.7.2	Durchflusssäule ohne Inokulation (Bestimmung des abiotischen TCE-Verlusts).....	106
4.7.3	cDCE-Abbau im Durchflusssäulesystem	107
4.7.4	TCE-Abbau im Durchflusssäulensystem mit Mineralmedium	110
4.7.5	TCE-Abbau im Durchflusssäulensystem mit Grundwasser vom Standort B109 Sindelfingen.....	114
5	Zusammenfassende Diskussion.....	118
6	Eigene Veröffentlichungen.....	122
7	Literatur	123