

Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser
Band 72 – Vorkommen und Abbau von Teerölschadstoffen unter instationären
Fließ- und Redoxbedingungen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung	II
Abstract	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abbildungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Stoffgruppen im Teeröl	3
1.1.1 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (MAK)	3
1.1.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	3
1.1.3 Heterozyklische Kohlenwasserstoffe (NSO-HET)	4
1.1.4 Kurzkettige Alkylphenole (SCAP)	5
1.2 Natural Attenuation	6
1.2.1 Mikrobiologischer Schadstoffabbau	7
1.2.2 Abfolge von Redoxprozessen	9
1.3 Untersuchte Standorte	12
1.3.1 Referenzstandort Gaswerk Germersheim	12
1.3.2 Vergleichsstandort I (Gaswerk)	15
1.3.3 Vergleichsstandort II (Imprägnierwerk)	16
1.3.4 Vergleichsstandort III (Imprägnierwerk)	17
2 Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit	19
3 Material und Methoden	21
3.1 Tiefenintegrierte Grundwasserprobenahme am Standort	21
3.2 Labormikrokosmen, Übersicht und Ansatz	21

3.2.1	Aerobe Versuchsansätze.....	23
3.2.2	Nitratreduzierende Versuchsansätze.....	23
3.2.3	Eisen(III)reduzierende Versuchsansätze.....	23
3.2.4	Sulfatreduzierende Versuchsansätze.....	24
3.2.5	Schadstoffzugabe.....	24
3.2.6	Probenahme.....	24
3.3	Physikalisch-chemische Methoden, Bestimmung von Keimzahlen und Toxizität.....	25
3.3.1	pH-Wert.....	25
3.3.2	Redoxpotential und Temperatur.....	25
3.3.3	Sauerstoff.....	26
3.3.4	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB).....	26
3.3.5	Ammonium.....	26
3.3.6	Eisen (Gesamteisen und Eisen(II)).....	26
3.3.7	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC).....	27
3.3.8	Multiparametermesssonde.....	27
3.3.9	Extraktion und Analytik der organischen Schadstoffe.....	28
3.3.10	Ionenchromatographie.....	30
3.3.11	Toxizität.....	30
3.3.12	Keimzahlbestimmungen nach dem Most Probable Number (MPN)-Verfahren.....	31
4	Ergebnisse und Diskussion der Felduntersuchungen.....	32
4.1	Grundwasserfließverhalten, Gaswerk Germersheim.....	32
4.2	Hydrochemische Grundwasserbeschaffenheit und mikrobiologische Bestandsaufnahme, Gaswerk Germersheim.....	35
4.2.1	Redoxpotential.....	35
4.2.2	Methan.....	35
4.2.3	Sulfat.....	38
4.2.4	Eisen und Mangan.....	38
4.2.5	Nitrat.....	41
4.2.6	Ammonium.....	41
4.2.7	Sauerstoff.....	41
4.2.8	Mikrobiologische Bestandsaufnahme.....	44

4.3	Schadstoffbelastung und Ermittlung von Leitsubstanzen unter Einbeziehung der Vergleichsstandorte.....	46
4.3.1	DOC und CSB	46
4.3.2	Nachweis und Relevanz von monoaromatischen Kohlenwasserstoffen	50
4.3.3	Nachweis und Relevanz von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen	53
4.3.4	Nachweis und Relevanz von NSO-Heterozyklen.....	58
4.3.5	Nachweis und Relevanz von SCAP	70
4.3.6	Toxizität	73
4.3.7	Relevante Schadstoffe am Fahnenrand, Gaswerk Germersheim.....	75
4.3.8	Ermittlung von Leitsubstanzen.....	78
4.4	Einfluss des Oberflächengewässers auf Schadstoffkonzentrationen und Redoxparameter	81
4.4.1	Wöchentliches Monitoring von Schadstoffen und ausgesuchten Redoxparametern an rheinnahen Grundwassermessstellen	81
4.4.2	Multiparameter Grundwassermesssonde	85
4.4.3	Massenbilanz.....	89
5	Ergebnisse und Diskussion der Laborversuche zum Schadstoffabbau	90
5.1	Sauerstofftoleranz anaerober Bakteriengruppen.....	90
5.2	Abbauversuche in Labormikrokosmen unter wechselnden Redoxbedingungen	96
5.2.1	Abbau von MAK unter wechselnden Redoxbedingungen.....	97
5.2.2	Abbau von PAK unter wechselnden Redoxbedingungen.....	102
5.2.3	Abbau von NSO-Heterozyklen unter wechselnden Redoxbedingungen.....	107
5.2.4	Abbau von SCAP unter wechselnden Redoxbedingungen.....	125
5.2.5	Bilanzierung der Abbauversuche unter wechselnden Redoxbedingungen ..	133
5.3	Vergleichende Diskussion der Felddaten mit den Ergebnissen der Laborversuche	136
6	Schlussbetrachtung.....	138
7	Eigene Veröffentlichungen.....	141
8	Literatur	143
9	Anhang	151

9.1	Strukturformeln und Eigenschaften der zusätzlich zu BTEX und EPA-PAK untersuchten Substanzen	151
9.2	Chemikalien.....	161
9.3	Geräte und Materialien	163
9.4	Verwendete Medien, Ansatz und Auswertung Most-Propable-Number Verfahren (MPN).....	165
9.5	Physikochemische Parameter des Rheinwassers (LUBW).....	167
9.6	Felddaten Referenzstandort Gaswerk Germersheim.....	167
9.7	Felddaten Vergleichsstandort I (Gaswerk)	179
9.8	Felddaten Vergleichsstandort II (Imprägnierwerk).....	181
9.9	Felddaten Vergleichsstandort III (Imprägnierwerk).....	182
9.10	Ergebnisse der Abbauprobversuche eisen(III)reduzierend/aerob.....	185