

# Inhalt

## Vorwort

### Teil I Allgemeine Grundlagen 1

1	Definition und Zusammensetzung von Kohlenwasserstoff-Gemischen	3
1.1	Mineralöl-Kohlenwasserstoffe	3
1.1.1	Rohöle	4
1.1.2	Vergaserkraftstoffe	7
1.1.3	Mitteldestillate	9
1.1.4	Schmieröle	11
1.1.5	Schweres Heizöl und Bitumen	12
1.2	Synthetische Öle	15
1.3	Teeröle	17
1.4	Biogene Kohlenwasserstoffe	21
1.4.1	Chemische Zusammensetzung biogener Kohlenwasserstoffe	22
1.4.2	Zur Produktion von biogenen Kohlenwasserstoffen	26
1.4.3	Schicksal biogener Kohlenwasserstoffe	28
2	Verhalten von Mineralölprodukten in Wasser und Boden	34
2.1	Das Verhalten auf und in Gewässern	34
2.1.1	Ausbreitung auf dem Wasser; erste Phase	36
2.1.2	Zweite Ausbreitungsphase	37
2.1.3	Verdunstung	38
2.1.4	Lösen in Wasser	39
2.1.5	Bildung von Öl-in-Wasser-Emulsionen	40
2.1.6	Bildung von Wasser-in-Öl-Emulsionen	41
2.2	Das Verhalten in Boden und Untergrund	45
2.2.1	Öl im Untergrund	45
2.2.2	Verhalten im Untergrund	46

**Teil II Kohlenwasserstoff-Analyse 53**

3	Spektroskopische und chromatographische Methoden 55
3.1	IR-Spektroskopie 55
3.1.1	Bereich der Valenzschwingung 2800 – 3100 cm <sup>-1</sup> 57
3.1.2	Bereiche 1000 – 1700 und 400 – 1000 cm <sup>-1</sup> 61
3.1.3	Weitergehende IR-Untersuchungen 63
3.1.4	Alkanfraktion 64
3.1.5	Aromatenfraktion 67
3.1.6	Sonstige Stoffe 71
3.2	UV-Absorptionsspektroskopie 72
3.2.1	Quantitative Kohlenwasserstoffbestimmung 73
3.2.2	Theoretische Grundlagen 74
3.2.3	Qualitative Aspekte 76
3.2.4	Vergleich IR/UV-Spektroskopie 76
3.2.5	Biogene Extrakte 76
3.2.6	UV-Derivativspektren 78
3.2.7	UV-Detektion auf Adsorberschichten 82
3.3	Fluoreszenzspektroskopie 83
3.3.1	Vorbemerkung 83
3.3.2	Quantitative Bestimmungen 84
3.3.3	Qualitative Fluoreszenzmessungen 86
3.3.4	Synchronspektren 89
3.3.5	Synchron-Derivativspektren 91
3.3.6	Fluoreszenzdetection auf Adsorberschichten 92
3.4	Gaschromatographie 98
3.4.1	Mineralölanalytik 98
3.4.2	Biogene Kohlenwasserstoffe 102
3.4.3	Umweltproben 102
3.4.4	Biochemischer Abbau 104
3.4.5	Quantitative KW-Bestimmung 107
3.5	Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) 108
3.6	Massenspektrometrie (GC/MS) 113
3.7	Allgemeine Methoden 117
3.7.1	Allgemein 117
3.7.2	Viskosität 119
3.7.3	Strukturviskosität/Fließkurven 119
4	Extraktion/Anreicherung 126
4.1	Wasserproben 126
4.1.1	Stripping-Verfahren/Purge & Trap-Technik 129
4.2	Luftproben 131
4.3	Feststoffe 132
5	Clean up-Verfahren 136
5.1	Säulenchromatographie 136
5.1.1	Quantitative KW-Bestimmung 136
5.1.2	Gruppentrennung 140

5.1.3	Systematik bei Umweltproben	141
5.2	Dünnschichtchromatographie	142
5.2.1	Anwendung in der Umweltanalytik	143
6	Probenahme und Probenaufbereitung	148
6.1	Probenahme	148
6.1.1	Wasserproben	148
6.1.2	Gewässerschwebstoffe	149
6.1.3	Aquatische Sedimente	150
6.1.4	Terrestrische Sedimente (Böden, Untergrund)	151
6.1.5	Luftstaub	152
6.1.6	Nasser Niederschlag	153
6.1.7	Luft	154
6.2	Probenaufbereitung	154
6.2.1	Konservierung	154
6.2.2	Trocknung	155
6.2.3	Kornfraktionierung	155
6.2.4	Biologische Matrices	157

### Teil III Anwendung in der Praxis 159

7	Wasser- und Feststoffanalysen	161
7.1	Trink- und Grundwässer	161
7.1.1	Extraktion	162
7.1.2	Clean up	163
7.1.3	Weitere Beispiele	166
7.1.4	Oberflächen- und Sickerwasser	167
7.1.5	Zusammenfassung und Folgerungen für Trinkwasser	168
7.2	Milieubezogene Analytik	169
7.3	Hochwasserschwebstoffe	178
7.3.1	IR-Spektroskopie	178
7.3.2	UV-Spektroskopie	180
7.3.3	Fluoreszenzspektroskopie	183
7.3.4	Schlußfolgerungen	184
7.4	Terrestrische Sedimente (kontaminiert)	185
7.4.1	Einführung	185
7.4.2	Chemische Analysen – Stoffkonzentrationen	186
7.4.3	IR-Spektren	190
7.4.4	HPLC-Analyse der Aromaten	192
7.4.5	Weitere Fallbeispiele	195
7.5	Sonstige Kompartimente	196
7.5.1	Mineralöle	196
7.5.2	Weitere Kompartimente	196
8	Änderungen der Kohlenwasserstoffzusammensetzung	198
8.1	Biochemischer Abbau	199
8.1.1	Abbau im Fließgewässer	199

8.1.2	Mikrobieller Abbau von n-Hexadecan	201
8.1.3	Abbau biogener Kohlenwasserstoffe in Rheinwasser	202
8.1.4	Abbau von Heizöl EL in Rheinwasser	205
8.1.5	KW-Abbau im Untergrund	206
8.2	Photochemischer Abbau	207
8.2.1	Alterung auf Gewässern	207
8.2.2	Sonstige Oberflächen	212
8.3	Sonstige Prozesse	215
9	Charakterisierung – Identifizierung – Verursachernachweis	218
9.1	Charakterisierung	218
9.2	Identifizierung	219
9.3	Verursachernachweis	220
10	Gewässerkundliche und weitere Untersuchungen	227
10.1	Schwebstoffe im Flußlängsprofil	227
10.2	Fracht und Abfluß	228
10.3	Gesamtextract und Kohlenwasserstoffe	229
10.4	Kohlenwasserstoffabbau	229
10.5	Kohlenwasserstoffe in Elbe-Mündung und Deutsche Bucht	231
10.6	Kohlenwasserstoffe im Regenwasser	233
10.7	PAK-Gehalte in Böden	233
10.8	PAK in pflanzlichem Material	234

**Teil IV Anhang zur speziellen Analytik** 237

11	Chromatographische Methoden	239
11.1	Säulen- und Dünnenschichtchromatographie	239
11.2	Gas- und Hochdruckflüssigkeitschromatographie	241
12	Spektroskopische Methoden	242
12.1	IR-Spektroskopie	242
12.2	UV-Spektroskopie	243
12.3	Fluoreszenzspektroskopie	243
12.4	Fluoreszenzdetektion	244
12.5	Weitere Hinweise	244