

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung in die Umweltwissenschaft	1
1.1 Wissenschaftliche und bildungspolitische Ausgangssituation	1
1.1.1 Interdisziplinarität chemisch orientierter Umweltforschung	1
1.1.2 Bildungsbedarf und -situation	3
1.2 Umweltchemie und Öffentlichkeit	5
1.2.1 Akzeptanzproblem Technik – Industrie – Chemie	5
1.2.2 Umweltpolitik	6
1.2.3 Umwelt und Gesundheit	7
1.2.4 Gesundheitsschutz	8
1.2.5 Risikobereitschaft	9
1.2.6 Beginnender Bewußtseinswandel	10
1.3 Entstehung und Evolution der anthropogenen Umweltbelastung	10
1.3.1 Primäres Umweltproblem: Anthropogenes Wachstum	10
1.3.2 Überbevölkerung	11
1.3.3 Energieverbrauch und Rohstoffausbeutung	14
1.3.4 Zukunftsperspektiven	16
1.3.5 Sustainable Development	17
1.3.6 Verantwortung der chemischen Industrie	19
1.3.7 Technischer Umweltschutz versus Naturschutz	20
1.4 Grundlagen und Aufgaben der Umweltgeochemie	21
1.4.1 Umweltchemie und Umweltgeochemie	21
1.4.2 Differenzierung geogene Grundbelastung/anthropogene Zusatzbelastung	22
1.4.3 Geogene Referenzen	26
1.5 Ausgewählte Thesen zur Umweltanalytik und zur Umweltchemie	29
2 Allgemeine Umweltgeochemie	34
2.1 Geochemie von Böden und Sedimenten	34
2.1.1 Einführung	34
2.1.1.1 Schadstoffbelastung	34
2.1.1.2 Intensive Bodennutzung	36
2.1.1.3 Bodenversauerung	37
2.1.1.4 Speicherkapazität	38
2.1.1.5 Öko- und humantoxikologische Aspekte	40
2.1.1.6 Bodenschutz	41
2.1.2 Einführung in die Boden- und Sedimentchemie	42
2.1.2.1 Minerale und Gesteine	44
2.1.2.2 Verwitterung	45

2.1.2.3	Tonminerale	46
2.1.2.4	Organische Bestandteile	48
2.1.2.5	Bodenwasser und -luft	50
2.1.2.6	Kulturböden	51
2.1.2.7	Wechselwirkung zwischen Boden und Bodenlösung	51
2.1.3	Chronologie der Schadstoffbelastung	56
2.1.4	Chemische Speziesbestimmungen an natürlichen Festkörpern	58
2.1.4.1	Notwendigkeit der Speziesbestimmung	58
2.1.4.2	Definition chemischer Spezies	61
2.1.4.3	Analytische Methoden zur Speziesbestimmung	62
2.1.4.4	Anwendungsbeispiele	65
2.1.5	Die Methode der sequentiellen chemischen Extraktion	66
2.1.5.1	Diskussion gebräuchlicher Extraktionsschemata	66
2.1.5.2	Verfahrensstandardisierung (BCR Brüssel)	71
2.1.5.3	Anaerobe Ablagerungsbedingungen	73
2.1.6	Elutionstests zur Mobilitätsabschätzung	74
2.1.6.1	Einteilung, Technik und Anwendung von Elutionstests	74
2.1.6.2	Elutionstest Grundwassergefährdung im internationalen Vergleich	77
2.1.6.3	Elutionstest Grundwassergefährdung in Deutschland	80
2.1.6.4	Elutionstest Pflanzenverfügbarkeit	95
2.1.6.5	Elutionstest Ingestion	99
2.1.6.6	Geogene und biogene Elution	103
2.1.6.7	Elution von Abfällen	106
2.1.7	Rechnerische Modellierung der Schadstoffverfrachtung	109
2.2	Erfassung, Bewertung und Sanierung von kontaminierten Standorten	118
2.2.1	Anthropogen kontaminierte Böden	118
2.2.1.1	Definition von Altlasten	118
2.2.1.2	Erfassung des Kontaminationsherdes	119
2.2.1.3	Geochemische Hintergrundbelastungen	122
2.2.1.4	Situationsberichte	123
2.2.1.5	Mineralölkontaminationen	125
2.2.1.6	Nukleare und militärische Altlasten	125
2.2.2	Beurteilung und Bewertung der Kontamination	126
2.2.2.1	Sediment- und Bodenqualität	128
2.2.2.2	Kriterium Grundwasserqualität	129
2.2.2.3	Biologische Kriterien	131
2.2.2.4	Administrative Vorgaben	131
2.2.3	Chemische Aspekte der Altlastensanierung	137
2.2.3.1	Sanierungsplanung und -optimierung	137
2.2.3.2	Überblick zu Sanierungsmethoden	139
2.2.3.3	Mikrobiologische Verfahren	141

2.3 Chemische Aspekte der Abfallwirtschaft	144
2.3.1 Abfälle der Industriegesellschaft	144
2.3.1.1 Das Mengenproblem der Abfallwirtschaft	144
2.3.1.2 Siedlungs- und Industrieabfälle	146
2.3.1.3 Sonderabfälle	150
2.3.1.4 Radioaktive Abfälle	151
2.3.2 Produkte der Abfallbehandlung	152
2.3.2.1 Abfallentsorgung, Wiederverwendung	152
2.3.2.2 Müllverbrennung	153
2.3.2.3 Verbrennungsaschen	157
2.3.2.4 Kompost	161
2.3.2.5 Rotte	163
2.3.2.6 Klärschlamm	166
2.3.2.7 Faulgase	172
2.3.3 Deponierung von Abfällen	173
2.3.3.1 Deponietypen und -klassen	173
2.3.3.2 Die Hausmülldeponie als chemischer Reaktor	182
2.3.3.3 Stabilisierung von Abfällen	188
2.3.3.4 Geochemische Konzepte der Langzeitlagerung von Abfällen	189
2.4 Partikuläres Material in der Atmosphäre	194
2.4.1 Atmosphärische Aerosole (Einführung)	194
2.4.1.1 Luftverschmutzung durch Stäube	194
2.4.1.2 Toxikologie von Feinstaub	202
2.4.2 Anorganische Schadstoffe in atmosphärischen Partikeln	204
2.4.2.1 Mineralfasern, Asbest	204
2.4.2.2 Metall(oid)e	207
2.4.2.3 Flugasche	210
2.4.3 Organische Schadstoffe in atmosphärischen Partikeln	210
2.4.3.1 Herkunft organischer Bestandteile	210
2.4.3.2 Industrieruße (black carbon)	212
2.4.3.3 Dieseluß	214
2.4.4 Partikel im Innenraumbereich	217
2.4.4.1 Allgemeines zum Hausstaub	217
2.4.4.2 Rauchen in geschlossenen Räumen	219
2.4.4.3 Anorganische Stoffe im Hausstaub	220
2.4.4.4 Organische Stoffe im Hausstaub	222
2.4.4.5 Hausstaubuntersuchungen	224

3 Spezielle Umweltgeochemie	228
3.1 Einführung in anorganische, organische und radioaktive Schadstoffe	228
3.1.1 Anorganische Schadstoffe	228
3.1.1.1 Metall(oid)e	229
3.1.1.2 Cadmium und Quecksilber	237
3.1.1.3 Zinn und Blei	256
3.1.1.4 Arsen, Antimon und Bismut	267
3.1.1.5 Weitere ausgewählte Elemente und Spezies	279
3.1.2 Organische Schadstoffe	288
3.1.2.1 Organische Stoffe in der Umwelt	288
3.1.2.2 Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe	302
3.1.2.3 Halogenorganische Verbindungen	317
3.1.2.4 Biozide	354
3.1.3 Radioaktive Stoffe	368
3.1.3.1 Strahlenbelastung des Menschen	369
3.1.3.2 Anthropogene Emissionen und Endlagerungsproblematik	374
3.1.3.3 Geogene Quellen	377
3.1.3.4 Innenraumradioaktivität	379
3.1.3.5 Ausgewählte Nuklide	381
3.2 Assoziationen zwischen Metall(oid)en und organischem Material	387
3.2.1 Fossile und rezente Sedimente	387
3.2.2 Metalloproteine	391
3.2.3 Metall(oid)organische Verbindungen	392
3.2.4 Carbonyle	396
3.2.5 Biomethylierung der Elemente	396
3.2.5.1 Methanogenese	401
3.2.5.2 Cadmium	403
3.2.5.3 Quecksilber	404
3.2.5.4 Zinn	409
3.2.5.5 Blei	412
3.2.5.6 Arsen	413
3.2.5.7 Antimon	417
3.2.5.8 Bismut	418
3.2.5.9 Selen	418
3.2.5.10 Tellur	418
3.2.5.11 Silicium	419
3.3 Chemische Tracer	421
3.3.1 Biomarker	424
3.3.1.1 Flüchtige Komponenten	424
3.3.1.2 Alkanverteilung	425
3.3.1.3 Gesättigte polyzyklische KW	425

3.3.1.4	Aromatische KW	427
3.3.1.5	Höhsiedende Komponenten	429
3.3.1.6	Benzin, Dieseldraftstoff und Heizöl	429
3.3.1.7	Einfluß sekundärer Effekte in der Umwelt	430
3.3.1.8	Altersabschätzung	432
3.3.1.9	Anwendungsbeispiele	434
3.3.2	Isotopenverteilungen	436
3.3.2.1	Isotope leichter Elemente	436
3.3.2.2	Isotope schwerer Elemente	447
3.3.3	Spurenelemente, Ölzusätze	452
3.3.3.1	Emissionsmarker	452
3.3.3.2	Öl- und Kraftstoffadditive	455
3.3.3.3	Zusammensetzung moderner Schmierstoffe	457
3.3.4	Kombinationsstudien	458
4	Kolloidale Systeme in der Umwelt	461
4.1	Allgemeine Grundlagen	461
4.1.1	Die besonderen Eigenschaften kolloidaler Systeme	461
4.1.2	Einteilung kolloidaler Systeme	462
4.1.3	Grundlegende Kolloidstrukturen	464
4.1.4	Synthesen kolloidaler Systeme	466
4.1.5	Stabilität kolloidaler Systeme	466
4.1.5.1	Ionische Wechselwirkungen	467
4.1.5.2	Stern-Potential	468
4.1.5.3	Van-der-Waals-Kräfte	471
4.1.5.4	Sterische Wechselwirkungen	474
4.1.5.5	Depletion-Kräfte	475
4.1.5.6	Solvatationskräfte	476
4.2	Grenzflächen	477
4.2.1	Flüssige Oberflächen	477
4.2.2	Unlösliche dünne Filme an der Wasseroberfläche	482
4.2.3	Die Grenzfläche zwischen zwei Flüssigkeiten	484
4.2.4	Grenzflächen zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten	485
4.2.5	Spaltung und Benetzung	485
4.2.6	Flotation	487
4.2.7	Adsorptionsprozesse an flüssigen und festen Grenzflächen	490
4.2.7.1	Henry-Isotherme	493
4.2.7.2	Langmuirsche Adsorptionsisotherme	493
4.2.7.3	Freundlich-Isotherme	494
4.2.7.4	Volmer-Isotherme	495
4.2.7.5	Frumkin-Isotherme	495
4.2.7.6	Kelvin-Isotherme	495

4.2.7.7	BET-Isotherme	496
4.2.7.8	Adsorption an porösen Festkörpern	497
4.2.7.9	Adsorption an Biofilmen	497
4.3	Assoziationskolloide	498
4.3.1	Typische Eigenschaften von Assoziationskolloiden	498
4.3.2	Klassifikation der Tenside	499
4.3.3	Tensidadsorption an fluiden Grenzschichten	500
4.3.4	Struktur und Eigenschaften von Schäumen	504
4.3.5	Bodensanierung mit Schäumen	508
4.3.6	Mizellbildung	510
4.3.7	Unterschiedliche Mizellformen	512
4.3.8	Lyotrope Mesophasen	513
4.3.9	Grundprinzipien der Solubilisierung	518
4.3.10	Phospholipide	519
4.3.11	Freisetzung natürlicher Lösungsvermittler	524
4.3.12	Mobilisierung hydrophober Stoffe durch Liposomen	526
4.4	Emulsionen	529
4.5	Mikroemulsionen	533
4.5.1	Wasch- und Reinigungsprozesse	536
4.5.2	Bodensanierung mit Mikroemulsionen	537
4.6	Gele	539
4.6.1	Struktur und Eigenschaften von Gelen	539
4.6.2	Gele für die Sicherung von Deponien	543
4.7	Kurzer Ausblick	544
5	Analytische Chemie in Umweltmatrices	546
5.1	Einordnung der Probenmaterialien	546
5.1.1	Analytische Objekte	546
5.1.1.1	Böden und Sedimente	546
5.1.1.2	Abfälle	547
5.1.1.3	Gesteine	547
5.1.1.4	Sonstige Festkörper	547
5.1.1.5	Flüssigkeiten	548
5.1.2	Konzentrationen	548
5.2	Probenahme und Probenvorbereitung	549
5.2.1	Probenahme	549
5.2.2	Probenvorbereitung	554
5.2.2.1	Trocknen	554
5.2.2.2	Aliquotieren, Vereinigen	555
5.2.2.3	Trennmethoden	556
5.2.2.4	Mahlen	564
5.2.2.5	Pressen und Schmelzen	565

5.2.2.6 Elution, Extraktion und Aufschluß	566
5.2.2.7 Anreicherung	568
5.3 Auswahl der geeigneten Methode	569
5.3.1 Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)	570
5.3.2 Atomemissionsspektroskopie (AES/OES)	572
5.3.3 Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA)	572
5.3.4 Anionenbestimmungsmethoden	572
5.3.5 Gaschromatographie	573
5.3.6 Andere Methoden für organische Kontaminationen	574
5.3.7 Ausgewählte Verfahren zur Schlamm- und Sedimentuntersuchung nach DIN	574
5.4 Chromatographische Methoden	575
5.4.1 Allgemeines zu Trenn- und chromatographischen Methoden ..	575
5.4.1.1 Verteilungschromatographie	576
5.4.1.2 Adsorptionschromatographie	577
5.4.2 Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie	579
5.4.3 Gaschromatographie	581
5.4.4 Anwendungen	586
5.4.5 Kopplung mit anderen Analysenmethoden	587
5.5 Röntgenmethoden	587
5.5.1 Röntgenemission	588
5.5.1.1 Wellenlängendispersive und energiedispersive RFA ...	590
5.5.1.2 Totalreflexionsröntgenfluoreszenzanalyse	597
5.5.1.3 Weitere Röntgenemissionsmethoden	598
5.5.2 Röntgenabsorptionsmethoden (XANES, EXAFS)	598
5.5.3 Röntgendiffraktometrie	600
5.5.3.1 Probenvorbereitung	600
5.5.3.2 Pulverdiffraktometer	603
5.6 Spektroskopische Methoden	604
5.6.1 UV/Vis- Spektralphotometrie	606
5.6.1.1 Lichtabsorption und Spektrum	606
5.6.1.2 Spektralphotometer	609
5.6.1.3 Bestimmung von umweltrelevanten Feststoffen	610
5.6.2 Infrarot-Spektroskopie	612
5.6.2.1 IR-Spektrometer	613
5.6.2.2 Fouriertransform (FT)-IR-Spektrometer	614
5.6.2.3 Einsatzbereiche in der Umweltanalytik	615
5.6.3 Raman-Spektroskopie	616
5.6.3.1 Anwendungen	617
5.6.4 Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	618
5.6.4.1 Flammen-AAS	619
5.6.4.2 Graphitrohr-AAS (Graphite furnace AAS, GFAAS) ...	620
5.6.4.3 Hydridtechnik	620

5.6.4.4	Kaltdampftechnik	621
5.6.4.5	Untergrundkorrektur	621
5.6.4.6	Anwendungen	621
5.6.5	Optische Atomemissionsspektrometrie (AES / OES)	622
5.6.5.1	Anwendungen	624
5.6.6	Instrumentelle Neutronenaktivierungsanalyse (INAA)	625
5.7	Massenspektrometrie	626
5.7.1	Massenspektrometer	626
5.7.1.1	Massenspektrometertypen	628
5.7.2	ICP-MS und GC-MS	631
5.8	Ausgewählte Anwendungen der analytischen Methoden	632
5.8.1	Speziesanalytik organischer und anorganischer Substanzen	632
5.8.2	Analytik ausgewählter organischer Schadstoffgruppen	635
5.8.2.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	635
5.8.2.2	BTEX	638
5.8.2.3	Phenole	638
5.8.2.4	Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)	639
5.8.2.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	639
5.8.2.6	Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F, „Dioxine“)	641
5.8.2.7	Biozide	644
5.8.3	Organometallanalytik	648
5.8.4	Radioanalytik	649
5.8.5	Klärschlammanalytik	652
5.8.6	Abfallanalytik	652
5.8.7	Staubanalytik	655
5.8.8	Öl-Analytik	657
5.8.9	Vor-Ort-Analytik	659
5.9	Analytische Qualitätskriterien und Qualitätssicherungsmaßnahmen	660
5.9.1	Statistik in der Analytischen Chemie	660
5.9.1.1	Fehler	660
5.9.1.2	Mittelwert, Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze	666
5.9.1.3	Häufigkeitsverteilungen	670
5.9.1.4	Beurteilung der Richtigkeit der Analyse	670
5.9.2	Labor-Informations- und Management-Systeme	671
5.9.2.1	GLP (Good Laboratory Practice; Gute Labor Praxis)	676
Anhang		679
A.1	Literaturanhang	679
A.1.1	Auswahl interdisziplinärer Fachliteratur	679
A.1.2	Auswahl grundlegender und weiterführender Literatur zur speziellen Umweltgeochemie (Kap.3)	680

A.2 Datenanhang	682
A.2.1 Physikalisch-chemische Daten von Metall(oid)en (Kap. 3.1.1)	682
A.2.2 Daten zu organischen Stoffen (Kap. 3.1.2)	685
A.2.2.1 BTEX	685
A.2.2.2 PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) ..	686
A.2.2.3 Substituierte Aromaten	688
A.2.2.4 PCB	691
A.2.2.5 PCDD/F (Dibenzodioxine/Dibenzofurane)	691
A.2.2.6 Ausgewählte Biozide	692
A.2.2.7 Biomarker	694
A.2.3 Liste gentoxischer Substanzen	696
A.3 Verzeichnis der Abkürzungen	702
Literatur	709
Sachverzeichnis	795

Umweltgeochemie

Herkunft, Mobilität und Analyse von Schadstoffen in der
Pedosphäre

Hirner, A.; Rehage, H.; Sulkowski, M.

2000, XVII, 836 S., Hardcover

ISBN: 978-3-7985-1232-0