

Inhaltsverzeichnis

1	Technische Geochemie – Konzepte und Praxis	1
	ULRICH FÖRSTNER	
1.1	Ingenieurgeochemie – Einführung	5
1.1.1	Fachliche Grundlagen der Ingenieurgeochemie.....	7
1.1.2	Definitionen und Fallbeispiele.....	8
1.1.2.1	Begriff „Ingenieurgeochemie“.....	8
1.1.2.2	Beispiele aus Forschung und Praxis.....	9
1.2	Geochemie im Leitbild „Nachhaltigkeit“	11
1.2.1	Kapazitätsgrenzen für Stoffflüsse.....	11
1.2.1.1	Stoffwirtschaftliche Prioritäten.....	12
1.2.1.2	Regionale Kapazitätsermittlung.....	14
1.2.2	Gekoppelte geochemische Systemfaktoren.....	15
1.2.2.1	Schadstofffreisetzung in verzögerten Prozessen.....	16
1.2.2.2	Geochemische Steuerfaktoren.....	18
1.2.2.3	Kapazitätsbestimmende Eigenschaften.....	20
1.2.2.4	Kopplung geochemischer Systemfaktoren.....	23
1.2.2.5	Messparameter für langfristige Prognosen.....	25
1.2.3	Geochemische Barrieren-Konzepte.....	25
1.2.3.1	Biologisch-geochemische Barrieren.....	27
1.2.3.2	Geochemische pH-Eh-Barrieren.....	27
1.2.3.3	Redoxzonen als Barrieren.....	29
1.2.3.4	Innere Barrieren-Systeme.....	31
1.2.3.5	Schadstoffrückhaltepotential.....	33
1.2.4	Leitbild „Endlagerqualität“.....	35
1.2.4.1	Reaktor- und Inertstoffdeponie.....	36
1.2.4.2	Langzeitprognosen für Deponie-Sickerwässer.....	38
1.2.5	Geowissenschaften und nachhaltige Abfallwirtschaft.....	39
1.2.5.1	Endlagerqualität, Verwertung und Nachhaltigkeit.....	40
1.2.5.2	Bewertung des Langzeitverhaltens von Abfall.....	41
1.2.5.3	Geochemische Kriterien für anthropogene Rohstofflager.....	41
1.2.6	Vortrag „Heilt die Zeit auch unsere Umweltschäden? Nachhaltigkeit aus der Sicht eines Geochemikers“.....	CD/471
1.3	Umweltchemie – Technologische Aspekte	43
1.3.1	Umweltchemische Konzepte.....	44
1.3.1.1	Übersicht Lehrbücher „Umweltchemie“.....	44
1.3.1.2	Zielsetzungen der Umweltchemie.....	47
1.3.1.3	„Diagnose“ und „Therapie“ bei Altlasten.....	48

1.3.1.4	Produktionsintegrierte Schadstoffminderung.....	52
1.3.1.5	Übergänge zur „äußeren Umwelt“	53
1.3.2	Umweltchemikalien und Stoffdynamik.....	55
1.3.2.1	Eigenschaften von Umweltchemikalien.....	56
1.3.2.2	Parameter der Stoffdynamik in der Umwelt.....	57
1.3.2.3	Bewertung der Grundwassergängigkeit.....	58
1.3.3	Schadstoffquellen und Belastungspfade.....	61
1.3.3.1	Skalen der Schadstoffausbreitung.....	62
1.3.3.2	Schadstoffe aus Abfallablagerungen.....	64
1.3.4	Medienübergreifende Schadstoffflüsse.....	66
1.4	Umweltgeochemie – Grundlagen und Anwendungen	69
1.4.1	Globale und regionale Stoffflüsse.....	69
1.4.1.1	Globale Stoffflüsse.....	70
1.4.1.2	Regionaler Stoffhaushalt – Beispiel Metalle.....	74
1.4.1.3	Sedimente als Verschmutzungsindikatoren.....	77
1.4.2	Untersuchung mobilisierender Einflussfaktoren.....	80
1.4.2.1	Schadstofftransport durch Kolloide.....	80
1.4.2.2	Remobilisierbarkeit von Schadstoffen.....	83
1.4.2.3	Langzeiteinflüsse auf kontaminierte Böden.....	86
1.4.3	Natürliche Demobilisierung von Schadstoffen.....	90
1.4.3.1	Organische Schadstoffe.....	91
1.4.3.2	Anorganische Schadstoffe.....	93
1.4.4	Chemische Bewertung kontaminierter Feststoffe.....	95
1.4.4.1	Strategien für Langzeitprognosen.....	96
1.4.4.2	Untersuchung und Bewertung von Alterungseffekten.....	97
1.4.4.3	Fazit für geochemische Untersuchungen.....	98
1.5	Ingenieurgeochemie und Abfallwirtschaft	99
1.5.1	Abfallvermeidung bei der Rohstoffgewinnung.....	99
1.5.1.1	Umweltbelastung durch Bergbau.....	100
1.5.1.2	Abfälle aus dem Erzbergbau.....	101
1.5.1.3	Abfallvermeidung bei der Aufbereitung.....	103
1.5.1.4	Nutzung der anthropogenen Lager.....	106
1.5.2	Langzeitstabilisierung von Abfall.....	109
1.5.2.1	Subaquatische Lagerung.....	111
1.5.2.2	Konditionierung von Abfallstoffen.....	114
1.5.2.3	Festlegung in Speichermineralen.....	116
1.5.2.4	Chemische und biologische Extraktion.....	120
1.5.2.5	Schmelzverfahren.....	121
1.5.2.6	Kostenvergleich der Verfahren.....	123
1.5.3	Ingenieurgeochemisches Handlungskonzept.....	124
1.5.3.1	Abfolge von Arbeitsschritten – Beispiel „Altbergbau“.....	125
1.5.3.2	Entwicklung eines Handlungskonzepts.....	127
	Literatur	133

2	Natürlicher Abbau und Rückhalt von Schadstoffen	151
	PETER GRATHWOHL	
2.1	Rückhalt/Sorption organischer Schadstoffe im Untergrund	151
2.1.1	Sorptionsmechanismen und -isothermen	151
2.1.2	Einfluss des natürlichen organischen Materials auf die Sorption	159
2.1.3	„Partitioning“ in natürlichem organischen Material	163
2.1.4	Sorption in heterogenen Materialien	167
2.1.5	Adsorption organischer Verbindungen durch Aktivkohlen	170
2.1.6	Sorptionskinetik	171
2.2	Stofftransport im Grundwasser	
	Advektion/Retardation, Dispersion, Abbau	178
2.2.1	Advektion und Retardation	178
2.2.2	Dispersion und Verdünnung	179
2.2.3	Schadstoffabbau: Stationäre Fahnen	187
2.2.4	Transportvermittlung: Kosolventen/DOC/Kolloide/Partikel	191
2.3	Schadstoff-Freisetzung (Desorptionskinetik, Lösungskinetik)	192
2.3.1	Stoffübergang zwischen mobiler und immobil Phase	193
2.3.2	Lösungskinetik feinverteilter residualer Phasen	197
2.3.3	Löslichkeit und Lösungskinetik	201
2.3.4	Schadstofflösung aus „Pools“	210
2.3.5	Schadstoff-Freisetzung durch diffusionskontrollierte Desorption	214
2.3.6	Rückdiffusion aus Geringleitern (Ton- und Kohlelagen)	218
2.4	Zeitskalen im Schadensherd und Natural Attenuation	221
2.4.1	Zeitskalen der Lösung residualer Flüssigphasen	221
2.4.2	Diffusionslimitierte Desorption	224
2.4.3	Wirkung von Lösungsvermittlern zur beschleunigten Sanierung von Schadensherden	228
2.4.4	Fazit: „Natural Attenuation“ im Schadensherd	231
	Literatur	234
2.5	Nutzung von Natural Attenuation Prozessen bei der Altlastenbearbeitung (HERMANN RÜGNER UND PETER GRATHWOHL)	CD/471
3	Ingenieurgeochemie im Boden- und Gewässerschutz – Praxisbeispiele und rechtlicher Rahmen	243
3.1	Sickerwasserprognose für anorganische Schadstoffe	
	JOACHIM GERTH	255
3.1.1	Anforderungen nach Bundes-Bodenschutzverordnung	255
3.1.1.1	Anwendungsbereich	255
3.1.1.2	Prüfwertkonzept	256
3.1.1.3	Möglichkeiten der Abschätzung nach BBodSchV	257

3.1.2	Materialuntersuchung.....	258
3.1.2.1	Verfahren nach BBodSchV.....	258
3.1.2.2	Verfahrensentwicklungen für anorganische Schadstoffe.....	260
3.1.2.3	Beispiele zur Quelltermittlung.....	263
3.1.3	Ergänzende Verfahren.....	270
3.2	Langzeitverhalten von Deponien	
	GÜNTHER HIRSCHMANN.....	273
3.2.1	Regelungen und Maßnahmen zur Emissionsminderung.....	274
3.2.1.1	Gesetzliche Regelungen für Deponien in Europa.....	274
3.2.1.2	Beschleunigte Stabilisierung der Deponieinhalte.....	275
3.2.1.3	Mechanisch-biologische Vorbehandlung (MBV).....	277
3.2.2	Langzeitverhalten von organischen Deponien.....	279
3.2.2.1	Altdeponien.....	279
3.2.2.2	Langzeitversuche und Modellszenarien.....	280
3.2.2.3	MBV-Deponien.....	281
3.2.2.4	Managementkonzept für organische Deponien.....	281
3.2.3	Ablagerung von thermisch behandelten Abfällen.....	283
3.2.3.1	Charakterisierung von Müllverbrennungsschlacken.....	285
3.2.3.2	Untersuchung des Langzeitverhaltens.....	288
3.2.3.3	Perspektiven für die Schlacke-Deponierung.....	296
3.3	Geochemische In-situ-Stabilisierung von Bergbaurtlasten	
	MICHAEL PAUL.....	298
3.3.1	Grundlagen der Sauerwasserbildung.....	298
3.3.2	Prognose der Sickerwasserqualität.....	302
3.3.2.1	Statische Tests.....	302
3.3.2.2	Kinetische Tests.....	304
3.3.3	Technologien und Behandlungsmethoden für Sauerwässer bei der Ablagerung von Bergematerialien und Tailings.....	305
3.3.3.1	Überblick.....	305
3.3.3.2	Subaquatische Lagerung.....	307
3.3.3.3	Geringdurchlässige Abdeckungen, Einkapselung („dry covers“).....	308
3.3.3.4	Sauerstoffzehrende und reaktive Abdeckungen.....	309
3.3.3.5	Verschneiden von säuregenerierendem Gestein und Alkalienzugabe.....	310
3.3.3.6	Weitere Verfahren.....	311
3.3.3.7	Komplexe Ablagerungstechnologien.....	313
3.3.4	Verwahrung von Untertagebergwerken und Tagebauen.....	313
3.3.4.1	Grubenflutungen.....	313
3.3.4.2	Flutung von Tagebauen.....	316
3.3.5	Entwicklung umfassender Sanierungsstrategien – Das Fallbeispiel WISMUT.....	316
3.3.5.1	Projektüberblick.....	316
3.3.5.2	Probleme und Sanierungslösungen am Standort Ronneburg.....	318
3.3.5.3	Flutung der Ronneburger Grube.....	320
3.3.5.4	Haldensanierung und Tagebauverfüllung.....	321

3.3.5.5	Sanierung der industriellen Absetzanlagen.....	328
3.3.5.6	Verwahrung eines Untertage-Laugungsbergwerkes: Standort Königstein.....	328
3.4	Gewässersedimente und Baggergut	
	PATRICK JACOBS UND ULRICH FÖRSTNER.....	330
3.4.1	Integrierte Prozessstudien.....	331
3.4.1.1	Experimentiertechniken zur Simulation der Wechselwirkungen zwischen Hydrodynamik, Sedimentverhalten und Stoffsorption.....	331
3.4.1.2	Mikrobieller Umsatz von gelöstem und partikulärem Material.....	333
3.4.1.3	Gekoppelte biogeochemische Prozesse und Schadstoffmobilität.....	334
3.4.1.4	Modellierung des Sediment- und Schadstofftransports.....	335
3.4.1.5	Ansatz zu einem Forschungsverbund „Integrierte Prozessstudien“.....	336
3.4.2	Problemlösungen für Überflutungssedimente.....	338
3.4.2.1	Fallstudie Spittelwasser im Elbe-Einzugsgebiet.....	339
3.4.2.2	Organisation eines interdisziplinären Programms.....	342
3.4.3	Subaquatische Lagerung.....	343
3.4.3.1	Internationale Erfahrungen.....	343
3.4.3.2	Planung und Durchführung.....	346
3.4.4	Capping – Aktive Barriere Systeme.....	347
3.4.4.1	Subaquatische In-situ-Abdeckung.....	347
3.4.4.2	Aktive Barriere Systeme (ABS).....	351
3.4.4.3	Zeolithbasierte ABS.....	355
3.4.5	Strategien für ein integriertes Sedimentmanagement.....	357
3.4.5.1	Integrierte Risikobewertung von Gewässersedimenten.....	358
3.4.5.2	Integrierte Maßnahmen bei der Beseitigung von Baggergut.....	358
3.5	Sedimente und WRLL – Fallstudien Rhein und Elbe	
	SUSANNE HEISE UND ULRICH FÖRSTNER.....	361
3.5.1	Forschungsinitiativen zum integrierten Sedimentmanagement.....	361
3.5.2	Erfassung von partikelgebunden Schadstoffbelastungen.....	363
3.5.2.1	Ziele für Feststoffuntersuchungen in der Wasserwirtschaft.....	363
3.5.2.2	Feststoffuntersuchungen im Gewässergüte-Monitoring.....	364
3.5.2.3	Prioritäre Substanzen in Schwebstoffen und Sedimenten.....	365
3.5.2.4	Metall-Background und Referenzkonzentrationen (BRCs).....	365
3.5.2.5	Schadstoffe aus historisch kontaminierten Sedimenten.....	366
3.5.2.6	Untersuchungsstrategien in den vorliegenden Studien.....	366
3.5.3	Qualitätssicherung bei der Untersuchung von Sedimentproben.....	367
3.5.3.1	Mängel bei Daten für flussgebietsübergreifende Bewertungen.....	367
3.5.3.2	Das Konzept der Rückverfolgbarkeit für Sedimentdaten.....	368
3.5.3.3	Flussgebietsübergreifende Datensätze – Beispiel Elbe.....	372
3.5.3.4	Hydrodynamische Daten – Beispiele aus dem Elberaum.....	376
3.5.3.5	Kontaminierte Feststoffe in Flussgebieten – Zwischenfazit.....	379
3.5.4	Konzept der Sedimentstudien von Rhein und Elbe.....	380
3.5.5	Ausgewählte Ergebnisse der Rheinstudie – POR III.....	384
3.5.6	Ausgewählte Ergebnisse der Elbestudie – HPA.....	388

3.5.7	Fallstudien Rhein/Port of Rotterdam (HEISE et al. 2004) und Elbe/Hamburg Port Authority00 (HEISE et al. 2005).....	CD/471
3.6	Integrierte Untersuchungen in Böden, Grundwässern, Sedimenten und Flüssen: Anwendungen vom EU-Projekt AquaTerra	
	JOHANNES BARTH UND TILMAN GOCHT.....	393
3.6.1	Einleitung.....	393
3.6.2	Zeitlich integrierende Messmethoden aus den Unterprojekten FLUX und BIOGEOCHEM.....	395
3.6.2.1	Passivsammler für Konzentrationsbestimmungen.....	396
3.6.2.2	Atmosphärische Konzentrationsbestimmung mittels Passivsammlern.....	399
3.6.2.3	Keramik-Dosimeter für POP-Konzentrationsbestimmungen im Grundwasser.....	396
3.6.2.4	Atmosphärische Depositionssammler.....	401
3.6.3	Konzeptionelles Modell für Schadstofffrachten.....	403
3.6.4	Modellierungen des Systems.....	404
3.6.5	Verbindungen von AquaTerra zu anderen Initiativen.....	405
3.6.6	Farbtafeln zu Kapitel 3.6.....	CD/471
	Literatur zu Kapitel 3	407
4	Materialien	437
4.1	Ausgewählte Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt SiWaP	
	BERND SUSSET.....	437
4.1.1	Einleitung.....	437
4.1.2	„Quellterm“ – experimentelle Befunde.....	438
4.1.3	„Transportterm“ – experimentelle Befunde.....	446
4.1.4	Aktuelle Aktivitäten zur Gefährdungsabschätzung und Verwertung.....	448
4.1.5	Zitierte Literatur.....	449
4.1.6	Foliensatz zu Kapitel 4.1 (BERND SUSSET).....	CD/471
4.2	Durchströmte Reinigungswände – BMBF „RUBIN“	
	VOLKER BIRKE.....	451
4.2.1	Übersicht zum Stand des BMBF-Förderschwerpunktes RUBIN.....	451
4.2.2	Wissenschaftlich-technische Fragestellungen.....	453
4.2.3	Durchströmte Reinigungswände in Deutschland und Österreich.....	456
4.2.4	Zitierte Literatur.....	457
4.2.5	Foliensätze zu Kapitel 4.2 (VOLKER BIRKE und S.-O. IPSEN).....	CD/471
	Sachverzeichnis	459
	Verzeichnis der Dateien auf der beigegeführten CD	471

Ingenieurgeochemie

Technische Geochemie - Konzepte und Praxis

Förstner, U.; Grathwohl, P.

2007, XII, 472 S. Mit CD-ROM., Hardcover

ISBN: 978-3-540-39511-9