
Inhalt

Vorwort zur deutschen Ausgabe XIII

Vorwort zur Originalausgabe XV

1. Einführung 1

Die Wissenschaft der globalen Veränderungen 1

Vorbemerkungen 7

Die interdisziplinäre Natur der Erdsystemforschung 10

Räumliche Maßstäbe in der Erdsystemforschung 13

Zeitmaßstäbe in der Erdsystemforschung 13

Stabilität und Instabilität 16

Übungen 20

Literatur 20

2. Die Erde und ihre treibenden Kräfte 21

Die Oberfläche des Planeten 21

Isotopen-Geochronologie 24

Plattentektonik und moderne Plattenbewegungen 29

Tektonikgeschichte 35

Zusammenfassung 37

Übungen 40

Literatur 40

3. Der atmosphärische Strahlungshaushalt 41

Sonnenstrahlung und ihre Absorption 41

Die terrestrische (Infrarot-)Strahlung 46

Temperaturstrukturen in der Atmosphäre 48

Die Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung 53

Ein Vergleich der Strahlungshaushalte der Erde
mit Venus und Mars 55

Übungen 56

Literatur 57

4. Die atmosphärische Zirkulation:	
Träger chemischer Bestandteile	59
Wärmetransport und -dynamik in der Atmosphäre	59
Stabilität und vertikale Vermischung	67
Regionale Zirkulationsmuster	72
Auswirkungen der Bewegungen in der Atmosphäre auf die atmosphärische Chemie	74
Übungen	78
Literatur	78
5. Aerosole und Hydrosole	79
Partikelgrößen	80
Quellen für Aerosolpartikel	84
Transport und Deposition von Aerosolpartikeln	88
Quellen und Deposition von Hydrosolen	94
Sichtweite	95
Auswirkungen von Aerosolen und Hydrosolen	99
Übungen	100
Literatur	101
6. Der Wasserkreislauf und das Klima	103
Wichtige Wasserreservoirs	103
Wasserquellen, -abflüsse und -strömungen	110
Das Klima: Die Summe der Teile	123
Übungen	125
Literatur	125
7. Chemische Grundlagen	127
Moleküle, Radikale und Ionen	127
Oxidation und Reduktion	130
Chemische Gleichgewichte	131
Ionenpaarung, Komplexierung und Mineralisation	133
Chemische Thermodynamik	135
Reaktionsgeschwindigkeiten	138
Photochemische Reaktionsgeschwindigkeiten	142
Deposition an Oberflächen	144
Lebensdauer chemischer Substanzen	147
Übungen	147
Literatur	148
8. Die Chemie der Atmosphäre	149
Atmosphärische Spezies: Vorkommen und Verteilung	149
Die Chemie der Stratosphäre	150
Die Photochemie der Gase in der Troposphäre	160
Die Chemie des Niederschlags	166
Die Chemie von Aerosolpartikeln	173
Chemische Belastung in unterschiedlichen Gebieten der Erde	179

Schwankungen innerhalb von und
zwischen urbanen Regionen 180

Zusammenfassung 181

Übungen 183

Literatur 184

9. Die Chemie des Wassers 185

Chemie der Seen und Flüsse 185

Chemie des Grundwassers 188

Chemie der Meere 192

Chemie der Hydrothermalquellen 193

Ähnlichkeiten und Unterschiede in der Chemie
der Gewässer der Erde 195

Übungen 201

Literatur 202

10. Die Klimageschichte der Erde 203

Das Klima des Präkambrium 205

Das Klima im Paläozoikum und im Mesozoikum 210

Das Klima im Känozoikum 215

Das Klima des Holozän 218

Zusammenfassung der Klimageschichte 225

Übungen 228

Literatur 229

11. Die chemische Geschichte der Erde 231

Entstehung und Evolution der Atmosphäre 234

Die Super-CO₂-Fahne der mittleren Kreidezeit 238

Natürliche Quellen atmosphärischer Verbindungen 238

Eiskernchemie 241

Im Eis konservierte Gase 242

Im Eis konservierte Ionen 243

Im Eis konservierte Aerosole 245

Geschichte der Oberflächenwasserchemie aus Sedimenten 247

Zusammenfassung 249

Übungen 250

Literatur 250

12. Globale Veränderungen: Die letzten Jahrhunderte 251

Anthropogene Quellen atmosphärischer Emissionen 252

Die Klimaaufzeichnungen in Eiskernen 259

Aufzeichnung in den Sedimenten 267

Zusammenfassung 268

Übungen 269

Literatur 270

13. Globale Veränderungen: Die letzten Jahrzehnte	271
Einführung in die Methoden der analytischen Chemie	272
Globale Luftqualitätsdaten und -trends	274
Regionale Daten und Trends der Luftqualität	285
Städtische Luftqualitätsdaten und -trends	290
Trends der Niederschlagschemie	294
Trends der Oberflächengewässerchemie	296
Schlußbemerkungen	298
Übungen	299
Literatur	300
14. Haushalte und Kreisläufe	301
Synthetische Umweltchemie	301
Der Begriff des Haushalts	302
Bestimmung der Haushaltseingaben	308
Haushalte im regionalen Maßstab	310
Haushalte auf globaler Basis	313
Haushalte im Laufe der Zeit: Blei im Hudson-Raritan- Flußmündungsgebiet	328
Zusammenfassung: Ausgeglichene und unausgeglichene Haushalte	331
Übungen	333
Literatur	333
15. Die Erstellung umweltchemischer Modelle	335
Die gedanklichen Grundlagen wissenschaftlicher Modelle	335
Kastenmodelle der Süßwasserchemie	338
Kastenmodelle der atmosphärischen Chemie	340
Eindimensionale (1D-)Modelle	345
Zweidimensionale (2D-)Modelle	348
Dreidimensionale (3D-)Modelle	353
Meeresmodelle	362
Die Kopplung von Meer und Atmosphäre	364
Zusammenfassung: Der Nutzen von Erdsystemmodellen	366
Übungen	368
Literatur	369
16. Regionale Vorhersagen	371
Städtische Luftqualität	372
Ozon und saurer Regen im Nordosten Nordamerikas	376
Schwefeldepositionen und ihre Auswirkungen in Europa	379
Ein analytisches Gerüst zur Gesamteinschätzung	384
Die Erweiterung der Einschätzung auf verschiedene Gebiete	393
Emissionsvorhersagen	395
Schlußfolgerungen	402
Übungen	403
Literatur	404

17. Globale Vorhersagen	405
Verringerungen des stratosphärischen Ozons aufgrund gesteigerter FCKW-Konzentrationen	406
Abschwächungen der Selbstreinigungskraft der Atmosphäre	411
Die anthropogene Verstärkung des Treibhauseffekts	412
Die geographische Verteilung des Treibhauseffekts	421
Der negative Strahlungsantrieb anthropogener SO ₂ -Emissionen	425
Nuklearer Winter, nuklearer Herbst	429
Zusammenfassung	431
Übungen	435
Literatur	435
18. Das Klima der fernen Zukunft	437
Das Klima des Neo-Holozän und des Neo-Pleistozän	438
Das Klima des Neo-Tertiär	444
Das Klima des Neo-Mesozoikum und des Neo-Paläozoikum	445
Das Klima des Neo-Archän	446
Zusammenfassung der möglichen Zukunftsschemata	449
Übungen	450
Literatur	450
19. Wandel und Erhaltung des Bestehenden	451
Ursachen für atmosphärische Veränderungen	451
Bekannte Ungewißheiten	453
Wichtige und weniger wichtige Triebkräfte	454
Korrigierende Gegenmaßnahmen bei globalen Umweltproblemen?	455
Überraschungen	459
Die Kopplung von Biosphäre und Atmosphäre	462
Die drei Zeitmaßstäbe	466
Übungen	469
Literatur	469
Glossar	471
Maßeinheiten der Umweltchemie	487
Daten der Erde und physikalische Konstanten	489
Lösungen zu ausgewählten Übungen	491
Index	495