

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 4. Auflage XIX

Kurzbiografien der Autoren XXI

Geleitwort XXIII

1	Anorganische Grundprodukte 1
1.1	Wasserstoff und seine Verbindungen 1
1.1.1	Wasserstoff 1
1.1.1.1	Allgemeines 1
1.1.1.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 1
1.1.1.3	Vorkommen und Rohstoffe 3
1.1.1.4	Herstellung von Wasserstoff 3
1.1.1.5	Neue Trends zur Synthese von Wasserstoff 6
1.1.2	Wasser 8
1.1.2.1	Allgemeines 9
1.1.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 9
1.1.2.3	Vorkommen und Rohstoffe 10
1.1.2.4	Aufbereitung von Wasser 11
1.1.3	Wasserstoffperoxid und anorganische Peroxoverbindungen 20
1.1.3.1	Allgemeines 21
1.1.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 22
1.1.3.3	Wasserstoffperoxid 24
1.1.3.4	Peroxoverbindungen 28
1.2	Stickstoff und Stickstoffverbindungen 31
1.2.1	Allgemeines 32
1.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 33
1.2.3	Vorkommen und Rohstoffe 37
1.2.4	Stickstoffverbindungen 38
1.3	Phosphor und seine Verbindungen 50
1.3.1	Allgemeines 50
1.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 51

1.3.3	Vorkommen und Rohstoffe für Phosphor und anorganische Phosphorverbindungen	56
1.3.4	Herstellung von Phosphor	59
1.3.4.1	Herstellung von weißem Phosphor	59
1.3.4.2	Herstellung von rotem Phosphor	61
1.3.5	Herstellung von Phosphorverbindungen	62
1.3.5.1	Phosphorsäure	62
1.3.5.2	Phosphorpentoxid	71
1.3.5.3	Phosphorpentasulfid	72
1.3.5.4	Halogenide des Phosphors	72
1.3.5.5	Säuren und Salze des Phosphors mit P ⁵⁺	74
1.3.5.6	Organische Verbindungen des Phosphors	75
1.4	Schwefel und Schwefelverbindungen	79
1.4.1	Allgemeines	80
1.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	80
1.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	81
1.4.4	Herstellung von Schwefel	82
1.4.4.1	Schwefel aus Elementarschwefelvorkommen	82
1.4.4.2	Schwefel aus Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxid	82
1.4.4.3	Schwefel aus Pyrit	83
1.4.5	Herstellung und Verwendung von Schwefelverbindungen	83
1.4.5.1	Schwefeldioxid, 100 %ig	83
1.4.5.2	Schwefeltrioxid, 100 %ig	84
1.4.5.3	Schwefelsäure	85
1.4.5.4	Dischweifeldichlorid	95
1.4.5.5	Schwefeldichlorid	95
1.4.5.6	Thionylchlorid	95
1.4.5.7	Sulfurylchlorid	96
1.4.5.8	Chlorsulfonsäure	96
1.4.5.9	Fluorsulfonsäure	97
1.4.5.10	Salze der Schwefligen Säure	97
1.4.5.11	Natriumthiosulfat und Ammoniumthiosulfat	97
1.4.5.12	Natriumdithionit und Natriumhydroxymethansulfinat	98
1.4.5.13	Schwefelwasserstoff	99
1.4.5.14	Natriumsulfid	100
1.4.5.15	Natriumhydrogensulfid	100
1.4.5.16	Schwefelkohlenstoff	100
1.5	Halogene und Halogenverbindungen	101
1.5.1	Fluor und Fluorverbindungen	101
1.5.1.1	Allgemeines	102
1.5.1.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung von Fluor	102
1.5.1.3	Vorkommen und Rohstoffe	103
1.5.1.4	Herstellung von Fluor	105
1.5.1.5	Herstellung und Verwendung von Fluorverbindungen	107
1.5.2	Chlor und Chlorverbindungen	117

1.5.2.1	Allgemeines	118
1.5.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	118
1.5.2.3	Vorkommen und Rohstoffe	120
1.5.2.4	Herstellung von Chlor	120
1.5.2.5	Herstellung und Verwendung von Chlorverbindungen	131
1.5.3	Brom und Bromverbindungen	141
1.5.3.1	Allgemeines	142
1.5.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	142
1.5.3.3	Vorkommen und Rohstoffe	144
1.5.3.4	Herstellung von Brom	144
1.5.3.5	Herstellung von Bromverbindungen	146
1.5.4	Iod und Iodverbindungen	147
1.5.4.1	Allgemeines	147
1.5.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	148
1.5.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	149
1.5.4.4	Herstellung von Iod	149
1.5.4.5	Herstellung von Iodverbindungen	150
1.6	Technische Gase	151
1.6.1	Allgemeines	151
1.6.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	153
1.6.3	Herstellung	155
1.6.3.1	Sauerstoff und Stickstoff	155
1.6.3.2	Edelgase	156
1.6.3.3	Kohlenstoffmonoxid	160
1.6.3.4	Kohlenstoffdioxid	163
2	Mineralische Dünger	171
2.1	Phosphorhaltige Düngemittel	171
2.1.1	Wirtschaftliche Bedeutung	172
2.1.1.1	Gesamtphosphordünger	172
2.1.1.2	Superphosphat	173
2.1.1.3	Tripelsuperphosphat	173
2.1.1.4	Ammoniumphosphate	174
2.1.1.5	Thomasphosphate	174
2.1.2	Rohstoffe	174
2.1.3	Gewinnung der Phosphate	175
2.1.3.1	Schwefelsäureaufschluss zur Herstellung von Superphosphat	175
2.1.3.2	Phosphorsäureaufschluss	176
2.1.3.3	Salpetersäureaufschluss	176
2.1.3.4	Aufschluss durch Glühverfahren	177
2.1.3.5	Thomasphosphat	177
2.1.3.6	Ammoniumphosphate	177
2.1.3.7	Nitrophosphate	179
2.2	Stickstoffhaltige Düngemittel	180
2.2.1	Wirtschaftliche Bedeutung	180

2.2.1.1	Ammoniumsulfat	181
2.2.1.2	Ammoniumnitrat	182
2.2.1.3	Harnstoff	182
2.2.2	Herstellung von stickstoffhaltigen Düngemitteln	183
2.2.2.1	Ammoniumsulfat	184
2.2.2.2	Harnstoff	184
2.2.2.3	Ammoniumnitrat	187
2.3	Kaliumhaltige Düngemittel	189
2.3.1	Vorkommen von Kalisalzen	189
2.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung von kaliumhaltigen Düngemitteln	190
2.3.3	Herstellung von kaliumhaltigen Düngemitteln	191
2.3.3.1	Kaliumchlorid	191
2.3.3.2	Kaliumsulfat	193
2.3.3.3	Kaliumnitrat	194
3	Metalle und ihre Verbindungen	197
3.1	Alkali- und Erdalkalimetalle und ihre Verbindungen	197
3.1.1	Alkalimetalle und ihre Verbindungen	197
3.1.1.1	Lithium und seine Verbindungen	198
3.1.1.2	Natrium und seine Verbindungen	206
3.1.1.3	Kalium und seine Verbindungen	217
3.1.1.4	Rubidium und seine Verbindungen	220
3.1.1.5	Caesium und seine Verbindungen	221
3.1.2	Erdalkalimetalle und ihre Verbindungen	223
3.1.2.1	Allgemeines	223
3.1.2.2	Beryllium und seine Verbindungen	223
3.1.2.3	Magnesium und seine Verbindungen	225
3.1.2.4	Calcium und seine Verbindungen	230
3.1.2.5	Strontium und seine Verbindungen	234
3.1.2.6	Barium und seine Verbindungen	237
3.2	Aluminium und seine Verbindungen	240
3.2.1	Allgemeines	241
3.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	241
3.2.2.1	Aluminiummetall	241
3.2.2.2	Aluminiumverbindungen	242
3.2.3	Vorkommen und Rohstoffe	244
3.2.4	Herstellung von Aluminium	245
3.2.4.1	Recycling	246
3.2.5	Herstellung von Aluminiumverbindungen	246
3.3	Eisen und Stahl	248
3.3.1	Allgemeines	249
3.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	249
3.3.3	Vorkommen und Rohstoffe	251
3.3.4	Eisen, metallisch	252
3.3.4.1	Hochofenprozess	253

3.3.5	Stahl	256
3.3.5.1	Wind- und Herdfrischverfahren	256
3.3.5.2	Elektroschmelzverfahren	257
3.3.5.3	Edelstahl	258
3.3.6	Eisenverbindungen	258
3.4	Kupfer	260
3.4.1	Allgemeines	260
3.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	261
3.4.2.1	Kupfermetall	261
3.4.2.2	Kupferverbindungen	261
3.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	262
3.4.3.1	Sekundärrohstoffe	263
3.4.4	Herstellung von Kupfer	264
3.4.4.1	Pyrometallurgische Herstellung von Kupfer	264
3.4.4.2	Kupferraaffination	267
3.4.4.3	Hydrometallurgische Kupfergewinnung	269
3.4.5	Herstellung von Kupferverbindungen	273
3.5	Silicium und seine anorganischen Verbindungen	275
3.5.1	Allgemeines	275
3.5.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	276
3.5.3	Vorkommen und Rohstoffe	277
3.5.4	Herstellung von Ferrosilicium und technischem Silicium	277
3.5.5	Herstellung von anorganischen Siliciumverbindungen	279
3.5.5.1	Siliciumhalogenide	280
3.5.5.2	Kieselsäureester $\text{Si}(\text{OR})_4$	281
3.6	Blei und seine Verbindungen	281
3.6.1	Allgemeines	281
3.6.2	Wirtschaftliche Bedeutung	282
3.6.3	Vorkommen	283
3.6.4	Herstellung	284
3.6.5	Bleiverbindungen	287
3.6.5.1	Bleiacetate, -carbonate	287
3.6.5.2	Bleihalogenide	288
3.6.5.3	Bleioxide	288
3.6.5.4	Bleipigmente	291
3.6.5.5	Bleisulfate	291
3.6.5.6	Organische Bleiverbindungen	291
3.7	Zinn und seine Verbindungen	293
3.7.1	Allgemeines	293
3.7.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	293
3.7.3	Vorkommen und Rohstoffe	294
3.7.4	Herstellung von Zinn	295
3.7.5	Herstellung und Verwendung von Zinnverbindungen	295
3.8	Buntnmetalle	296
3.8.1	Titan und seine Verbindungen	296

- 3.8.1.1 Allgemeines 296
- 3.8.1.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 296
- 3.8.1.3 Vorkommen und Rohstoffe 297
- 3.8.1.4 Herstellung von Titan 297
- 3.8.2 Vanadium 298
 - 3.8.2.1 Allgemeines 298
 - 3.8.2.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 298
 - 3.8.2.3 Vorkommen und Rohstoffe 299
 - 3.8.2.4 Vanadium, metallisch 300
 - 3.8.2.5 Ferrovanadium 300
 - 3.8.2.6 Vanadiumverbindungen 301
- 3.8.3 Chrom und seine Verbindungen 301
 - 3.8.3.1 Vorkommen 302
 - 3.8.3.2 Herstellung 302
 - 3.8.3.3 Wirtschaftliche Bedeutung 304
 - 3.8.3.4 Chromverbindungen 306
- 3.8.4 Wolfram und seine Verbindungen 313
 - 3.8.4.1 Allgemeines 313
 - 3.8.4.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 314
 - 3.8.4.3 Vorkommen und Rohstoffe 315
 - 3.8.4.4 Gewinnung von Wolfram 316
 - 3.8.4.5 Gewinnung von Wolframverbindungen 317
- 3.8.5 Mangan und Manganverbindungen 317
 - 3.8.5.1 Allgemeines 317
 - 3.8.5.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 318
 - 3.8.5.3 Vorkommen und Rohstoffe 319
 - 3.8.5.4 Herstellung von Mangan 320
 - 3.8.5.5 Herstellung von Manganverbindungen 321
- 3.8.6 Molybdän und seine Verbindungen 326
 - 3.8.6.1 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 327
 - 3.8.6.2 Vorkommen und Rohstoffe 328
 - 3.8.6.3 Gewinnung von Molybdän 329
 - 3.8.6.4 Ferromolybdän 329
 - 3.8.6.5 Gewinnung der Molybdänverbindungen 330
- 3.8.7 Cobalt 330
 - 3.8.7.1 Allgemeines 330
 - 3.8.7.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 331
 - 3.8.7.3 Vorkommen und Rohstoffe 333
 - 3.8.7.4 Herstellung von Cobalt 334
 - 3.8.7.5 Herstellung von Cobaltverbindungen 338
- 3.8.8 Nickel 339
 - 3.8.8.1 Allgemeines 339
 - 3.8.8.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung 340
 - 3.8.8.3 Vorkommen und Rohstoffe 341
 - 3.8.8.4 Herstellung von Nickel 342

3.8.8.5	Herstellung von Nickelverbindungen	348
3.8.9	Zink und seine Verbindungen	350
3.8.9.1	Allgemeines	350
3.8.9.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	350
3.8.9.3	Vorkommen und Rohstoffe	351
3.8.9.4	Herstellung von Zink	351
3.8.9.5	Herstellung und Verwendung von Zinkverbindungen	352
3.9	Edelmetalle	352
3.9.1	Gold und seine Verbindungen	352
3.9.1.1	Allgemeines	353
3.9.1.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	353
3.9.1.3	Vorkommen und Rohstoffe	354
3.9.1.4	Gewinnung und Herstellung von Gold	356
3.9.1.5	Herstellung von Goldverbindungen	357
3.9.2	Silber und seine Verbindungen	358
3.9.2.1	Allgemeines	358
3.9.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	359
3.9.2.3	Vorkommen und Rohstoffe	359
3.9.2.4	Herstellung von Silber	360
3.9.2.5	Herstellung und Verwendung von Silberverbindungen	362
3.9.3	Platin, Palladium und seine Verbindungen	363
3.9.3.1	Allgemeines	364
3.9.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	364
3.9.3.3	Vorkommen und Rohstoffe	366
3.9.3.4	Herstellung von Platin und Palladium	367
3.9.3.5	Herstellung und Verwendung von Platin- und Palladiumverbindungen	369
3.9.4	Osmium und seine Verbindungen	371
3.9.4.1	Allgemeines	371
3.9.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	372
3.9.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	372
3.9.4.4	Herstellung und Verwendung von Osmiumverbindungen	373
3.9.5	Iridium und seine Verbindungen	373
3.9.5.1	Allgemeines	373
3.9.5.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	374
3.9.5.3	Vorkommen und Rohstoffe	375
3.9.5.4	Herstellung von Iridium	375
3.9.5.5	Herstellung und Verwendung von Iridiumverbindungen	375
3.9.6	Rhodium und seine Verbindungen	376
3.9.6.1	Allgemeines	376
3.9.6.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	377
3.9.6.3	Vorkommen und Rohstoffe	378
3.9.6.4	Herstellung von Rhodium	378
3.9.6.5	Herstellung und Verwendung von Rhodiumverbindungen	378
3.9.7	Rhenium und seine Verbindungen	379

3.9.7.1	Allgemeines	379
3.9.7.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	380
3.9.7.3	Vorkommen und Rohstoffe	380
3.9.7.4	Herstellung von Rhenium	381
3.9.7.5	Herstellung und Verwendung von Rhenium(VII)-Verbindungen	381
3.9.8	Quecksilber und seine Verbindungen	382
3.9.8.1	Allgemeines	383
3.9.8.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	383
3.9.8.3	Vorkommen und Rohstoffe	385
3.9.8.4	Herstellung von Quecksilber	385
3.9.8.5	Herstellung und Verwendung von Quecksilberverbindungen	386
3.10	Anhang	392
4	Halbleiter- und Technologiematerialien	395
4.1	Silicium als Halbleiter	395
4.1.1	Allgemeines	396
4.1.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	397
4.1.3	Vorkommen und Rohstoffe	398
4.1.4	Herstellung von Reinstsilicium	399
4.2	Germanium	407
4.2.1	Allgemeines	408
4.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	408
4.2.3	Vorkommen und Rohstoffe	409
4.2.4	Herstellung von Germanium	409
4.3	Gallium	409
4.3.1	Allgemeines	410
4.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	410
4.3.3	Vorkommen und Rohstoffe	410
4.3.4	Herstellung von Gallium	411
4.4	Indium	411
4.4.1	Allgemeines	412
4.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	412
4.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	413
4.4.4	Herstellung von Indium	413
4.5	Bor	414
4.5.1	Allgemeines	414
4.5.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	414
4.5.3	Vorkommen und Rohstoffe	415
4.5.4	Herstellung von Bor	415
4.6	Arsen	416
4.6.1	Allgemeines	416
4.6.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	416
4.6.3	Vorkommen und Rohstoffe	417
4.6.4	Herstellung von Arsen	417
4.7	Antimon	418

4.7.1	Allgemeines	418
4.7.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	419
4.7.3	Vorkommen und Rohstoffe	419
4.7.4	Herstellung von Antimon	420
4.8	Seltene Erden	420
4.8.1	Allgemeines	421
4.8.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	422
4.8.3	Vorkommen und Rohstoffe	422
4.8.4	Herstellung der Seltenen Erden	423
4.8.4.1	Scandium	423
4.8.4.2	Yttrium, Lanthan und Lanthanoide	423
4.9	Niob	425
4.9.1	Allgemeines	425
4.9.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	426
4.9.3	Vorkommen und Rohstoffe	426
4.9.4	Herstellung	427
4.10	Tantal	427
4.10.1	Allgemeines	428
4.10.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	428
4.10.3	Vorkommen und Rohstoffe	429
4.10.4	Herstellung von Tantal	430
4.11	Verbindungshalbleiter	430
5	Organosiliciumverbindungen	433
5.1	Industriell bedeutende Organosiliciumverbindungen	433
5.1.1	Nomenklatur	433
5.2	Technisch bedeutende Silane	434
5.2.1	Unsubstituierte Silane	434
5.2.2	Halogensilane	434
5.2.3	Organosilane	436
5.3	Siloxane/Silicone	439
5.3.1	Allgemeines	439
5.3.2	Nomenklatur	439
5.3.3	Wirtschaftliche Situation	440
5.3.4	Herstellung	441
5.3.5	Technische Durchführung der Polymerisation	445
5.3.6	Herstellung verzweigter Polysiloxane	446
5.4	Technische Siliconprodukte	447
5.4.1	Siliconöle	447
5.4.2	Siliconölfolgeprodukte	449
5.4.3	Silikonkautschuke	450
5.4.3.1	Kaltvulkanisierender Einkomponenten-Silikonkautschuk	450
5.4.3.2	Kaltvulkanisierender Zweikomponentensilikonkautschuk	450
5.4.3.3	Heißvulkanisierender, peroxidisch vernetzender Silikonkautschuk	451
5.4.3.4	Heißvulkanisierender, additionsvernetzender Silikonkautschuk	452

5.4.3.5	Eigenschaften von Silicongummi	453
5.4.4	Siliconharze	453
5.4.5	Silicon-Copolymere, -Blockcopolymere und -Pfropfcopolymere	454
6	Anorganische Festkörper	457
6.1	Silikatische Erzeugnisse	457
6.1.1	Glas	457
6.1.1.1	Allgemeines	457
6.1.1.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	460
6.1.1.3	Vorkommen und Rohstoffe	461
6.1.1.4	Herstellung von Glas	463
6.1.1.5	Glaseigenschaften und Verwendung	468
6.1.1.6	Herstellung von Alkalisilikaten	469
6.1.2	Zeolithe	470
6.1.2.1	Allgemeines	470
6.1.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	473
6.1.2.3	Vorkommen und Rohstoffe	475
6.1.2.4	Herstellung von synthetischen Zeolithen	475
6.2	Anorganische Fasern	478
6.2.1	Einführung	479
6.2.2	Verfahren zur Herstellung von anorganischen Fasern	481
6.2.2.1	Natürliche Mineralfasern	481
6.2.2.2	Künstliche Mineralfasern	482
6.2.2.3	Synthetische keramische Fasern	496
6.2.2.4	Kohlenstofffasern	502
6.2.2.5	Metallfasern	504
6.2.3	Ausgewählte Fasereigenschaften und Anwendungsfelder	505
6.2.3.1	Einführung	505
6.2.3.2	Natürliche Mineralwollen	508
6.2.3.3	Künstliche Mineralwollen	509
6.2.3.4	Textilglasfasern	511
6.2.3.5	Polykieselsäurefasern	513
6.2.3.6	Synthetische keramische Fasern	516
6.2.3.7	Kohlenstofffasern	518
6.2.3.8	Metallfasern	520
6.2.3.9	Faser-Verbundwerkstoffe	522
6.2.4	Physiologische und legislative Aspekte	526
6.3	Baustoffe	527
6.3.1	Allgemeines	528
6.3.2	Kalk	529
6.3.2.1	Allgemeines	529
6.3.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	529
6.3.2.3	Vorkommen und Rohstoffe	530
6.3.2.4	Gebrannter Kalk	530
6.3.2.5	Gelöschter Kalk	531

6.3.2.6	Dampfgehärtete Baustoffe	533
6.3.3	Zement	533
6.3.3.1	Allgemeines	533
6.3.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	535
6.3.3.3	Rohstoffe	535
6.3.3.4	Portlandzement	535
6.3.3.5	Hüttenzemente	539
6.3.3.6	Puzzolanzemente	539
6.3.3.7	Tonerdezement	541
6.3.3.8	Asbestzement	541
6.3.3.9	Sonstige Zementarten	542
6.3.3.10	Vorgänge beim Erstarren von Zement	542
6.3.4	Gips	544
6.3.4.1	Allgemeines	544
6.3.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	547
6.3.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	548
6.3.4.4	Chemieanhidrit aus der Flusssäureherstellung	550
6.3.4.5	Chermiegips	550
6.3.5	Grobkeramische Produkte für die Bauindustrie	552
6.3.6	Blähprodukte	553
6.3.6.1	Allgemeines	553
6.3.6.2	Vorkommen und Rohstoffe	554
6.3.6.3	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	556
6.3.6.4	Herstellung von Blähprodukten	556
6.3.6.5	Blähprodukte aus Gläsern (Foam-glass)	558
6.3.7	Geopolymere	558
6.3.7.1	Allgemeines	558
6.3.7.2	Verwendung und wirtschaftliche Bedeutung	559
6.3.7.3	Vorkommen und Rohstoffe	559
6.3.7.4	Reaktion	560
6.3.7.5	Eigenschaften	561
6.4	Keramik	562
6.4.1	Allgemeines	563
6.4.2	Einteilung der keramischen Erzeugnisse	563
6.4.3	Allgemeine Verfahrensschritte zur Herstellung von Keramiken	565
6.4.4	Tonkeramische Erzeugnisse	565
6.4.4.1	Zusammensetzung und Rohstoffe	567
6.4.4.2	Abbau und Aufbereitung von Rohkaolin	569
6.4.4.3	Herstellung tonkeramischer Massen	569
6.4.4.4	Formgebungsverfahren	570
6.4.4.5	Trocknungsverfahren	574
6.4.4.6	Keramischer Brand	574
6.4.4.7	Eigenschaften und Anwendung tonkeramischer Produkte	577
6.4.5	Sonderkeramische Erzeugnisse	579
6.4.5.1	Oxidkeramik	579

6.4.5.2	Elektro- und Magnetokeramik	585
6.4.5.3	Feuerfeste Keramik	591
6.4.5.4	Nichtoxidkeramik	599
6.5	Hartstoffe	609
6.5.1	Allgemeines	609
6.5.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	610
6.5.3	Allgemeine Herstellungsverfahren und Eigenschaften von Metallcarbiden	610
6.5.4	Carbide der IV. Nebengruppe	611
6.5.4.1	Titancarbid	611
6.5.4.2	Zirconiumcarbid und Hafniumcarbid	613
6.5.5	Carbide der V. Nebengruppe	613
6.5.5.1	Vanadiumcarbid	613
6.5.5.2	Niobcarbid und Tantalcarbid	613
6.5.6	Carbide der VI. Nebengruppe	613
6.5.6.1	Chromcarbid	613
6.5.6.2	Molybdäncarbid	614
6.5.6.3	Wolframcarbid	614
6.5.6.4	Hartmetalllegierungen auf Basis von Wolframcarbid	615
6.5.7	Thoriumcarbid und Urancarbid	616
6.5.8	Metallnitride	617
6.5.9	Metallboride	618
6.5.10	Metallsilicide	619
6.6	Kohlenstoffmodifikationen	620
6.6.1	Allgemeine Vorbemerkungen	620
6.6.2	Diamant	620
6.6.2.1	Allgemeines	621
6.6.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	622
6.6.2.3	Gewinnung natürlicher Diamanten	623
6.6.2.4	Herstellung synthetischer Diamanten	624
6.6.3	Natürlicher Graphit	626
6.6.3.1	Allgemeines	627
6.6.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	627
6.6.3.3	Vorkommen, Rohstoffe und Gewinnung	629
6.6.4	Synthetischer Kohlenstoff und synthetischer Graphit	630
6.6.4.1	Allgemeines	633
6.6.4.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	633
6.6.4.3	Vorkommen und Rohstoffe	634
6.6.4.4	Herstellung von synthetischem Kohlenstoff und synthetischem Graphit	635
6.6.5	Spezielle Kohlenstoff- und Graphitarten	640
6.6.5.1	Allgemeines	641
6.6.5.2	Pyrokohlenstoff und Pyrographit	642
6.6.5.3	Glaskohlenstoff und Schaumkohlenstoff	643
6.6.5.4	Graphitfolien und -membranen	644

6.6.6	Carbon Black	645
6.6.6.1	Allgemeines	647
6.6.6.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	647
6.6.6.3	Herstellung von Carbon Black	651
6.6.7	Aktivkohle	656
6.6.7.1	Allgemeines	657
6.6.7.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	657
6.6.7.3	Vorkommen und Rohstoffe	659
6.6.7.4	Herstellung von Aktivkohle	659
6.7	Füllstoffe	662
6.7.1	Allgemeines	665
6.7.2	Wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung	666
6.7.3	Vorkommen, Rohstoffe und Herstellung von Füllstoffen	668
6.7.3.1	Natürliche Füllstoffe	668
6.7.3.2	Synthetische Füllstoffe	670
6.8	Anorganische Pigmente	675
6.8.1	Allgemeines	676
6.8.2	Weißpigmente	680
6.8.2.1	Titandioxid	682
6.8.2.2	Lithopone und Zinksulfidpigmente	688
6.8.2.3	Zinkoxid-Weißpigmente	689
6.8.3	Buntpigmente	690
6.8.3.1	Eisenoxidpigmente	694
6.8.3.2	Chrom(III)-oxidpigmente	699
6.8.3.3	Chromat- und Molybdatpigmente	701
6.8.3.4	Mischphasenpigmente und keramische Farbkörper	702
6.8.3.5	Cadmiumpigmente	704
6.8.3.6	Bismutvanadatpigmente	705
6.8.3.7	Eisenblaupigmente	706
6.8.3.8	Ultramarinpigmente	707
6.8.4	Spezialpigmente	708
6.8.4.1	Korrosionsschutzpigmente	709
6.8.4.2	Effektpigmente	711
6.8.4.3	Lumineszenzpigmente	713
6.8.4.4	Magnetpigmente	713
7	Kernbrennstoffkreislauf	721
7.1	Die Bedeutung der Kernenergie in der Energiewirtschaft	721
7.2	Allgemeines zum Brennstoffkreislauf	725
7.3	Verfügbarkeit von Uran	726
7.4	Kernreaktortypen	728
7.4.1	Allgemeines	729
7.4.2	Leichtwasserreaktoren	729
7.4.2.1	Siedewasserreaktoren	729
7.4.2.2	Druckwasserreaktoren	730

7.4.3	Graphitmoderierte Reaktoren	730
7.4.3.1	Gasgekühlte Reaktoren	730
7.4.3.2	Leichtwassergekühlte Reaktoren	731
7.4.4	Schwerwasserreaktoren	732
7.4.5	Schnellbrutreaktoren	732
7.5	Kernbrennstoffgewinnung	733
7.5.1	Urankonzentrat-(„Yellow-cake“)-Gewinnung	736
7.5.1.1	Uran aus Uranerzen	736
7.5.1.2	Uran aus Phosphaterzen bzw. Nassphosphorsäure	740
7.5.1.3	Uran aus Meerwasser	741
7.5.2	Konversion von Urankonzentrat zu Uranhexafluorid	741
7.5.2.1	Allgemeines	741
7.5.2.2	Nassverfahren zur Herstellung von UF ₆	741
7.5.2.3	Trockenverfahren zur Herstellung von UF ₆	742
7.5.3	²³⁵ U-Anreicherung	743
7.5.4	Rekonversion von UF ₆ in Kernbrennstoffe	744
7.5.4.1	In Urandioxid	744
7.5.5	Andere Urankernbrennstoffe	746
7.5.5.1	Uranmetall	746
7.5.5.2	Uran-Plutonium-Mischoxide	746
7.5.6	Herstellung der Brennelemente	747
7.6	Entsorgung von Kernkraftwerken	747
7.6.1	Allgemeines	750
7.6.2	Teilschritte der Entsorgung	752
7.6.2.1	Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente	752
7.6.2.2	Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente	752
7.6.2.3	Weiterverarbeitung der Uran- bzw. Plutoniumlösungen	754
7.6.2.4	Konditionierung der radioaktiven Abfälle	755
7.6.2.5	endlagerung radioaktiver Abfälle	757

Stichwortverzeichnis 761