

## Inhaltsverzeichnis

**Vorwort zur 4. Auflage** XIX

**Kurzbiografien der Autoren** XXI

**Geleitwort** XXIII

<b>1</b>	<b>Anorganische Grundprodukte</b>	<b>1</b>
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	Dischwefeldichlorid	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 Gesamthosphordünger 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
<b>3</b>	<b>Metalle und ihre Verbindungen</b>	<b>197</b>
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 Kupferraffination 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  $\text{Si(OR)}_4$  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 Buntmetalle 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	Ferrovandium	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
<b>4</b>	<b>Halbleiter- und Technologiemarkaterialien</b>	<b>395</b>
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
<b>5</b>	<b>Organosiliciumverbindungen</b>	<b>433</b>
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	Siliconkautschuke	450
5.4.3.1	Kaltvulkanisierender Einkomponenten-Siliconkautschuk	450
5.4.3.2	Kaltvulkanisierender Zweikomponentensiliconkautschuk	450
5.4.3.3	Heißvulkanisierender, peroxidisch vernetzender Siliconkautschuk	451
5.4.3.4	Heißvulkanisierender, additionsvernetzender Siliconkautschuk	452

5.4.3.5	Eigenschaften von Silicongummi	453
5.4.4	Siliconharze	453
5.4.5	Silicon-Copolymere, -Blockcopolymere und -Pfpofcopolymere	454
<b>6</b>	<b>Anorganische Festkörper</b>	<b>457</b>
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	Chemieanhydrit aus der Flusssäureherstellung	550
6.3.4.5	Chemiegips	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	Zirkoniumcarbid 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	Molybdän-carbid	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	Cadmumpigmente	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
<b>7</b>	<b>Kernbrennstoffkreislauf</b>	<b>721</b>
7.1	Die Bedeutung der Kernenergie in der Energiewirtschaft	721
7.2	Allgemeines zum Brennstoffkreislauf	725
7.3	Verfügbarkeit von Uran	726
7.4	Kernreakortypen	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 $\text{UF}_6$	741
7.5.2.3	Trockenverfahren zur Herstellung von $\text{UF}_6$	742
7.5.3	$^{235}\text{U}$ -Anreicherung	743
7.5.4	Rekonversion von $\text{UF}_6$ 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

<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>761</b>
-----------------------------	------------