

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Grundlagen	
1.1	Zahlenwerte, Konstanten	1
1.2	Maßeinheiten	4
1.3	Korrelationsgleichungen	7
1.4	Geometrie	18
1.4.1	Ebene Flächen	18
1.4.2	Körper	19
1.4.3	Haufwerke	21
1.5	Thermodynamische Gesetzmäßigkeiten	22
1.6	Dimensionslose Kennzahlen	26
1.7	Wärme- und Stoffübergang	29
1.7.1	Wärmeleitung	30
1.7.2	Freie Konvektion	30
1.7.3	Erzwungene Konvektion	31
1.7.4	Kondensation	33
1.7.5	Verdampfung	34
1.7.6	Strahlung	37
1.8	Akustik	38
1.8.1	Schall und Schalldämmung	38
1.8.2	Ultraschall	43
1.9	Lichttechnik	44
1.10	Elektrochemie	46
1.10.1	Elektrochemische Zelle	47
1.10.2	Elektrolyse	51
1.10.3	Elektrochemische Synthese	51
1.10.4	Brennstoffzellen	52
1.10.5	Speicherzellen	53
2	Chemie in Stichworten	61

3 Anorganische Stoffe und Verfahren

3.1	Wasserstoffoxide	109
3.1.1	Wasser	109
3.1.2	Schwerwasser	120
3.1.3	Wasserstoffperoxid	126
3.2	Stickstoffverbindungen	129
3.2.1	Ammoniak	129
3.2.2	Harnstoff	139
3.2.3	Salpetersäure	141
3.2.4	Hydrazin	145
3.2.5	Stick(stoff)oxide (N_2O , NO , NO_2)	147
3.3	Natronlauge, Chlor, Salzsäure	149
3.3.1	Natronlauge	149
3.3.2	Chlor	156
3.3.3	Chlorwasserstoff und Salzsäure	160
3.4	Schwefel und Schwefelverbindungen	165
3.4.1	Elementarschwefel	165
3.4.2	Schwefelwasserstoff	167
3.4.3	Schwefeloxide (SO_2 , SO_2)	171
3.4.4	Schwefelsäure	174
3.5	Phosphor und Phosphorsäure	180
3.5.1	Phosphor und Verbindungen	180
3.5.2	Phosphorsäuren	183
3.6	Fluor und Fluorverbindungen	187
3.6.1	Fluor	187
3.6.2	Flußsäure	187
3.6.3	Fluor-Silicium-Verbindungen (SiF_4 , H_2SiF_6)	191
3.7	Salze	194
3.7.1	Natriumsalze ($NaCl$, Na_2SO_2 , Soda)	196
3.7.2	Calciumsalze ($CaCl_2$)	205
3.7.3	Magnesiumsalze ($MgCl_2$)	208
3.7.4	Ammonsalze (NH_4Cl , $(NH_4)_2SO_4$)	210
3.8	Kohlenstoff, Kohle, Karbid	213
3.8.1	Kohlenstoff	213
3.8.2	Kohle und Koks	216
3.8.3	Ruß	221
3.8.4	Karbid	222
3.9	Technische Gase	223
3.9.1	Stickstoff, Sauerstoff, Luft (N_2 , O_2 , O_3)	223
3.9.2	Wasserstoff und Isotope	233

3.9.3	Kohlenoxide (CO, CO ₂)	238
3.9.4	Methan	242
3.9.5	Edelgase (He, Ne, Ar, Xe, Rn)	245
3.10	Metalle und Metalloxide	248
3.10.1	Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs)	249
3.10.2	Aluminium und Aluminiumoxid	252
3.10.3	Antimon bis Gallium (Sb, Be, Pb, Cd, Cr, Fe, Ga)	257
3.10.4	Erdalkalimetalle (Mg, Ca, Sr, Ba)	264
3.10.5	Germanium bis Kupfer (Ge, Au, Hf, In, Co, Cu)	273
3.10.6	Mangan bis Niob (Mn, Mo, Np, Ni, Nb)	277
3.10.7	Platinmetalle (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt)	284
3.10.8	Plutonium bis Rhenium (Pu, Hg, Re)	285
3.10.9	Selen, Seltenerdmetalle, Silber	287
3.10.10	Tantal bis Uran (Ta, ,Tc, Tl, Th, Ti, U)	291
3.10.11	Vanadin bis Zirkonium (V, Bi, W, Zn, Sn, Zr)	295
4	Organische Stoffe und Verfahren	
4.1	Acetaldehyd bis Anilin	305
4.1.1	Acetaldehyd	305
4.1.2	Aceton	306
4.1.3	Acetylen	308
4.1.4	Acrylnitril	309
4.1.5	Acrylsäure	310
4.1.6	Adipinsäure	311
4.1.7	Adipinsäuredinitril	312
4.1.8	Alkane	313
4.1.9	Alkene	315
4.1.10	Alkohole	316
4.1.11	Ameisensäure	317
4.1.12	Anilin	319
4.2	Benzoessäure bis Cyclohexanonoxim	320
4.2.1	Benzoessäure	320
4.2.2	Benzol	321
4.2.3	Blausäuregas	322
4.2.4	1,3-Butadien	324
4.2.5	Butane	326
4.2.6	Butene	327
4.2.7	Butylalkohole	330
4.2.8	ϵ -Caprolactam	332
4.2.9	Chlorbenzol	333
4.2.10	o-Dichlorbenzol	334
4.2.11	Cresole	335
4.2.12	Cyclohexan	338
4.2.13	Cyclohexanol	339

4.2.14	Cyclohexanon	340
4.2.15	Cyclohexanonoxim	340
4.3	Dekan bis Ethylenoxid	341
4.3.1	n-Decan	341
4.3.2	Dimethylformamid	342
4.3.3	Dimethylsulfoxid	343
4.3.4	Dimethylterephthalat	343
4.3.5	1,4-Dioxan	344
4.3.6	α -Epichlorhydrin	345
4.3.7	Essigsäure	346
4.3.8	Ethan	348
4.3.9	Ethanol	349
4.3.10	Ethanolamine	356
4.3.11	Ethen	358
4.3.12	Ether	360
4.3.13	Ethylacetat	363
4.3.14	Ethylamine	364
4.3.15	Ethylbenzol	366
4.3.16	Ethylenoxid	367
4.4	Formaldehyd bis Isopropylbenzol	368
4.4.1	Formaldehyd	368
4.4.2	Fumarsäure	371
4.4.3	Furfural	371
4.4.4	Furfurylalkohol	373
4.4.5	Glycerin	374
4.4.6	Glycole	376
4.4.7	Hexamethyldiamin	378
4.4.8	Hexamethylentetramin	379
4.4.9	n-Hexan	379
4.4.10	Isopren	380
4.4.11	Isopropylbenzol	381
4.5	Kohlenstoffdisulfid bis Octan	382
4.5.1	Kohlenstoffdisulfid	382
4.5.2	Maleinsäureanhydrid	383
4.5.3	Melamin	383
4.5.4	Methanol	384
4.5.5	Methylacetat	387
4.5.6	Methylamine	388
4.5.7	tert.-Methylbutylester	390
4.5.8	Methylcyclohexan	391
4.5.9	Methylmethacrylat	392
4.5.10	N-Methyl-2-Pyrrolidon	393
4.5.11	Morpholin	394
4.5.12	Nitrobenzol	394

4.5.13	Nitromethan	395
4.5.14	n-Octan	396
4.6	Pentaerythrit bis Sulfolan	396
4.6.1	Pentaerythrit	396
4.6.2	n-Pentan	397
4.6.3	Phenol	398
4.6.4	Phosgen	400
4.6.5	Phthalsäureanhydrid	401
4.6.6	Propan	402
4.6.7	Propanole	402
4.6.8	Propen	404
4.6.9	Propylenoxid	405
4.6.10	Pyridin	407
4.6.11	Styrol	408
4.6.12	Sulfolan	410
4.7	Terephthalsäure bis Xylole	411
4.7.1	Terephthalsäure	411
4.7.2	Tetrahydrothiophen	412
4.7.3	Thionaphthen	412
4.7.4	Thiophen	413
4.7.5	Toluol	414
4.7.6	Triethylaluminium	415
4.7.7	Trioxan	415
4.7.8	Vinylacetat	415
4.7.9	Vinylchlorid	416
4.7.10	Vinylidenchlorid	417
4.7.11	Xylole	418
4.8	Erdöl und Erdgas	412
4.8.1	Rohöldestillation	422
4.8.2	Thermische Spaltung	423
4.8.3	Katalytische Verfahren	426
4.8.4	Extraktive Verfahren	427
4.8.5	Erdgas	428
4.8.6	Fachbegriffe und Abkürzungen	431
5	Organische Naturstoffe * Lebensmittel	
5.1	Holz und Naturfaserstoffe	435
5.1.1	Holz und Papier	435
5.1.2	Pflanzliche Textilfasern	453
5.1.3	Wolle und Seide	456
5.1.4	Leder	458
5.2	Zucker und Zuckerersatzstoffe	461
5.2.1	Zucker	461
5.2.2	Zuckerersatzstoffe	470

5.3	Alkohol und Hefe	472
5.3.1	Alkoholische Gärung	472
5.3.2	Hefeferzeugung	474
5.4	Getreide, Stärke, Backwaren	476
5.4.1	Getreide	476
5.4.2	Mehl und Grieß	479
5.4.3	Teigwaren	482
5.4.4	Stärke	482
5.4.5	Backwaren	484
5.5	Öle und Fette	487
5.5.1	Aufbau der Öle und Fette	487
5.5.2	Pflanzenfette	490
5.5.3	Tierfette	496
5.5.4	Seife	499
5.6	Molkereiprodukte, Eimasse	500
5.6.1	Milch und Rahm	500
5.6.2	Butter	502
5.6.3	Eimasse	504
5.7	Kakao und Schokolade	505
5.8	Fleisch und Fisch	507
5.9	Obst, Gemüse und Gewürze	511
5.9.1	Aufbau; wärmetechnische Daten	511
5.9.2	Gefrierlagerung	513
5.9.3	Modifizierte Atmosphäre	513
5.9.4	Säuern	516
5.9.5	Hülsenfrüchte	516
5.9.6	Gewürze und Geschmacksverstärker	520
5.10	Getränke und Getränkerohstoffe	524
5.10.1	Obstsäfte	524
5.10.2	Bier	527
5.10.3	Wein	529
5.10.4	Spirituosen	530
5.10.5	Kaffee	531
5.10.6	Tee	532
5.11	Lebensmittelprozeßtechnik	533
5.11.1	Heiz- und Kühlprozesse	533
5.11.2	Trocknung, Instantisierung	537
5.11.3	Alternative Konservierungsmethoden	540
5.11.4	Fermentation	542
5.11.5	Enzyme und ihre Anwendung	547
5.11.6	Dickungsmittel	548

5.11.7	Farb- und Konservierungsstoffe	550
5.11.8	Sortieren	554
6	Stoffe für spezielle Anwendungen	
6.1	Metallische Werkstoffe	559
6.1.1	Korrosion	559
6.1.2	Mechanische Kennwerte	561
6.1.3	Eisenwerkstoffe	564
6.1.4	Nickelwerkstoffe	567
6.1.5	Kupferwerkstoffe	568
6.1.6	Aluminium	570
6.1.7	Titan	570
6.1.8	Sonstige metallische Werkstoffe: (Pb, Mg, Ta, Zn, Zr)	571
6.2	Kunststoffe	573
6.2.1	Übersicht	573
6.2.2	Polyolefine	577
6.2.3	Polyvinyle	580
6.2.4	Acrylharze	582
6.2.5	Polyamide und Polyimide	584
6.2.6	Polyacetale	586
6.2.7	Hochhalogenierte Polymere	586
6.2.8	Polyester	588
6.2.9	Epoxidharze	590
6.2.10	Polyphenylether	591
6.2.11	Phenoplaste und Aminoplaste	591
6.2.12	Polyurethane	593
6.2.13	Hochleistungskunststoffe	594
6.2.14	Derivate von Naturstoffen	596
6.2.15	Elastomere	597
6.2.16	Klebstoffe	600
6.3	Farbstoffe	605
6.4	Baustoffe	609
6.4.1	Kalk, Zement, Gips	609
6.4.2	Tone und Keramikstoffe	619
6.4.3	Hochtemperaturkeramikstoffe	625
6.4.4	Glas	629
6.5	Brennstoffe	632
6.5.1	Feste Brennstoffe	633
6.5.2	Flüssige Brennstoffe	635
6.5.3	Brenngase	635
6.5.4	Zündhölzer	639

6.6	Lösemittel und Detergenzien	640
6.6.1	Lösemittel	640
6.6.2	Detergenzien	651
6.7	Wärmeträger	653
6.7.1	Systeme, Auswahlkriterien	653
6.7.2	Anorganische Stoffe	655
6.7.3	Alkohole und Kohlenwasserstoffe	662
6.7.4	Kommerzielle Wärmeträger	663
6.7.5	Salzschmelzen, Flüssigmetalle	672
6.8	Explosivstoffe	674
6.8.1	Primäre Explosivstoffe	675
6.8.2	Sekundäre Explosivstoffe	676
6.8.3	Geschoß- und Raketentreibstoffe	679
6.9	Düngemittel	680
6.9.1	Stickstoffdüngemittel	681
6.9.2	Phosphatdüngemittel	682
6.9.3	Kali- und Mischdüngemittel	683
6.10	Katalysatoren	685
6.10.1	Homogene Katalyse	685
6.10.2	Heterogene Katalyse	686
6.10.3	Spezielle Katalyseprozesse	690
6.11	Adsorptionsmittel	695
6.12	Ionenaustauschstoffe	705
7	Periphere Systeme * Behälter	
7.1	Dampferzeuger und Kraftanlagen	711
7.1.1	Dampferzeuger	711
7.1.2	Kraftwerksanlagen	713
7.2	Elektrische Ausrüstung	714
7.2.1	Elektromotoren	715
7.2.2	Generatoren	720
7.2.3	Bauelemente und Schaltgeräte	721
7.3	Nichtelektrische Antriebe	725
7.4	Kompressoren	730
7.4.1	Kolben- und Membranverdichter	733
7.4.2	Rotierende Verdrängungsverdichter	737
7.4.3	Turboverdichter	740
7.4.4	Druckluftanlagen	743
7.4.5	Hochdruckverdichter	743
7.4.6	Treibstrahlverdichter	744

7.5	Vakuumanlagen	744
7.5.1	Chemievakuumanlagen	745
7.5.2	Hochvakuum	747
7.6	Pumpen	753
7.6.1	Kreiselpumpen	754
7.6.2	Oszillierende Verdrängerpumpen	758
7.6.3	Rotierende Verdrängerpumpen	759
7.6.4	Dickstoffpumpen	763
7.6.5	Sonderbauarten	765
7.7	Kältetechnik	769
7.7.1	Kaltdampfmaschinen	769
7.7.2	Kaltgasprozesse	790
7.7.3	Elektrische und magnetische Kälteerzeugung	799
7.7.4	Kühltürme	800
7.7.5	Klimatechnik	807
7.8	Wasser, Abwasser, Entsorgung	812
7.8.1	Allgemeines über Wasser	812
7.8.2	Trinkwasser	814
7.8.3	Kesselspeisewasser	817
7.8.4	Abwasserreinigung	821
7.8.5	Feste Abfälle	828
7.8.6	Bodenbehandlung	834
7.9	Transport, Hilfssysteme	834
7.9.1	Straßentransport	835
7.9.2	Eisenbahntransport	836
7.9.3	Hebezeuge	840
7.9.4	Brandbekämpfung und Brandschutz	842
7.10	Behälter	843
7.10.1	Übersicht	843
7.10.2	Gärbehälter	849
7.10.3	Hochdruckbehälter	850
7.10.4	Feststofflagerbehälter	850
7.11	Korrosions- und Wärmeschutz	851
7.11.1	Anstrich	851
7.11.2	Isolierung	852
7.11.3	Begleitheizung	856
8	Mischen * Trennen * Wärmeübertragung	
8.1	Mischer und Knetter	861
8.1.1	Grundlagen	861
8.1.2	Statische Mischer	864

8.1.3	Rührmischer	867
8.1.4	Rührkessel	868
8.1.5	Knet- und Extruder	873
8.1.6	Feststoffmischer	876
8.2	Abscheider, Gasfilter	878
8.2.1	Festkörperbewegung in Fluiden	878
8.2.2	Schwerkraft-, Prall- und Drallabscheider	880
8.2.3	Gaswäscher	883
8.2.4	Faserfilter zur Staubabscheidung	885
8.2.5	Elektrofilter	888
8.3	Eindicker und Klassierer	890
8.4	Flüssigkeitsfilter	895
8.4.1	Grundlagen und Begriffe	895
8.4.2	Horizontale Kuchenfilter	898
8.4.3	Filterpressen und Blattfilter	900
8.4.4	Trommel- und Scheibenfilter	903
8.4.5	Kerzenfilter	906
8.4.6	Tiefenfilter	907
8.4.7	Membranfilter	907
8.5	Zentrifugen	910
8.5.1	Sedimentierzentrifugen	910
8.5.2	Siebzentrifugen	915
8.6	Wärmeaustauscher	917
8.6.1	Allgemeines	917
8.6.2	Rohrwärmeaustauscher	922
8.6.3	Luftkühleranlagen	931
8.6.4	Plattenwärmeaustauscher	933
8.6.5	Kompaktwärmeaustauscher	935
8.6.6	Regeneratoren	936
8.7	Verdampfer und Kristallisatoren	938
8.7.1	Grundlagen	938
8.7.2	Verdampferbauarten	941
8.7.3	Mehrstufige Eindampfanlagen	947
8.7.4	Lösungskristallisation	948
8.7.5	Schmelzkristallisation	949
8.8	Kolonnen	953
8.8.1	Destillation und Rektifikation	953
8.8.2	Bodenkolonnen	963
8.8.3	Packungskolonnen	970
8.9	Absorption	986
8.9.1	Grundlagen	986

8.9.2	Absorptionsapparate	989
8.9.3	Gastrocknung	991
8.9.4	Druckwasserwäsche	994
8.9.5	Wäsche mit anorganischen Lösungen	996
8.9.6	Wäsche mit Lösemitteln	997
8.10	Adsorption	1003
8.11	Extraktion	1007
8.11.1	Feststoffextraktion	1007
8.11.2	Hochdruckextraktion	1008
8.11.3	Flüssig-Flüssig-Extraktion	1011
9	Feststoffreaktoren * Verbindungssysteme	
9.1	Trockner für feste Stoffe	1019
9.1.1	Chargentrockner	1020
9.1.2	Band- und Tellerrockner	1022
9.1.3	Walzentrockner	1023
9.1.4	Trommelrockner	1024
9.1.5	Fließbett- und Stromrockner	1026
9.1.6	Zerstäubungstrockner	1031
9.2	Öfen	1032
9.2.1	Schachtofen	1033
9.2.2	Etagenöfen	1034
9.2.3	Drehrohröfen	1035
9.2.4	Strömungs- und Vergasungsreaktoren	1036
9.2.5	Verbrennungsanlagen	1039
9.2.6	Reaktionsöfen und Erhitzer	1043
9.2.7	Mikrowellenerhitzer	1044
9.2.8	Bestrahlungsanlagen	1047
9.3	Zerkleinerungsmaschinen	1051
9.3.1	Zerkleinerungstechnik	1051
9.3.2	Brecher	1053
9.3.3	Reib- und Wälzmühlen	1055
9.3.4	Mahlkörpermühlen	1058
9.3.5	Schlag- und Prallmühlen	1060
9.3.6	Schneidmühlen und Refiner	1063
9.4	Pressen, Extruder, Agglomeratoren	1064
9.4.1	Pressen	1064
9.4.2	Schneckenpressen und Extruder	1067
9.4.3	Agglomeratoren	1068
9.4.4	Prillanlagen	1070
9.5	Feststoffförderung	1071
9.5.1	Eigenschaften von Schüttgütern	1071

9.5.2	Förderbänder und -rinnen	1074
9.5.3	Schwingförderer	1077
9.5.4	Vertikalförderer	1079
9.5.5	Förderschnecken	1080
9.5.6	Pneumatische Förderung	1082
9.5.7	Eintrags- und Dosierorgane	1088
9.5.8	Waagen	1089
9.5.9	Siebe	1090
9.6	Rohrleitungen und Armaturen	1093
9.6.1	Einleitung	1093
9.6.2	Inkompressible Strömung in Rohren	1095
9.6.3	Einzelwiderstände	1096
9.6.4	Expandierende Gasströmung	1100
9.6.5	Zweiphasenströmung	1101
9.6.6	Nichtnewtonsche Fluide	1103
9.6.7	Schlämme und Suspensionen	1104
9.6.8	Armaturen	1106
9.7	Planung und Bau von Rohrleitungen	1114
9.8	Schornsteine und Fackeln	1118
9.8.1	Schornsteine	1118
9.8.2	Fackeln	1120
10	Anlagenplanung und -kalkulation	
10.1	Das Anlagenprojekt	1125
10.1.1	Die Partner	1125
10.1.2	Kosten-Nutzen-Bilanz	1126
10.1.3	Standortwahl	1128
10.1.4	Projektphasen	1131
10.1.5	Kostenabschätzung	1133
10.2	Kapazitätsverfahren	1135
10.3	Strukturverfahren	1140
10.3.1	Anlagenkomponenten	1141
10.3.2	Lang-Verfahren	1143
10.3.3	Verfeinerte Verfahren	1144
10.3.4	Produktionsprozesse und -sparten	1151
10.4	Montage und Inbetriebsetzung	1154
10.4.1	Montage	1154
10.4.2	Inbetriebsetzung	1156
10.5	Bautechnik und Baukosten	1158

10.6	Planung	1161
10.6.1	Der Begriff der Planung	1161
10.6.2	Gesamtplanung	1163
10.7	Kalkulationsschema	1166
10.8	Personalbedarf	1169
10.9	Lebensdauer und Wartungskosten	1172
11	Kommerzielles und Verträge	
11.1	Kosteneskalation und Wechselkurse	1175
11.1.1	Kosteneskalation	1175
11.1.2	Wechselkursrisiken	1178
11.1.3	Risiken beim Export	1179
11.2	Kapitalrechnungen	1181
11.2.1	Verzinsung, Diskontierung	1181
11.2.2	Abschreibung	1182
11.2.3	Terminkauf von Fremdwährungen	1184
11.3	Wirtschaftlichkeitsanalysen	1185
11.3.1	Der Cash-Flow	1185
11.3.2	Rentabilitätsabschätzung	1186
11.3.3	Diskontierter Cash-Flow	1190
11.4	Verträge	1191
11.4.1	Allgemeines	1191
11.4.2	Lieferangebot und -vertrag	1194
11.4.3	Lieferbasis	1201
11.4.4	Zusammenarbeitsverträge	1203
11.4.5	Geheimhaltungsvereinbarungen	1205
11.5	Bankgarantien	1206
11.6	Kreditbriefe und Warendokumente	1211
11.7	Vollmachten und Beglaubigungen	1217
12	Fachbegriffe: Finanzwesen und Handel	1221
	Sachregister	1239
	Englisches Sachregister	1263
	Lateinische Termini	1285
	Buchschrifttum	1287
	Ergänzendes Buchschrifttum	1289
	Anmerkungen; Symbole und Abkürzungen	1291
	Inserentenverzeichnis und Visitenkarten der Marktpartner	1295