

# Kurzes Handbuch der Brennstoff- und Feuerungstechnik

Von

Dr.-Ing. Wilhelm Gumz VDI  
Essen

Mit 150 Textabbildungen  
und 69 Zahlentafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1942

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

**Copyright 1942 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG. in Berlin 1942  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1942**

**ISBN 978-3-662-05467-3**

**ISBN 978-3-662-05512-0 (eBook)**

**DOI 10.1007/978-3-662-05512-0**

## Vorwort.

Eine Darstellung der Brennstoff- und Feuerungstechnik verlangt, daß dem im Laufe der Entwicklung eingetretenen Wandel in der Auffassung der Probleme Rechnung getragen und die physikalische Seite der Vorgänge stärker in den Vordergrund gerückt wird. In diesem Sinne weicht das vorliegende Handbuch von der bisher üblichen Behandlung des Themas ab. Unter stärkerer Berücksichtigung sowohl der physikalischen Eigenschaften der Brennstoffe als auch der physikalischen Vorgänge bei der Verbrennung und der Vergasung wird versucht, das Gebiet unter Ausrichtung nach diesen neuen Gesichtspunkten geschlossen darzustellen. Dabei läßt sich nicht von der Hand weisen, daß heute noch mancherlei Lücken bestehen, die zu füllen späterer Forschungsarbeit überlassen werden muß. Immerhin gewinnt man so einen Überblick über ein heute überaus zeitgemäßes Arbeitsgebiet und erkennt die Möglichkeiten und die Grenzen der Leistung und der Brennstoffausnutzung.

Die lebhaft entwickelte Entwicklung der letzten Jahrzehnte hat das Schrifttum dieses Gebietes immerhin so anschwellen lassen und dabei so viele Grenzgebiete berührt, daß es geboten erschien, durch eine knappe, aber doch möglichst umfassende Darstellung dem Praktiker die vorhandenen Quellen zu erschließen.

Mit Absicht wurde dabei auf eine reine Beschreibung von Feuerungen, Gaserzeugern usw. verzichtet, weil wohl angenommen werden kann, daß diese dem Leser durch das schon vorhandene Schrifttum oder aus eigener Anschauung hinreichend bekannt sind. Meine Monographie „Feuerungstechnisches Rechnen“ wurde, völlig neu bearbeitet, als Kapitel in dieses Buch mit aufgenommen.

Essen, im Januar 1942.

**W. Gumz.**

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Die Gasgesetze . . . . .	3
Gas-Dampf-Mischungen . . . . .	5
Die kinetische Theorie der Wärme . . . . .	8
Die spezifische Wärme . . . . .	10
Reaktionskinetik . . . . .	16
Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtskonstante . . . . .	16
Der Reaktionsmechanismus . . . . .	17
Mechanik gasförmiger Körper . . . . .	19
Statik gasförmiger Körper. Zugerzeugung . . . . .	20
Grundgesetze der Strömung . . . . .	26
Laminare und turbulente Strömung . . . . .	28
Druckabfall in Rohren und Kanälen . . . . .	29
Druckverlust in Schüttungen . . . . .	32
Widerstand umströmter Körper. Fallgeschwindigkeit . . . . .	34
Ausströmung aus Düsen . . . . .	39

### Die Brennstoffe.

Zusammensetzung und Eigenschaften der festen Brennstoffe . . . . .	42
Kennzeichnung und Analyse . . . . .	42
Die Feuchtigkeit . . . . .	46
Die brennbare Substanz . . . . .	46
Der Schwefelgehalt . . . . .	48
Brennstoff-Tabellen . . . . .	49
Der Aschengehalt . . . . .	55
Verhalten der mineralischen Bestandteile bei der Erhitzung . . . . .	57
Das Aschenschmelzverhalten . . . . .	61
Bewertung der Brennstoffe . . . . .	66
Verbrennungswärme und Heizwert . . . . .	68
Verhalten der Kohlenstoffsubstanz bei der Erwärmung. Quellen, Treiben, Blähen, Erweichen, Schwinden . . . . .	73
Reaktionsfähigkeit . . . . .	79
Zündvorgang und Zündtemperatur . . . . .	81
Oxydation bei niedrigen Temperaturen. Lagerung, Alterung . . . . .	84
Physikalische Eigenschaften der Kohlen . . . . .	86
Körnung . . . . .	86
Schüttungskenngrößen . . . . .	89
Spezifisches Gewicht . . . . .	93
Spezifische Wärme . . . . .	94
Wärmeleitfähigkeit . . . . .	96
Festigkeit . . . . .	97

Die Veredlung fester Brennstoffe auf mechanischem, thermischem und chemischem Wege . . . . .	101
Aufbereitung . . . . .	101
Brikettierung . . . . .	103
Kohlenstaub und Fließkohle . . . . .	104
Entwässerung und Trocknung . . . . .	106
Thermische Brennstoffveredlung . . . . .	108
Schwelung . . . . .	109
Verkokung . . . . .	111
Stadtgaserzeugung . . . . .	114
Vergasung . . . . .	115
Extraktion . . . . .	118
Chemische Kohlenveredlung . . . . .	119
Zusammensetzung und Eigenschaften flüssiger Brennstoffe . . . . .	121
Siedeverhalten . . . . .	121
Zusammensetzung und Heizwert . . . . .	122
Spezifisches Gewicht und Dichte . . . . .	123
Thermische Eigenschaften . . . . .	123
Zündungs- und Verbrennungseigenschaften. . . . .	124
Gewinnung und Veredlung der flüssigen Brenn- und Treibstoffe	125
Zusammensetzung und Eigenschaften gasförmiger Brennstoffe . . . . .	129
Heizwert . . . . .	130
Zähigkeit, Wärmeleitfähigkeit und Diffusion . . . . .	131
Zündgeschwindigkeit. . . . .	134
Brenntechnische Eigenschaften . . . . .	137
Die Veredlung gasförmiger Brennstoffe . . . . .	138
Gasreinigung . . . . .	138
Gastrocknung . . . . .	139
Gaszerlegung durch Tiefkühlung . . . . .	140
Schwefelreinigung . . . . .	141
Konvertierung und Gasentgiftung . . . . .	144
Methanisierung und Methanspaltung . . . . .	145

**Verbrennung.**

Verbrennungsrechnung für feste und flüssige Brennstoffe . . . . .	147
Rechenschema und Zahlenbeispiel . . . . .	149
Verbrennung mit Luftüberschuß . . . . .	150
Das Rauchgasgewicht . . . . .	155
Vereinfachte Verbrennungsrechnung für feste und flüssige Brennstoffe . . . . .	156
Die Genauigkeitsansprüche an die Verbrennungsrechnung . . . . .	158
Verbrennungsrechnung für gasförmige Brennstoffe . . . . .	159
Unvollkommene Verbrennung . . . . .	162
CO <sub>2</sub> -Gehalt und Verbrennungsdreiecke . . . . .	164
Der Taupunkt . . . . .	172
Sonderfälle der Verbrennung . . . . .	175
Verbrennung aschenreicher Brennstoffe . . . . .	175
Verbrennung in Kalk- und Zementöfen . . . . .	175
Verbrennung in Glasöfen . . . . .	180
Verbrennung mit Sauerstoff und sauerstoffangereicherter Luft . . . . .	182

	Seite
Verbrennung mit Rauchgasrückführung . . . . .	183
Einfluß des Eisenabbrandes . . . . .	184
Ermittlung der Luft- und Rauchgasmengen aus dem Heizwert, der Luft- überschußzahl oder dem CO <sub>2</sub> -Gehalt . . . . .	185
Feste Brennstoffe . . . . .	185
Flüssige Brennstoffe . . . . .	186
Gasförmige Brennstoffe . . . . .	188
Die Verbrennungstemperatur . . . . .	189
Das <i>It</i> -Diagramm . . . . .	196
Einfluß der Dissoziation . . . . .	199
Zahlenbeispiel . . . . .	204
Wärmetechnisches Rechnen mit dem <i>It</i> -Diagramm . . . . .	211
Die Wärmeverluste . . . . .	217
Die Abwärmeverluste . . . . .	218
Ableitung . . . . .	220
Verluste durch Unverbranntes . . . . .	226
Leitungs- und Strahlungsverluste . . . . .	227
Ausflammerverluste . . . . .	229
Speicherverluste (Unbeharrungsverluste) . . . . .	229
Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Belastung . . . . .	231
<b>Die Wärmeübertragung.</b>	
Wärmeübertragung durch Strahlung . . . . .	233
Strahlung des absolut schwarzen Körpers . . . . .	233
Strahlung grauer Körper . . . . .	234
Das Winkelverhältnis . . . . .	235
Gasstrahlung . . . . .	238
Strahlung leuchtender Flammen . . . . .	241
Gesamtstrahlung . . . . .	244
Wärmeaustausch in Feuerungen . . . . .	245
Rostfeuerungen . . . . .	245
Kohlenstaubfeuerungen . . . . .	246
Öl- und Gasfeuerungen . . . . .	252
Wärmeübergang durch Konvektion . . . . .	252
Strömung im Rohr . . . . .	252
Ebene Wand . . . . .	255
Rohre (außen) und Rohrbündel . . . . .	255
Rippenrohre . . . . .	259
Wärmeübergang an Schüttstoffe . . . . .	259
Wärmeübergang an Schwebeteilchen . . . . .	260
Wärmeübergang an Wasser, Öl und Heißdampf . . . . .	260
Der Wärmedurchgang . . . . .	261
Der mittlere Temperaturunterschied . . . . .	262
Der Stoffaustausch . . . . .	263
<b>Vergasung.</b>	
Das Generatorgasgleichgewicht . . . . .	264
Das Wassergasgleichgewicht . . . . .	269
Das Methangasgleichgewicht . . . . .	270

	Seite
Vorausberechnung von Vergasungsvorgängen . . . . .	271
Einfluß der flüchtigen Bestandteile des Brennstoffs . . . . .	276
Zahlenbeispiel . . . . .	277
Bedeutung der Reaktionstemperatur . . . . .	282
Hilfsmittel zur Beurteilung des Vergasungsvorganges . . . . .	283
<b>Verbrennungs- und Vergasungsvorgänge.</b>	
Statik und Dynamik der Verbrennung und Vergasung . . . . .	286
Der Chemismus der Verbrennung . . . . .	287
Der Chemismus der Vergasung . . . . .	293
Der physikalische Vorgang der Verbrennung. . . . .	294
Verbrennung in der Schwebel . . . . .	294
Verbrennung in der Schicht . . . . .	300
Der Zündvorgang . . . . .	308
Der Verbrennungsvorgang in der Feuerung . . . . .	311
Planrost- und Wurff Feuerung . . . . .	314
Halbmechanische Kleinfeuerungen . . . . .	316
Der Wanderrost . . . . .	318
Zündung und Verbrennung . . . . .	319
Körnung . . . . .	324
Luftbedarf und Zoneneinteilung . . . . .	327
Feuerraumgestaltung . . . . .	329
Der Rostbelag . . . . .	331
Unterschubfeuerungen . . . . .	336
Schürroste . . . . .	337
Braunkohlen-Rostfeuerungen . . . . .	339
Feuerungen für andere feuchte Brennstoffe . . . . .	341
Zweitluftzuführung . . . . .	342
Die Kohlenstaubfeuerung . . . . .	350
Feuerungen mit flüssigem Schlackenabzug . . . . .	360
Maßnahmen zur Senkung der Staubaufbereitungskosten . . . . .	363
Die Mühlenfeuerung . . . . .	364
Schwebefeuerungen . . . . .	367
Die Kohlenstaubzusatzfeuerung . . . . .	368
Verschlackung, Heizflächenverschmutzung und -reinigung . . . . .	369
Flugasche, Abgas- und Rauchschäden . . . . .	378
Die Ölfeuerung . . . . .	385
Die Druckfeuerung . . . . .	388
Die Gasfeuerung . . . . .	391
Der Vergasungsvorgang im Gaserzeuger . . . . .	400
Ortsfeste Schwachgaserzeuger . . . . .	400
Fahrzeuggaserzeuger . . . . .	406
Wassergas- und Synthesegaserzeuger . . . . .	410
Druckvergasung . . . . .	414
Staubvergasung . . . . .	415
<b>Anhang</b> . . . . .	419
<b>Namenverzeichnis</b> . . . . .	434
<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	441