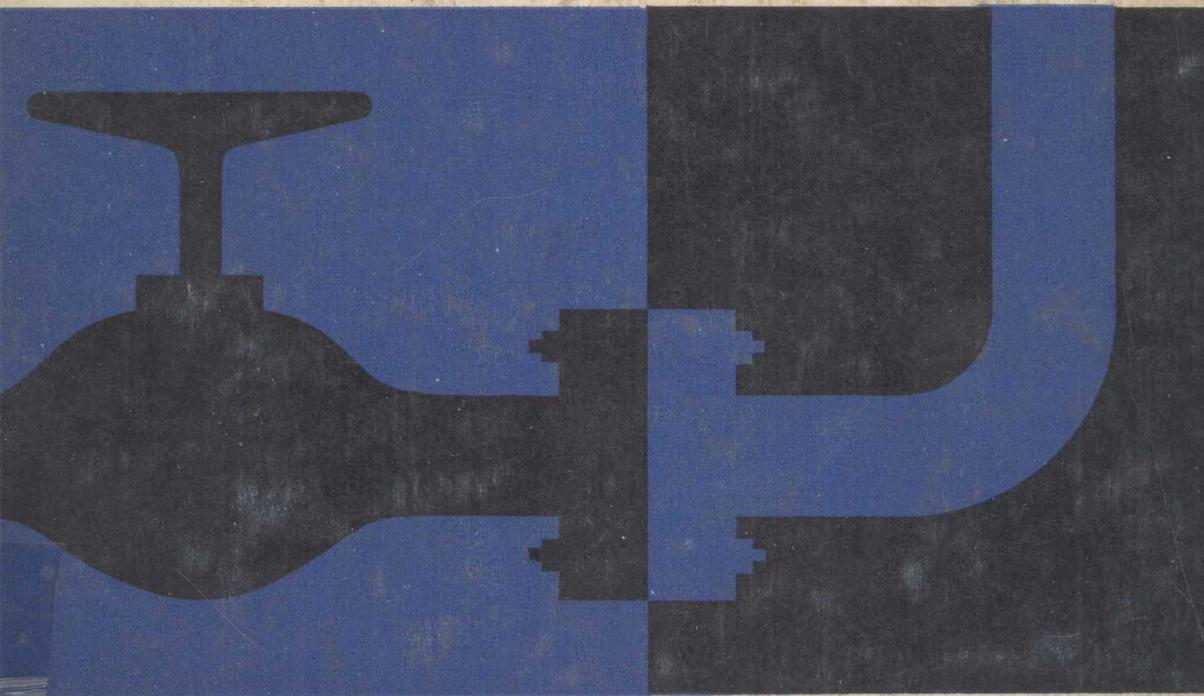


Verfahrenstechnik in Chemieberufen



VEB DEUTSCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE

Kaltofen
Verfahrenstechnik
in Chemiebetrieben



Annotation

Das Buch behandelt den im Lehrplan für den Facharbeiter für chemische Produktion für das Gebiet der chemischen Verfahrenstechnik ausgewiesenen Lehrstoff. Ausgehend von einer Einführung in die Verfahrenstechnik, werden dargeboten: Lagern, Fördern, Zerteilen und Vereinigen von Stoffen in ihren verschiedenen Aggregatzuständen, Trennen von Stoffgemischen, Ändern der Enthalpie und Trennen von Stoffen durch Ändern der Enthalpie, Agglomerieren sowie Grundoperationen und chemische Reaktionen.

Verfahrenstechnik in Chemieberufen

Von Ing.-Chem. Rolf Kaltofen
Dipl.-Ing. Günther Eckert
Dipl.-Ing.-Päd. Volker Mede und
OL Dipl.-Gwl. Horst Thomas

Mit 240 Bildern und 13 Tabellen



VEB DEUTSCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE
LEIPZIG

»Als berufsbildende Literatur für die Ausbildung der Lehrlinge zum Facharbeiter und für Werktätige, die zum Facharbeiter ausgebildet werden, für verbindlich erklärt.«

Minister für Chemische Industrie

Berlin, den 11. November 1980

Die einzelnen Abschnitte wurden bearbeitet:

Dipl.-Ing. Günter Eckert

Abschn. 2.; 3.; 5. und 7.

Ing.-Chem. Rolf Kaltoven (Federführung)

Abschn. 1. und 4.

Dipl.-Ing.-Päd. Volker Mede

Abschn. 6. bis 6.1.1.2.; 6.2.2. bis 6.2.3.4.

OL Dipl.-Gwl. Horst Thomas

Abschn. 6.1.1.3. bis 6.2.1.4. und 8.

Die Aufgaben am Ende der einzelnen Abschnitte wurden zusammengestellt von Dipl.-Ing.-Päd. Volker Mede.

1. Auflage

© VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1981

VLN 152-915/6/81

LSV 3602

Einbandgestaltung: G. Raschpichler

Printed in the German Democratic Republic

Satz und Druck: VEB Druckerei »Thomas Müntzer«,

5820 Bad Langensalza

Redaktionsschluß: 30. 9. 1980

Bestell-Nr.: 541 602 6

DDR 11,25 M

Vorwort

Das vorliegende Lehrbuch vermittelt den im verbindlichen Lehrplan für die Ausbildung im Grundberuf »Facharbeiter für chemische Produktion« festgelegten Stoff zum Lehrgang »Verfahrenstechnik«. Der Lernende erhält einen Überblick über die in der chemischen Produktion angewandten Grundoperationen. Die für das Verständnis dieser Grundoperationen notwendigen physikalischen und chemischen Grundlagen werden erläutert.

Das Buch widerspiegelt in Aufbau und Wissensvermittlung die guten Erfahrungen, die bei der Erarbeitung und Anwendung der vier Auflagen des Titels »Allgemeine chemische Technik« gesammelt werden konnten.

Die Begutachtung erfolgte in methodischer und fachlicher Hinsicht durch Herrn Dr. R. Worm, TU Dresden, Sektion Berufspädagogik, und in fachlicher Hinsicht durch Herrn Dr. P. Güntzschel, Ingenieurschule für Chemie, Magdeburg. Autoren und Verlag danken den Gutachtern für ihre wertvollen Hinweise, die zur Verbesserung des Lehrbuches beigetragen haben.

Weitere Hinweise und Ratschläge, die bei der Arbeit mit dem Lehrmaterial entstehen, nehmen wir mit Dank entgegen.

Autoren und Verlag

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	11
1.1.	Grundbegriffe	12
1.1.1.	Verfahrenstechnik.	12
1.1.2.	Reaktionstechnik	13
1.1.3.	Apparatewesen	13
1.2.	Beziehungen zwischen Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik und Apparatewesen.	14
1.3.	Stufeneinteilung chemisch-technologischer Verfahren	15
1.4.	Mensch und Information im chemischen Produktionsprozeß	18
1.5.	Werkstoffe und Werkstoffschutz	20
1.5.1.	Korrosion	21
1.5.2.	Werkstoffe	22
1.5.2.1.	Metallische Werkstoffe.	22
1.5.2.2.	Nichtmetallische anorganische Werkstoffe	25
1.5.2.3.	Organische Werkstoffe	28
1.5.3.	Werkstoffschutz	31
1.5.3.1.	Auswahl der Konstruktionsmaterialien.	32
1.5.3.2.	Korrosionsschutz — Oberflächenschutz	32
1.5.3.3.	Schutz gegen schädigende Behandlung	34
2.	Lagern und Fördern	37
2.1.	Lagern und Fördern von Feststoffen	37
2.1.1.	Lagern von Feststoffen	37
2.1.2.	Fördern von Feststoffen	38
2.1.2.1.	Stetigförderer	39
2.1.2.2.	Unstetigförderer	47
2.2.	Lagern von Flüssigkeiten und Gasen	49
2.2.1.	Lagern von Flüssigkeiten	49
2.2.2.	Lagern von Gasen.	52
2.3.	Fördern von Flüssigkeiten und Gasen	54
2.3.1.	Strömungslehre	54
2.3.1.1.	Gesetzmäßigkeiten der reibungsfreien Strömung.	55
2.3.1.2.	Gesetzmäßigkeiten der Strömung mit innerer Reibung	57
2.3.2.	Bauelemente zum Fortleiten, Regeln und Absperrn von Stoffen.	62
2.3.2.1.	Rohrleitungen	63
2.3.2.2.	Absperr- und Regelorgane	72

2.3.3.	Fördern von Flüssigkeiten	81
2.3.3.1.	Grundlagen des Förderns von Flüssigkeiten	82
2.3.3.2.	Klassifizierung der Pumpen (TGL 6267, Bl. 1)	84
2.3.4.	Fördern von Gasen	92
2.3.4.1.	Grundlagen des Förderns von Gasen	92
2.3.4.2.	Verdichter-Klassifizierung (TGL 7684, Bl. 1)	100
3.	Zerteilen	109
3.1.	Zerteilen von Feststoffen	109
3.1.1.	Grundlagen der Zerkleinerung von Feststoffen	109
3.1.2.	Ausrüstungen zum Zerkleinern von Feststoffen	111
3.1.2.1.	Brecher	111
3.1.2.2.	Mühlen	114
3.1.3.	Ausrüstungen für das Zerfasern	116
3.1.4.	Ausrüstungen für das Zerschneiden	117
3.2.	Zerteilen von Flüssigkeiten	117
3.2.1.	Ausrüstungen zum Versprühen	118
3.2.1.1.	Einstoffversprüher (Einstoffdüsen)	118
3.2.1.2.	Mehrstoffversprüher (Mehrstoffdüsen)	119
4.	Vereinigen	121
4.1.	Theoretische Grundlagen	121
4.2.	Vereinigen von Gasen	127
4.3.	Vereinigen von Gasen mit Flüssigkeiten und von Gasen mit Feststoffen	127
4.3.1.	Wirbelschichtverfahren	128
4.3.1.1.	Erzeugung von Wirbelschichten bei Feststoffteilchen höherer Dichte als der des Wirbelmediums	129
4.3.1.2.	Betreiben einer Wirbelschichtapparatur	131
4.3.1.3.	Vorteile des Wirbelschichtverfahrens gegenüber dem Festbettverfahren	131
4.3.1.4.	Nachteile des Wirbelschichtverfahrens	132
4.3.1.5.	Arten von Wirbelschichten	132
4.4.	Vereinigen von Flüssigkeiten und von Flüssigkeiten mit Feststoffen	133
4.4.1.	Theoretische Grundlagen	133
4.4.2.	Mischen von Flüssigkeiten — Ausrüstungen zum Mischen	134
4.4.3.	Vereinigen von nicht mischbaren Flüssigkeiten	138
4.4.4.	Vereinigen von Flüssigkeiten mit Feststoffen	139
4.4.5.	Auflösen	140
4.4.6.	Anreiben	140
4.4.7.	Weitere Operationen zum Vereinigen von Flüssigkeiten mit Feststoffen	140
4.4.7.1.	Tränken	140
4.4.7.2.	Quellen	140
4.4.7.3.	Kneten	141
4.5.	Vereinigen von Feststoffen	143
4.5.1.	Vermengen	143
4.5.1.1.	Mechanisches Vermengen	143
4.5.1.2.	Pneumatisches Vermengen	145

5.	Trennen von Stoffgemischen	147
5.1.	Trennen von Feststoffsystemen	148
5.1.1.	Sieben	148
5.1.2.	Sichten	149
5.1.3.	Hydroklassieren	150
5.1.4.	Magnetscheiden	151
5.2.	Trennen von flüssigen Systemen	152
5.2.1.	Filtrieren	152
5.2.1.1.	Theoretische Grundlagen des Filtrierens	152
5.2.1.2.	Ausrüstungen zum Filtrieren	153
5.2.2.	Sedimentieren und Dekantieren	156
5.2.3.	Zentrifugieren	156
5.2.3.1.	Allgemeine theoretische Grundlagen des Zentrifugierens	157
5.2.3.2.	Ausrüstungen zum Zentrifugieren	158
5.2.4.	Extrahieren	162
5.2.5.	Kristallisieren	169
5.2.5.1.	Allgemeine theoretische Grundlagen des Kristallisierens	169
5.2.5.2.	Ausrüstungen zum Kristallisieren	172
5.3.	Trennen von gasförmigen Systemen	176
5.3.1.	Filtern	176
5.3.2.	Prallabscheiden	177
5.3.3.	Zyklonieren	178
5.3.4.	Elektrisches Gasreinigen	179
5.3.5.	Adsorbieren und Desorbieren	180
5.3.5.1.	Theoretische Grundlagen des Adsorbierens	180
5.3.5.2.	Ausrüstungen zur Adsorption	181
5.3.6.	Absorbieren	182
5.3.6.1.	Theoretische Grundlagen des Absorbierens	182
5.3.6.2.	Methoden und Ausrüstungen zur Adsorption	185
5.3.7.	Gaswaschen	186
6.	Ändern der Enthalpie und Trennen von Stoffen durch Ändern der Enthalpie	189
6.1.	Ändern der Enthalpie.	191
6.1.1.	Theoretische Grundlagen für das Ändern der Enthalpie	191
6.1.1.1.	Einflußfaktoren auf den Wärmedurchgang	192
6.1.1.2.	Wärmeübertragung in Abhängigkeit von der Stoffströmungsrichtung	199
6.1.1.3.	Wärmezufuhr	202
6.1.1.4.	Wärmeentzug	211
6.1.2.	Grundoperationen mit Ändern der Enthalpie	213
6.1.2.1.	Erwärmen und Abkühlen von Feststoffen	213
6.1.2.2.	Erwärmen und Abkühlen von Flüssigkeiten	214
6.1.2.3.	Erwärmen und Abkühlen von Gasen	225
6.2.	Trennen von Stoffgemischen durch Ändern der Enthalpie	225
6.2.1.	Trocknen	225
6.2.1.1.	Theoretische Grundlagen des Trocknens	226
6.2.1.2.	Trocknungsarten	228
6.2.1.3.	Ausrüstungen zum Trocknen	230
6.2.1.4.	Betriebsweise eines Trockners.	235
6.2.2.	Verdampfen	238

6.2.2.1.	Grundlagen des Verdampfens	238
6.2.2.2.	Bautypen der Verdampfer	243
6.2.2.3.	Betriebsweise eines Einkörperverdampfers ohne Brüdenverdichtung	248
6.2.3.	Destillieren und Rektifizieren	251
6.2.3.1.	Theoretische Grundlagen	251
6.2.3.2.	Gleichstromdestillation (einfache Destillation).	262
6.2.3.3.	Gegenstromdestillation (Rektifikation)	264
6.2.3.4.	Betriebsweise von Rektifikationsanlagen	270
6.2.3.5.	Trägergasdestillation (Wasserdampfdestillation).	275
7.	Agglomerieren	277
7.1.	Rollgranulieren	278
7.2.	Kompaktieren	281
7.3.	Tablettieren	282
7.4.	Brikettieren	282
7.5.	Sintern	283
7.6.	Dispersionsgranulieren	284
8.	Grundoperationen unter besonderen Bedingungen	285
8.1.	Vakuumtechnik	285
8.1.1.	Vakuumerzeugung und Vakuumarbeitsbereiche	285
8.1.2.	Vakuumanwendung bei Grundoperationen	286
8.1.2.1.	Vakuum zur Erzeugung von Strömungen	286
8.1.2.2.	Vakuum zur Siedepunktserniedrigung	286
8.1.3.	Vakuumanwendung zur Beeinflussung chemischer Reaktionen	288
8.2.	Kältetechnik und Möglichkeiten ihrer Anwendung	288
8.2.1.	Übersicht über einige Anwendungsgebiete	288
8.2.2.	Kälteerzeugung	290
8.2.2.1.	Möglichkeiten der künstlichen Kälteerzeugung	290
8.2.2.2.	Verdichterkälteanlagen	291
8.2.2.3.	Absorptionskälteanlagen	292
8.2.2.4.	Dampfstrahlkälteanlagen	293
8.2.3.	Luftverflüssigung nach <i>Linde</i>	293
8.2.4.	Zum Betreiben von Kälteanlagen notwendige Stoffe	295
8.3.	Parameter in chemisch-technischen Prozessen	296
8.3.1.	Chemische Reaktion und verfahrenstechnischer Aspekt	296
8.3.1.1.	Parameter und verfahrenstechnische Umsetzung beim Aufbau und bei der Funktion in Apparaten, Maschinen und Reaktoren	296
8.3.1.2.	Parameter und BMSR-technische Umsetzung	309
8.3.1.3.	Aspekte in technologisch verknüpften Maschinen, Apparaten und Reaktoren	316
8.3.2.	Arbeitsschutz an Chemieanlagen	319
8.3.3.	Korrosionsschutz an chemisch-technischen Anlagen	321
8.3.4.	Entwicklungstendenzen in der Verfahrenstechnik	321
	Sachwörterverzeichnis	325

Hinweise zur Benutzung

Zur besseren und schnelleren Erfassung bestimmter Lehrstoffteile werden zu deren Kennzeichnung Symbolelemente angewendet, die im einzelnen folgende Bedeutung haben:

- Aussagen, die sich der Lernende einprägen sollte, die aber nicht den Charakter eines Merksatzes oder einer Definition haben.
 - Aufzählungen, die keine strikte Reihenfolge verlangen, z. B. von Eigenschaften eines Stoffes, von Bauteilen eines Gerätes usw.
 - Kennzeichnung von Ergänzungswissen (untergeordnete Lehrstoffteile). Dieser Lehrstoff ist in einem kleineren Schriftgrad ausgedruckt.
 - ! Kennzeichnung von Lehrstoffen, die Hinweise zum Arbeitsschutz zum Inhalt haben.
 - ▶ Verweise entweder auf andere Literatur, z. B. (▶ PChW 3.3.1.), oder auf andere Abschnitte des gleichen Buches, z. B. (▶ Abschn. 2.1.2.).
-

Merksätze sind in halbfetter Schrift ausgedruckt.

Tabellen, Bilder und Aufgaben sind abschnittsweise und innerhalb der Abschnitte fortlaufend numeriert.

Erläuterung der Handhabung von Literaturverweisen

Für die Literatur, auf die im Text verwiesen wird, werden Kurzzeichen benutzt, die folgende Bedeutung haben:

PChW Physikalische Chemie — Wissensspeicher

RP Rechenpraxis in Chemieberufen

ChTech Chemische Technologie — Theoretische Grundlagen und Grundverfahren

TCh Technische Chemie in Chemieberufen

Das Zeichen (▶ PChW 3.3.1.) besagt, daß ausführlichere Informationen in dem Buch »Physikalische Chemie — Wissensspeicher«, Abschn. 3.3.1. enthalten sind.

Der Hinweis (▶ VM Abschn. 10.4.2., Bild 337) bedeutet, daß das Bild aus dem Buch von *Vauck/Müller*, Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik, 5. Auflage, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1978, entnommen wurde.

Durch die Chemisierung der Volkswirtschaft ist eine enge Verflechtung aller Wirtschaftszweige mit der chemischen Produktion entstanden. Die Leistungen der chemischen Industrie entscheiden damit wesentlich über die quantitative und qualitative Verbesserung der materiell-technischen Basis unserer sozialistischen Volkswirtschaft. Damit hat die chemische Industrie eine gewisse Schlüsselstellung bei der Lösung der von Partei und Regierung beschlossenen Hauptaufgabe, die in der ständigen Erhöhung des materiellen und kulturellen Lebensniveaus des Volkes unserer Deutschen Demokratischen Republik besteht. Die Grundlage dafür ist bei der engen Verflechtung der einzelnen Wirtschaftszweige in allen Bereichen ein hohes Entwicklungstempo der sozialistischen Produktion, die Erhöhung der Effektivität, die schnelle Umsetzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Produktion und die ständige Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Die notwendige Intensivierung der gesellschaftlichen Produktion bildet dabei den Hauptweg zur Erreichung der höheren Effektivität. Die sozialistische Rationalisierung wird in diesem Zusammenhang noch stärker als bisher zu einer erstrangigen politischen Aufgabe von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung. Durch sie wird einerseits den Erfordernissen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts Rechnung getragen, der ein hohes Niveau der Produktivkräfte bedingt, andererseits durch die sozialistische Rationalisierung die Voraussetzung dafür geschaffen, daß auf der Grundlage hoher ökonomischer Ergebnisse der wissenschaftlich-technische Fortschritt in der ganzen Volkswirtschaft weiter vorangetrieben werden kann.

In den Betrieben sind die Mechanisierung und Teilautomatisierung der Produktion zu einem Hauptgebiet der Neuerertätigkeit geworden. Diese Neuerertätigkeit hat erstens einen politisch-ideologischen Aspekt, denn als Eigentümer ist die Arbeiterklasse an der Weiterentwicklung der Produktionsmittel interessiert, zweitens einen ökonomischen Aspekt, wenn die intensiv erweiterte Reproduktion einen hohen Zuwachs an Nationaleinkommen erbringt. Die sozialistische Gemeinschaftsarbeit bewirkt die Durchsetzung eines hohen Niveaus der Neuerertätigkeit. Im Rahmen dieser sozialistischen Gemeinschaftsarbeit ist es die Aufgabe der Arbeiterklasse, führend auf die Weiterentwicklung ihrer Produktionsmittel Einfluß zu nehmen. Dieser Aufgabe kann sie nur gerecht werden, wenn sie über ein hohes fachliches Wissen und Können verfügt, ihr Wissen ständig erweitert und ihr Können und ihre Erfahrungen vorbehaltlos an die jungen Facharbeiter weitergibt.

Das Betätigungsfeld der Arbeiterklasse ist jedoch keinesfalls nur auf die praktische Tätigkeit beschränkt. Die bestehenden gesellschaftlichen Organisationen geben darüber hinaus die Möglichkeit, die Qualität des Zusammenwirkens der gesellschaftlichen Produktivkräfte entscheidend zu beeinflussen und zu kontrollieren. Dies betrifft insbesondere die Technologie und Organisation der Produktion.

Die Aufgabe der chemischen Industrie besteht darin, volkswirtschaftlich notwendige Grundchemikalien, Zwischenprodukte und Fertigerzeugnisse im technischen Maßstab herzustellen. Dabei müssen die Produktionsmengen dem Bedarf und der

Bedarfsentwicklung entsprechen. Dies ist jedoch nur ein Aspekt; denn die Produktion hat nur dann einen positiven Einfluß auf unsere Gesellschaft, wenn die Erzeugnisse in optimaler Qualität erzeugt werden und die Herstellungsweise alle Gesetze der sozialistischen Ökonomie berücksichtigt. Unabdingbar ist in jedem Falle die Sicherheit jedes Herstellungsverfahrens für Mensch, Material und Umwelt.

Für die chemische Produktion ist die Verflechtung von *Verfahrenstechnik*, *Energietechnik* und *Fertigungstechnik* zur *Produktionstechnik* ausschlaggebend, wobei die *Wasseraufbereitung*, *Abwasserbehandlung* sowie die *Schadstoffbehandlung* bzw. *-beseitigung* für den chemischen Produktionsprozeß eine besondere Rolle spielen. Wichtigste Bestandteile der chemischen Verfahrenstechnik sind sowohl das *Apparatewesen* als auch die *Reaktionstechnik*. Die stofflichen Eigenarten der in der chemischen Industrie eingesetzten Rohstoffe und Zwischenprodukte, wie auch ihre Enderzeugnisse selbst, erfordern zu einem hohen Anteil besondere Maßnahmen der *Sicherheitstechnik*, um dem genannten Prinzip der unbedingten Sicherheit für Mensch, Umwelt und Material voll Rechnung tragen zu können.

Die Verflechtung der einzelnen Techniken ist im Fachbereichsstandard TGL 25000 vom 24. 5. 1974 niedergelegt. Darin werden sowohl die im Rahmen des RGW übliche Terminologie als auch der neueste Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse berücksichtigt.

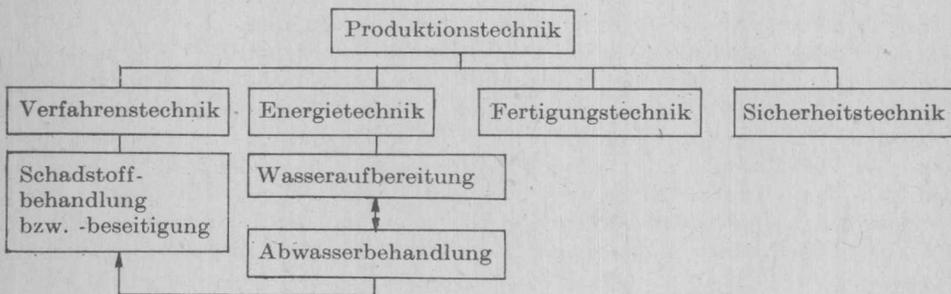


Bild 1.1

1.1. Grundbegriffe

1.1.1. Verfahrenstechnik

Verfahrenstechnik ist die Lehre von den Gesetzmäßigkeiten der technischen Durchführung chemischer Produktionsprozesse einschließlich der dazu erforderlichen physikalischen Vorgänge.

Nach TGL 25000 umfaßt die Verfahrenstechnik folgende *Grundoperationen*:

- *Trennen*
- *Zerteilen*
- *Ändern der Enthalpie*
- *Vereinigen*
- *Agglomerieren* (Energieinhalt)

Verfahrenstechnik umfaßt die Erzeugung formloser Stoffe (Gase, Flüssigkeiten Pasten, Pulver, Granulate usw.).

Fertigungstechnik stellt in Verbindung mit den Grundoperationen Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Ändern der Stoffeigenschaften als Ergebnis geformte Stoffe her.

Grundoperationen sind in der Verfahrenstechnik zielgerichtete Handlungen, die mittels physikalischer Vorgänge im zu behandelnden Gut die qualitative oder quantitative Zusammensetzung, den Verteilungsgrad oder den Energieinhalt verändern.

Da in der chemischen Industrie die Stoffaufbewahrung — das *Lagern* — und die Stoffbewegung — das *Fördern* — eine besonders große Rolle spielen, werden diese beiden Operationen in diesem Buch behandelt.

1.1.2. Reaktionstechnik

Die Übertragung einer bekannten chemischen Reaktion in den technischen Maßstab muß in Übereinstimmung mit den technischen Gegebenheiten und den ökonomischen Erfordernissen stehen. Manche Reaktionen laufen nur unter Wärmezufuhr mit einer wirtschaftlich vertretbaren Geschwindigkeit ab. Andere entwickeln so viel Reaktionswärme, daß sie in ihrem Verlauf technisch nur beherrscht werden können, wenn dem Reaktionssystem ständig Energie entzogen wird. Viele Reaktionen laufen nur dann mit einer nach Menge und Qualität befriedigenden Ausbeute ab, wenn sie in Gegenwart von Katalysatoren stattfinden. Eine wesentliche Rolle für das Produktionsergebnis spielt oftmals auch der Druck im Reaktionsraum.

Alle erforderlichen Arbeitsweisen, die sich aus dem jeweiligen Reaktionstyp ableiten, werden als *Reaktionstechnik* bezeichnet.

Die **Reaktionstechnik verbindet die Gesetzmäßigkeiten der Reaktionskinetik mit den Gesetzen des Stoff- und Energietransports im Reaktor.**

Als **Reaktionskinetik** wird die Lehre vom zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen definiert.

1.1.3. Apparatewesen

Das **Apparatewesen beinhaltet die wissenschaftliche Lehre von den Ausrüstungen, die in der chemischen Technik zur Durchführung von Verfahren und Arbeitstechniken benötigt werden.**

Für diese Ausrüstungen gilt nach TGL 25 000/02 folgende Gliederung (siehe Bild 1.2):

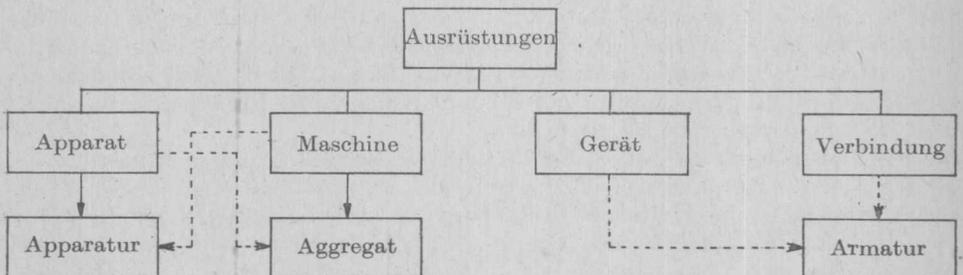


Bild 1.2

- Apparat* ist eine Ausrüstungseinheit, die der Zufuhr oder dem Entzug von Stoff und/oder Energie in bezug auf ein zu behandelndes Gut dient und im wesentlichen aus unbewegten Teilen besteht.
- Maschine* ist eine Kraft liefernde, umformende oder Arbeit verrichtende Ausrüstungseinheit. Dabei unterscheidet man zwischen *Kraftmaschinen* zum Erzeugen einer Antriebskraft und *Arbeitsmaschinen* zum Verrichten einer mechanischen Arbeit. Eine Arbeitsmaschine ist eine Ausrüstungseinheit, die Kraftwirkungen auf das zu behandelnde Gut überträgt. Eine äußere Antriebskraft bewegt ihre Teile in vorgeschriebenen Bahnen und in regelmäßiger Wiederkehr.
- Gerät* ist ein Ausrüstungsteil, das nicht fest in den Produktionsfluß eingebunden ist und das gewöhnlich von Hand bedient wird — oder ein BMSR-Ausrüstungsteil zum Umsetzen einer zu messenden Größe in ablesbare oder übertragungsfähige Werte zum Verstärken von Meßsignalen.
- Verbindung* ist im Sinne der Verfahrenstechnik ein Ausrüstungsteil, das die einzelnen Ausrüstungseinheiten verbindet und den Durchfluß von Stoffen oder Energieträgern gestattet oder reguliert.
- Apparatur* ist die räumliche Kombination und Zusammenschaltung von mehreren Apparaten oder von Apparaten mit Maschinen, wobei der bestimmende Vorgang in einem Apparat stattfindet.
- Aggregat* ist die räumliche Kombination und Zusammenschaltung von mehreren Maschinen oder von Maschinen und Apparaten, wobei der bestimmende Vorgang in einer Maschine stattfindet.

1.2. Beziehungen zwischen Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik und Apparatewesen

Apparaturen bzw. Aggregate müssen der Reaktionstechnik entsprechen, d. h., es müssen daher z. B. Kühl- oder Heizvorrichtungen bzw. Möglichkeiten zur Stoffbewegung im Apparat vorhanden sein.

Für die Durchführung vieler chemischer Prozesse und physikalischer Grundoperationen ist eine Durchfluß- oder Umlaufmöglichkeit für die umzusetzenden Stoffe erforderlich.

Die bei den Prozessen verwendeten Chemikalien und die angewandte Reaktionstechnik stellen sowohl an das Material als auch an die Konstruktion oftmals hohe Anforderungen. Die Werkstoffe dürfen möglichst nicht von den Chemikalien angegriffen werden (Korrosionsschutz (► Abschn. 1.5.2.)). Die Apparate und Aggregate müssen so konstruiert sein, daß sie ohne Schäden die Reaktionsbedingungen (z. B. Temperatur und Druck) aushalten.

Die Erkenntnisse der *Verfahrenstechnik*, *Reaktionstechnik* und des *Apparatewesens* werden in den Arbeitsprinzipien der *chemischen Technik* verknüpft. Dabei spielen die Arbeitsweisen eine besondere Rolle. Die einfachste Arbeitsweise ist der unterbrochene oder *diskontinuierliche* Prozeß (Chargen-Betrieb). Wird ein Prozeß in mehreren Apparaten bzw. Aggregaten gleicher Art durchgeführt, so bestehen verschiedene Schaltmöglichkeiten und Arbeitsweisen (► Abschn. 1.3.). Im Gegensatz zum diskontinuierlichen steht der ununterbrochene oder *kontinuierliche* Prozeß

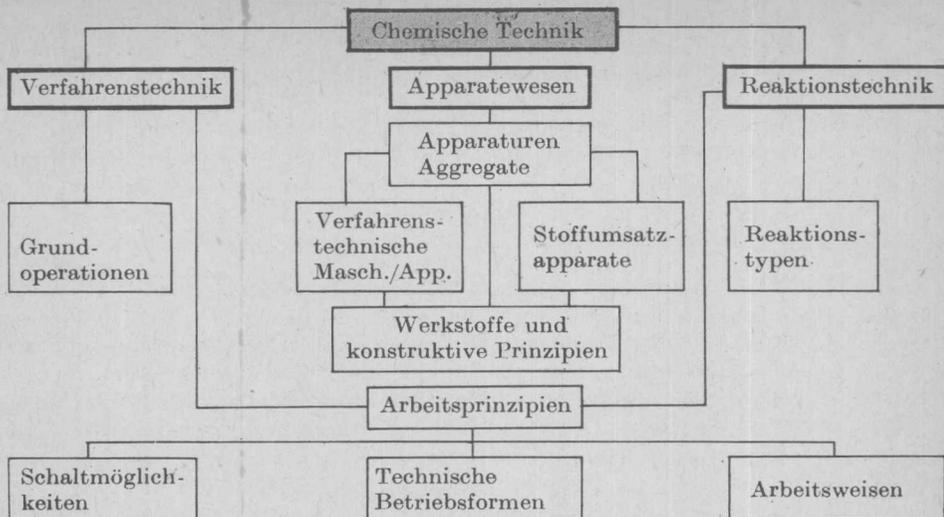


Bild 1.3. Zusammenhänge der chemischen Technik

(► Abschn. 1.3.). Er ist für die chemische Industrie besonders typisch. Auch hierbei gibt es wiederum verschiedene Schaltmöglichkeiten und Arbeitsweisen. In der chemischen Technik sind die Verfahrenstechnik, die Reaktionstechnik und das Apparatewesen zusammengefaßt. Die Zusammenhänge zeigt das Schema Bild 1.3.

1.3. Stufeneinteilung chemisch-technologischer Verfahren

Chemisch-technische Verfahren laufen in Stufen ab. Nach deren zeitlicher Reihenfolge kann man jedes chemisch-technische Verfahren in die drei Stufen

- Stoffvorbereitung,
- chemische Umwandlung,
- Aufarbeitung der Reaktionsprodukte

unterteilen.

In der Stoffvorbereitung und in der Aufarbeitung der Reaktionsprodukte werden Operationen durchgeführt, die sich unabhängig von der Art der Reaktionsprodukte in vielen Fällen gleichen. Diese Operationen lassen sich in weitere Elemente zerlegen. Die Elemente sind im Fachbereichsstandard TGL 25000/1 erfaßt. Sie heißen Grundoperationen.

Grundoperationen der Verfahrenstechnik sind zielgerichtete Handlungen, die infolge physikalischer Vorgänge im zu behandelnden Gut die qualitative oder quantitative Zusammensetzung, den Verteilungsgrad oder den Energieinhalt verändern.

Nach TGL 25001 bis 25005 sind die Grundoperationen in 5 Hauptgruppen zusammengefaßt, und zwar

- Trennen (TGL 25001)
- Vereinigen (TGL 25002)
- Zerteilen (TGL 25003)
- Agglomerieren (TGL 25004)
- Ändern der Enthalpie (TGL 25005)

So gehören z. B. zu der Hauptgruppe Zerteilen folgende Grundoperationen:

- Brechen
- Zerfasern
- Mahlen
- Zerschneiden

Die einzelnen Grundoperationen erfolgen je nach den technologischen Notwendigkeiten in einer spezifischen Reihenfolge. Die Arbeitsweise ist entweder *kontinuierlich* oder *diskontinuierlich*.

Diskontinuierliche Arbeitsweise

In diskontinuierlich arbeitenden Aggregaten wird *chargenweise* produziert. Eine homogene Reaktionsmischung hat an jeder Stelle die gleiche Zusammensetzung, die sich aber bei chemischen Umsetzungen zeitlich ändert. Ein typischer Vertreter ist die *Rührmaschine* (► Abschn. 4.).

Die Zugabe der Reaktionskomponenten (Prozeßkomponenten) erfolgt durch Einzeldosierung. Durch das Rühren wird die Reaktionsmasse homogen gehalten. Der Prozeß läuft nach Betriebsvorschrift (► Abschn. 1.4.) in einem Apparat bzw. einer Maschine ab, wobei die Prozeß- oder Reaktionsbedingungen (Druck, Temperatur, pH-Wert) einzuhalten sind. Die Chargengröße hängt in erster Linie von den Prozeßbedingungen und ökonomischen Betrachtungen ab. Füllen, Entleeren, Reinigen und Erreichen der Produktionsparameter (insbesondere Temperaturen) bedingen Stillstandszeiten.

Die diskontinuierliche Arbeitsweise ist dann wirtschaftlich, wenn große Chargen (Ansatzgrößen) produziert werden bzw. das Produktionsprogramm des Betriebes oft einen Produktwechsel in der gleichen Anlage verlangt. Durch Programmsteuerung kann der diskontinuierliche Prozeß auch automatisiert werden. Dabei wird durch Programmträger (z. B. Lochkarte) ein Zeitprogramm vorgegeben, oder auch, kombiniert mit Meßgeräten, der ganze Prozeß vom Beschicken mit den Komponenten, dem Mischen, Heizen, Kühlen bis zum Entleeren gesteuert.

Kontinuierliche Arbeitsweise

Rührmaschinen können kontinuierlich arbeiten, wenn stetig Reaktionskomponenten dosiert zufließen und gleichzeitig das Reaktionsprodukt abgezogen wird. Durch eine entsprechende technisch konstruktive Lösung muß gewährleistet werden, daß nur umgesetztes Produkt austreten kann. Dies wird am besten erreicht, wenn der Durchströmungsweg und die Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Reaktionsgeschwindigkeit festgelegt werden. Relativ ideal ist das durch eine rohrartige Gestaltung des Apparates zu erzielen.

Kontinuierlich arbeitende Apparate verlangen örtlich konstante Bedingungen und vor allem eine stets im Verhältnis zueinander konstante kontinuierliche Zuführung der Komponenten. Da die exakte Einstellung dieser Bedingungen in der Regel erst nach einer Anlaufphase betriebssicher und der Herstellungsvorschrift gemäß erreicht wird, sind kontinuierliche Anlagen nur dann wirtschaftlich, wenn eine genügend große Menge *eines* Produktes herzustellen ist. Im Idealfall arbeiten solche Anlagen im durchgehenden Schichtbetrieb ohne jede Umstellung.

Der kontinuierliche Prozeß verlangt eine zuverlässige Meß- und Regelungstechnik, durch die ein hoher Grad der Automatisierungsweise erreicht wird. Die kontinuierliche Arbeitsweise garantiert eine hohe Arbeitsproduktivität.

Der Anlagenbediener, dessen Tätigkeit hauptsächlich aus Kontroll- und Wartungsarbeit besteht, kann dann mehrere Aggregate überwachen.