

# Inhalt

Formelzeichen und zugehörige übliche Einheiten . . . . .	VIII
Gesetzliche Einheiten und ihre Umrechnung für das metrische und das in angelsächsischen Ländern übliche Maßsystem (Auswahl) . . . . .	XI
Umrechnung von britischen und USA-Einheiten . . . . .	XII
<b>1 Einführende Betrachtungen . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Aufbau einer verfahrenstechnischen Produktionsanlage . . . . .	1
1.2 Planungsaufgabe. Planungs- und Einrichtungsvoraussetzungen . . . . .	6
1.3 Arbeits- und Projektorganisation. Projektmanagement . . . . .	9
1.4 Rechtliche und technische Normen und Regelwerke . . . . .	19
1.4.1 Übersicht . . . . .	19
1.4.2 Genehmigungsverfahren . . . . .	25
<b>2 Projektablauf. Planung und Kontrolle (Project Controlling) . . . . .</b>	<b>33</b>
2.1 Projektablauf . . . . .	33
2.2 Projektplanung und Projektkontrolle (Project Controlling) . . . . .	42
2.2.1 Projektplanung . . . . .	42
2.2.2 Ablaufplanung und -kontrolle (Project Controlling) . . . . .	42
2.2.2.1 Balkenplan (Balkendiagramm) . . . . .	47
2.2.2.2 Netzplan, Netzplantechnik . . . . .	49
2.2.3 Kapazitätsplanung und -kontrolle . . . . .	59
2.2.4 Kostenplanung und -kontrolle . . . . .	60
2.2.5 Projektfortschritt. Fortschrittsbericht . . . . .	62

<b>3</b>	<b>Vorplanung. Feasibility-Studie. Vorprojektierung</b> . . . . .	65
3.1	Vorplanung . . . . .	65
3.2	Feasibility – Studie . . . . .	65
3.2.1	Wirtschaftlichkeitsstudie . . . . .	71
3.2.2	Rohstoff- und Produktstudie . . . . .	82
3.2.3	Marktstudie . . . . .	85
3.2.4	Standortstudie . . . . .	91
<b>4</b>	<b>Systematische Produkt- und Verfahrensentwicklung. Verfahrensbewertung und Verfahrensoptimierung</b> . . . . .	97
4.1	Ziel. Ablauf. Hilfsmittel . . . . .	97
4.2	Integration von Sicherheit und Umweltschutz bei der Verfahrensentwicklung .	110
4.3	Integration von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Methoden der Energieeinsparung in die Verfahrensentwicklung. Anlagenverfügbarkeit . . . . .	127
4.4	Produktfindung . . . . .	131
4.5	Verfahrensentwicklung im Labormaßstab . . . . .	134
4.6	Verfahrensentwicklung im halbtechnischen Maßstab und in kompletten Versuchsanlagen . . . . .	138
4.7	Dimensionsanalyse. Modellähnlichkeit . . . . .	147
4.8	Mathematische Modellierung und Optimierung . . . . .	153
4.9	Patentwesen . . . . .	159
4.10	Lizenznahme . . . . .	162
<b>5</b>	<b>Auftragsakquisition. Angebot. Vertrag</b> . . . . .	169
5.1	Angebotsgestaltung. Angebotsinhalt. Angebotsvergleich und Angebotsauswahl	169
5.2	Zusammenarbeitsformen zwischen Ingenieurfirma und Anlagenbetreiber . . . . .	174
5.3	Vertragsformen. Vertragsinhalt. Projektarten . . . . .	176
<b>6</b>	<b>Festlegung des Prozeßablaufs. Verfahrenstechnische Auslegung der Anlagenkomponenten</b> . . . . .	181
6.1	Stoffliche und energetische Bilanzierung. Produkt- und Energieschema . . . . .	181
6.1.1	Stoff-, Energie- und Wärmebilanz . . . . .	184
6.1.2	Exergiebilanz . . . . .	186
6.1.3	Durchrechnung der Bilanzierungsgleichungen . . . . .	187
6.2	Fließbilder zur Darstellung des Verfahrensablaufs . . . . .	192
6.2.1	Grundfließbild . . . . .	195
6.2.2	Verfahrensfließbild . . . . .	198
6.2.3	Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild . . . . .	213

6.2.4	Ergänzende Abwicklungsfließbilder . . . . .	217
6.2.4.1	Elektrische Schaltpläne . . . . .	217
6.2.4.2	Prozeßleittechnische Abwicklungsschemata . . . . .	222
6.2.4.3	Datenfluß- und Programmablaufpläne . . . . .	226
6.3	Verfahrenstechnische Auslegung der Anlagenkomponenten . . . . .	229
<b>7</b>	<b>Mechanische Auslegung, Konstruktion und räumliche Einplanung der Anlagenkomponenten. Modelle der Anlage . . . . .</b>	<b>249</b>
7.1	Werkstoffe und Werkstoffauswahl . . . . .	249
7.1.1	Werkstoffauswahl . . . . .	249
7.1.2	Werkstoffe verfahrenstechnischer Produktionsanlagen . . . . .	256
7.1.3	Eigenschaften von Werkstoffen. Korrosion, Korrosionsschutz . . . . .	277
7.2	Festigkeitsrechnung und Konstruktion . . . . .	294
7.3	Räumliche Einplanung (Layout). Pläne, Modelle . . . . .	299
7.3.1	Bauleitplan. Lageplan . . . . .	301
7.3.2	Anlagenaufstellungsplan . . . . .	306
7.3.3	Bau-, Fundament- und Stahlgerüstpläne . . . . .	310
7.3.4	Anlagenmodelle . . . . .	322
<b>8</b>	<b>Abwicklung wesentlicher Systeme und Einzelkomponenten der Anlagenausrüstung . . . . .</b>	<b>333</b>
8.1	Lagerbehälter . . . . .	349
8.2	Apparate . . . . .	361
8.2.1	Wärmeübertrager . . . . .	361
8.2.1.1	Auswahl und Dimensionierung von Wärmeübertragern . . . . .	374
8.2.1.2	Bauformen von Wärmeübertragern . . . . .	401
8.2.2	Kolonnen . . . . .	412
8.2.2.1	Wichtige Ausführungsformen von Kolonnenböden . . . . .	422
8.2.2.2	Wichtige Ausführungsformen von Packungen . . . . .	434
8.2.2.3	Zubehör von Kolonnen. Wärmeübertragerperipherie . . . . .	458
8.2.2.4	Abwicklung und Betrieb von Kolonnen . . . . .	458
8.3	Maschinen . . . . .	467
8.3.1	Pumpen . . . . .	468
8.3.2	Dosiersysteme . . . . .	518
8.3.3	Verdichter . . . . .	525
8.3.4	Vakuumpumpen . . . . .	538
8.4	Rohrleitungen . . . . .	564
8.4.1	Rohrleitungen. Verfahrenstechnische und mechanische Auslegung . . . . .	565
8.4.2	Räumliche Einplanung von Rohrleitungen. Materialwirtschaft . . . . .	594
8.4.3	Rohrleitungsteile . . . . .	602
8.4.3.1	Rohre, Formstücke, Rohrverbindungen . . . . .	602
8.4.3.2	Armaturen . . . . .	610
8.4.4	Spezielle Ausführungen von Rohrleitungen . . . . .	623

8.4.5	Montage, Prüfung, Reinigung, Wartung und Instandhaltung von Rohrleitungssystemen . . . . .	633
8.5	Wärmeübertragungsanlagen. Heiz- und Kühlsysteme. Energieerzeugung . . . . .	634
8.6	Meß-, steuer- und regeltechnische Ausrüstung. Prozeßleittechnik . . . . .	660
8.6.1	Ebenenmodell der Informationsverarbeitung bei der Produktion . . . . .	663
8.6.2	Meßtechnik. Meßwertaufnahme und -verarbeitung . . . . .	669
8.6.2.1	Meßwerterfassung und verarbeitung . . . . .	669
8.6.2.2	Ausgewählte Meß- und Analysemethoden . . . . .	674
8.6.3	Regelungstechnik, Steuerungstechnik . . . . .	733
8.6.3.1	Regelung. Regelkreis. Projektierung der Regelung . . . . .	733
8.6.3.2	Regelstrecke . . . . .	740
8.6.3.3	Regler . . . . .	743
8.6.3.4	Steuerungen . . . . .	768
8.6.3.5	Prozeßstelltechnik (Aktorik) . . . . .	775
8.6.3.6	Beispiel für Regelung und Steuerung einer Anlagenkomponente . . . . .	788
8.6.4	Prozeßleittechnik . . . . .	795
8.6.5	Abwicklung der leittechnischen Ausrüstung im Anlagenbau . . . . .	804
8.7	Elektrotechnische Ausrüstung . . . . .	817
8.7.1	Planung und Abwicklung der elektrotechnischen Ausrüstung im Anlagenbau . . . . .	817
8.7.2	Stromversorgung . . . . .	827
8.7.3	Elektrische Antriebe . . . . .	837
8.7.4	Explosionsschutz . . . . .	863
8.7.5	Beleuchtung . . . . .	871
8.7.6	Blitz- und Überspannungsschutz. Erdung . . . . .	871
8.7.7	Kommunikationssysteme . . . . .	874
8.8	Gebäudetechnik. Heizungs- und Klimatechnik . . . . .	875
8.9	Anstrich. Wärme- und Kälte-dämmung. Lärmschutz . . . . .	877
8.9.1	Anstrich . . . . .	877
8.9.2	Wärme- und Kälte-dämmung . . . . .	878
8.9.3	Lärmschutz . . . . .	884
<b>9</b>	<b>Beschaffung mit Abnahme und Versand . . . . .</b>	<b>907</b>
9.1	Beschaffung. Gesamt-ablauf . . . . .	907
9.2	Anfrage. Angebot. Bestellung . . . . .	907
9.3	Fertigung. Prüfung und Abnahme. Dokumentation . . . . .	914
9.4	Versandvorbereitung und Versand . . . . .	914
9.5	Beschaffungsdaten . . . . .	924

<b>10</b>	<b>Bau und Montage. Planung und Ausführung</b> . . . . .	925
10.1	Bau- und Montageplanung . . . . .	925
10.2	Baustellenorganisation . . . . .	926
10.3	Ablauf von Bau und Montage. Baustellenabwicklung . . . . .	926
<b>11</b>	<b>Inbetriebnahme. Betrieb</b> . . . . .	<b>935</b>
11.1	Vorbereitung der Inbetriebnahme . . . . .	937
11.2	Inbetriebnahme, Garantielauf und Übergabe der Anlage . . . . .	943
11.3	Betrieb der Anlage und Sicherstellung der Produktion . . . . .	945
11.3.1	Betrieb der Anlage . . . . .	945
11.3.2	Qualitätsmanagement . . . . .	951
11.3.3	Instandhaltung, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit . . . . .	954
<b>12</b>	<b>Dokumentation</b> . . . . .	<b>973</b>
12.1	Datenbeschaffung . . . . .	973
12.2	Projektunterlagen. Anlagendokumentation . . . . .	982
<b>Literatur</b>	. . . . .	<b>1011</b>
<b>Register</b>	. . . . .	<b>1013</b>