

Inhalt

Teil I Grundlagen und Methodik	1
Inhalt	3
1 Einführende Bemerkungen	9
2 Produktionsgrundlagen für die Technologische Fabrikprojektierung	15
2.1 Zusammenhang von Produktion, Fabrik und Fabrikprojektierung ...	15
2.2 Produkte als Gegenstand der Produktion, Fabrik und Fabrikprojektierung	19
2.3 Bereiche, Stufen und Komponenten der Produktion	24
2.4 Flusscharakter der Produktion	33
2.5 Technologie und Projektierung der Produktion	41
2.6 Projektierungsbasis und Projektierungsaufgaben	46
Literatur	48
3 Fabrikbereiche und Fabrikssysteme	49
3.1 Funktionelle Bereiche der Fabrik	49
3.2 Systeme der Fabrik	54
3.3 Technologische Fabrikgröße und Fabrikarten	61
3.4 Komponenten zur systematischen Entwicklung und Bewertung der Fabrik	82
3.5 Fabrik als Gegenstand der Planung, Projektierung und Betreibung	85
Literatur	86
4 Grundlagen der systematischen und methodischen Fabrikprojektierung	87
4.1 Gegenstand und Grundfälle der Fabrikprojektierung	88
4.2 Projektierungsgebiete und Projektierungstätigkeiten	91
4.3 Zusammenhang von Entwicklung, Planung und Projektierung	109
4.4 Projektarbeit durch die Fabrikprojektierung	120

4.5	Grundlagen der Projektierungsmethodik	135
4.6	Projektierungsmethoden	160
4.7	Projektierungsvorschriften	180
4.8	Projektierungsmethodik	182
	Literatur	182
5	Grundlagen und Methodik der Technologischen	
	Fabriksystemprojektierung	183
5.1	Projektierungsaufgaben der Projektanalyse	185
5.2	Grundlagen der funktionellen Systemprojektierung	196
5.3	Grundlagen der dimensionellen Systemprojektierung	227
5.4	Strukturelle Systemprojektierung	261
5.5	Systemformgestaltung	279
5.6	Systemversorgung	289
5.7	Systementsorgung	307
5.8	Systembetrieb	319
5.9	Systembauwerke	333
5.10	Systemergänzung und Systemoptimierung	335
	Literatur	352
6	Grundlagen der Fabrikstättenprojektierung	355
6.1	Fabrikwirkungsstätte	356
6.2	Integration von Fabriksystem und Fabrikgebäude	359
6.3	Fabrikgebäuderaum	364
6.4	Raumversorgung und Raumentsorgung	377
6.5	Gestaltende Projektierung des Fabriksystems	380
6.6	Beziehungsgestaltung von Fabriksystemen	381
7	Projektierung der Gesamtfabrik	383
7.1	Gesamtfabrikbildung	385
7.2	Entwurfsprojektierung der Gesamtfabrik	394
7.3	Fabrikstandort	423
7.4	Fabrikausführungsprojektierung	429
7.5	Gesamtfabrikgestaltung	433
7.6	Projektierungseinfluss bei der Fabrikrealisierung	450
	Literatur	471
	Teil II Ausgewählte Teilgebiete und Systeme	473
	Nutzungshinweise	475
	Inhalt	479
8	Abführungsmaterial	497
8.1	Grundlagen	497

8.2	Entstehungsquellen und Zustandsformen der Abführungsmaterialien	499
8.3	Entsorgungsmengen	501
9	Absaugsystem	505
9.1	Grundlagen	505
9.2	Luftschadstoff-Absaugung	506
9.3	Pneumatische Feststoffabsaugung	510
9.4	Hydraulische Absaugung	511
	Literatur	512
10	Arbeitsdichte	513
11	Arbeitsgestaltung	517
11.1	Notwendigkeit, Gebiete und Aufgaben der Arbeitsgestaltung	517
11.2	Einbeziehung der Arbeitsgestaltung in die Fabrikprojektierung ...	520
11.3	Projektierungsbeeinflussungen durch Arbeitsgestaltung	521
11.4	Lärm	524
11.5	Mechanische Schwingungen (Vibration)	535
11.6	Weitere Gebiete der ergonomischen Arbeitsgestaltung	540
	Literatur	544
12	Arbeitsplatzflächendimensionierung	545
12.1	Arbeitsplatz	546
12.2	Grundlagen der Arbeitsplatzflächendimensionierung	547
12.3	Arbeitsplatzflächenelemente und Flächenbegriffsinhalte	550
12.4	Berechnungsmethoden zur Arbeitsplatzflächenvorausbestimmung	554
12.5	Berechnungsmethoden zur Arbeitsplatzflächengenaubestimmung ...	557
12.6	Flächenelementeüberlagerung und Flächenoptimierung	566
	Literatur	569
13	Arbeitsraum	571
13.1	Raumarten	572
13.2	Verfahrensarbeitsraum	573
13.3	Elementearbeitsraum	574
13.4	Arbeitssystemraum	574
13.5	Arbeitsräume in Fabrikssystemen und Arbeitsstätten	584
13.6	Raubewertungen von Arbeitssystemen	587
	Literatur	590
14	Arbeitssystem	591
14.1	Grundlagen	591
14.2	Arbeitssystemarten in der Fabrik	594
14.3	Grundfunktionen und Relationen von Arbeitssystemen	597

14.4	Autonomie von Arbeitssystemen	600
14.5	Entwicklung technologischer Arbeitssysteme	601
14.6	Arbeitsgestaltung und Typung von Arbeitssystemen	623
	Literatur	625
15	Bedarfsermittlung, Grundlagen	627
15.1	Bedarfsgruppen	627
15.2	Bedarfsarten der Fabrikprojektierung	628
15.3	Bezüge und Bedarfszeiträume	639
15.4	Bedarfsdeckungsformen	642
15.5	Einfluss der Akzeleration auf die Bedarfsermittlung	643
16	Betriebsmitteldimensionierung	645
16.1	Betriebsmittelgruppen	645
16.2	Ermittlungsunterscheidungen	647
16.3	Grundlagen der Betriebsmitteldimensionierung	647
16.4	Funktionelle Dimensionierung von technologischen Hauptausrüstungen	650
17	Betriebsmittelfluss	659
17.1	Betriebsmittelflussgruppierung	659
17.2	Betriebsmittelflussarten	661
17.3	Betriebsmittelflussssysteme	664
18	Betriebsstoffe	669
18.1	Begriffseinengungen für die Fabrik	669
18.2	Betriebsstoffverbraucher	669
18.3	Bedarfsermittlung für Verbraucher einer Verbrauchergruppe	670
19	Bewegungsbedarfsmengen	673
19.1	Bewegungsaufgaben	674
19.2	Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für Stückgutprodukte	677
19.3	Ermittlung der stündlichen Stückgutbewegungen als Fördervorgänge	679
19.4	Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für flüssiges Fließgut	689
19.5	Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für gasförmige Fließgüter	691
19.6	Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für Schüttgut	692
20	Bewertung	693
20.1	Grundlagen	693
20.2	Rangfolge-Bewertungsmethoden	695
20.3	Expertenschätz-Bewertungsmethoden	696

20.4	Bewertungsmethoden mit Wichtung	696
20.5	Heuristische und mathematische Bewertungsmethoden	700
20.6	Kennzahlen-Bewertungsmethoden	700
	Literatur	707
21	Brandschutzsystem	709
21.1	Brennbarkeit, Brandursachen und Brandschutz	709
21.2	Brandlastberechnung	711
21.3	Baulicher Brandschutz	714
21.4	Branderkennungs-, Brandwarn- und Brandmeldesysteme	718
21.5	Brandlöschsysteme	719
21.6	Gesamtfabrikliche Löschversorgungssysteme	721
	Literatur	721
22	Druckluftversorgungssystem	723
22.1	Probleme und Bedarfsgruppen	723
22.2	Grundlagen der Drucklufttechnik	724
22.3	Druckluftprogramm	724
22.4	Grundaufbau von Druckluftversorgungssystemen	728
22.5	Druckluftherzeugungsstätte	734
	Literatur	739
23	Durchsatz	741
23.1	Bedeutung und Begriffe	742
23.2	Darstellungsformen des Durchsatzes	742
23.3	Durchsatzniveau	745
23.4	Maßnahmen zur Erreichung einer Durchsatzausgewogenheit	748
23.5	Durchsatzermittlung bei eingelaufener Produktion	749
23.6	Durchsatzermittlung beim Produktions- und Systemanlauf	750
24	Fabrikgebäude	753
24.1	Gebäudeanforderungen	753
24.2	Grundaufbau von Produktions- und Lagergebäuden	755
24.3	Typisierung der Fabrikgebäudedimension	767
24.4	Gebäuderaumformen und Gebäudeintegration	771
24.5	Gebäudeeinbauten und Einhausungen	776
24.6	Projektierungsnachweise	778
25	Fabrikegersystem	779
25.1	Lagerbegriff und Lagerarten	780
25.2	Grundaufbau von Lagersystemen der Fabrik	784
25.3	Projektierungsbeeinflussende Lagerfaktoren und Grundsätze	790
25.4	Lagerungssystem	792
25.5	Lagereingangs- und Lagerausgangssysteme	827
25.6	Fabrikegersysteme und Fabriklagerstätten	830
	Literatur	839

26	Fabrikstandortbebauung	841
26.1	Bebauungsanforderungen	841
26.2	Bebauungsarten	841
26.3	Projektierungsbeeinflussung	844
27	Fabrikverkehrssystem	847
27.1	Allgemeine Grundlagen	847
27.2	Systeme, Teilsysteme und Elemente des Fabrikverkehrs	848
27.3	Ruhender Fabrikstraßenverkehr	853
	Literatur	858
28	Fertigungsform	859
28.1	Fertigung	859
28.2	Charakteristische Merkmale von Fertigungsformen	860
28.3	Punktfertigungen	865
28.4	Linienfertigungen	867
28.5	Fließfertigung	870
28.6	Ein-Richtungsvernetzte Fertigung	881
28.7	Mehr-Richtungsvernetzte Fertigungen	884
28.8	Verteilfertigungen	884
28.9	Erweiterung der Fertigungsgrundformen	888
28.10	Zusammenhang von Fertigungsform und Fertigungssystem	890
	Literatur	892
29	Feststoffentsorgung	893
29.1	Notwendigkeit und Gruppierung der Feststoffentsorgung	893
29.2	Verwendung von ALT- und AB-Produkten und von AB-Fallfeststoffen	896
29.3	Verwertung von ALT- und AB-Produkten sowie von AB-Fallfeststoffen	897
29.4	Feststoffentsorgung durch die dualen, speziellen und kommunalen Entsorgungssysteme	899
29.5	Späneentsorgung	903
29.6	Entsorgungsbesonderheiten	914
	Literatur	915
30	Flexibilität	917
30.1	Systemgruppierung	917
30.2	Flexibilitätsgebiete von Systemen	919
30.3	Merkmalsflexibilitäten des Systems	920
30.4	Prozessflexibilität des Systems	923
30.5	Systemsyntheseflexibilität	934
30.6	Projektierung der Systemflexibilität	940
31	Gefahrstoffe	945
31.1	Berücksichtigung bei der Projektierung	945

31.2	Gefährdung und Gefahr, Schädigung und Schaden	945
31.3	Gefahrstoffeinordnung	948
31.4	Gefahrgutlagerung	950
31.5	Besonderheit Aerosol	950
31.6	Pflichtaufgaben des Fabrikprojektanten	953
	Literatur	955
32	Genehmigungsverfahren	957
32.1	Gesetzliche Basis	957
32.2	Genehmigungsarten	958
32.3	Baugenehmigung	958
32.4	Betriebsgenehmigung	960
33	Gesamtbetriebliche Fabrikbereiche	965
33.1	Bereichsgruppierung	965
33.2	Projektierungsvoraussetzungen und Projektierungsbasis	965
33.3	Projektierungsaufgaben	969
33.4	Besonderheit Dienstleistungen	973
34	Gleichzeitigkeit	975
34.1	Gleichzeitigkeitsarten	975
34.2	Systemgleichzeitigkeit	977
34.3	Ermittlung der Projektierungswerte	978
34.4	Beispiel zur Ermittlung des Verbrauchsgleichzeitigkeitsgrades ...	981
35	Instandhaltung	983
35.1	Gegenstand, Aufgaben und Gebiete der Instandhaltung	983
35.2	Technologiebezug, Stufigkeit und Aufbauorganisationsformen der Instandhaltung	985
35.3	Instandhaltungsflächen	987
36	Integration	991
36.1	Grundlagen	991
36.2	Ganzheit und Gefüge von Betrachtungsfeldern und Systemen ...	993
36.3	Integrationsfelder	999
36.4	Integrationsformen	1000
36.5	Integrationsgebiete	1005
36.6	Art und Weise der Integration	1007
37	Kapitalbedarf	1013
37.1	Bedarfsanforderungen	1013
37.2	Investitionskalkulation	1013
37.3	Kapitalbewertungen	1016
38	Kennzahl	1017
38.1	Merkmal	1017

38.2	Kennzahlengebiete	1018
38.3	Kennzahlenarten und Kennzahlenbegriffsinhalte	1018
38.4	Kennzahlendarstellung	1023
38.5	Kennzahlenübersicht	1024
38.6	Kennzahlenmethode für die Projektierung	1024
	Literatur	1026
39	Kombinatorik	1027
39.1	Mathematische Grundlagen	1027
39.2	Kombinatorik in der Projektierung	1029
39.3	Projektieren und Entwickeln durch Kombinieren	1030
39.4	Methodische Lösungssuche durch Kombinationsmatrizen	1031
	Literatur	1034
40	Kooperation	1035
40.1	Arten und Zweck der Kooperation	1035
40.2	Quantifizierung der Kooperation	1036
40.3	Grundfälle der Funktionskooperation	1039
40.4	Hinweise zur ökonomischen Kooperation	1040
40.5	Realisierung von Kooperationsleistungen durch Füllproduktion ...	1040
40.6	Kooperationen von Fabrikssystemen	1040
	Literatur	1041
41	Layoutprojektierung	1043
41.1	Allgemeines	1043
41.2	Layoutarten	1043
41.3	Layoutdarstellungsformen	1046
41.4	Projektierungsraster	1049
	Literatur	1054
42	Lichtversorgung	1055
42.1	Lichtversorgungsgebiete in der Fabrik	1055
42.2	Grundlagen der Lichtversorgung	1056
42.3	Tageslicht-Beleuchtungssysteme für Innenräume	1066
42.4	Künstliche Beleuchtungssysteme für Innenräume	1069
42.5	Sicherheitsbeleuchtung	1075
42.6	Fabriкауßenbeleuchtung mit künstlichem Licht	1075
	Literatur	1076
43	Luftversorgung	1077
43.1	Luftversorgungsgebiete in der Fabrik	1077
43.2	Lufttechnikgebiete	1077
43.3	Luftversorgungsbedarf	1079
43.4	Projektierungsgrundlagen für freie Lüftungssysteme	1092
43.5	Projektierungsgrundlagen für einfache maschinelle Lüftungssysteme	1095

43.6	Raumklimasysteme	1096
	Literatur	1103
44	Maschinenaufstellung	1105
44.1	Notwendigkeit und Voraussetzungen	1105
44.2	Maschinenbeeinflusste Aufstellkräfte	1105
44.3	Grundfälle und Maßnahmen der Maschinenaufstellung	1110
44.4	Arten und Verfahren zur Maschinenbefestigung	1113
44.5	Schwingungsisiolierte Maschinenaufstellung	1115
	Literatur	1119
45	Material	1121
45.1	Begriffseinengung für die Produktion	1121
45.2	Charakteristische Merkmale des Materials	1123
45.3	Materialbedarfsermittlung für die Herstellung von Stückgütern ...	1127
46	Materialflusstechnik	1131
46.1	Notwendigkeit und Bedeutung für die Fabrik	1131
46.2	Materialflussgrundfunktionen	1132
46.3	Materialflusstechnikgebiete	1133
46.4	Grundcharakterisierung und Projektierungseinfluss der Materialflusstechnik	1136
46.5	Material-Flusssysteme	1145
46.6	Komplexe Materialflusssysteme	1148
	Literatur	1150
47	Optimierung	1151
47.1	Optimierung in der Fabrikprojektierung	1151
47.2	Optimierungsgrundlagen für die Fabrikprojektierung	1151
47.3	Objekt-Platz-Zuordnungsoptimierung	1153
47.4	Allgemeine Optimierungsziele bei der Systemprojektierung ...	1163
	Literatur	1165
48	Personalbedarfsermittlung	1167
48.1	Personalbegriff	1167
48.2	Allgemeine Personalbedarfsermittlung	1168
48.3	Berechnung der Personenanzahl	1171
48.4	Personennutzung	1174
48.5	Hinweise zu den beeinflussenden Faktoren der Personalkosten ...	1175
49	Personenfluss	1179
49.1	Personenfluss-Projektierungsprogramm	1179
49.2	Hinweise zur Personenflussprojektierung	1180
50	Produktflusssystemfläche	1187
50.1	Flächenanteile und Flächenintegration	1188

50.2	Produktflussspeicherfläche für Stückgüter	1189
50.3	Produktfluss-Übergabefläche	1200
50.4	Produktfluss-Bewegungs- und Transportfläche	1202
50.5	Produktfluss-Betriebsmittelfläche	1209
50.6	Produktfluss-Erhaltungsfläche	1210
50.7	Produktfluss- Versorgungsfläche	1210
50.8	Produktfluss-Entsorgungsfläche	1211
50.9	Produktfluss-Zusatzflächen	1211
50.10	Produktfluss-Betriebungsfläche	1211
50.11	Freie Produktflussfläche	1212
50.12	Produktfluss-Gesamtfläche und Flächenkennzahlen	1212
51	Produktflusssystemraum	1215
51.1	Teilsystemräume	1215
51.2	Raumarten	1216
51.3	Geometrische Raumbildung durch Gegenstandsbewegungen ...	1222
51.4	Raumhöhenbestimmung	1222
52	Projektierungsgrundsätze	1227
	Literatur	1235
53	Projektierungsprogramm	1237
53.1	Technologische Programme	1237
53.2	Produktprogramm	1237
53.3	Erfassung und Aufbereitung von Produktionsprogrammen	1239
53.4	Arten und Aufbereitung von Projektierungsprogrammen	1241
53.5	Hinweise für andere Projektierungsprogramme	1242
53.6	Programmvervollständigung	1249
54	Projektierungssinnbild	1251
54.1	Ausgangsbasis und Zweck	1251
54.2	Allgemeine Projektierungssinnbilder	1252
54.3	Merkmalssinnbilder	1253
54.4	Funktionssinnbilder	1255
54.5	Elementesinnbilder	1256
	Literatur	1261
55	Relationen	1263
55.1	Grundlagen	1263
55.2	Aufgabenrelationen	1267
55.3	Einfache räumliche Prozessrelationen als Strukturbasis	1268
55.4	Relationsdichte	1271
55.5	Prozesse mit Mehrfachrelationen	1273
55.6	Der räumliche Aspekt von Systemrelationen	1274
55.7	Der technische Aspekt von Systemrelationen	1276

55.8	Zeitlicher Aspekt von Systemrelationen	1276
55.9	Energetischer Aspekt von Systemrelationen	1278
55.10	Besonderheiten der Ein- und Ausgangsrelationen	1279
56	Rohrleitungssystem	1283
56.1	Allgemeines	1284
56.2	Projektierungsbeeinflussende Faktoren	1285
56.3	Durchsatz	1286
56.4	Rohrinnendurchmesser	1289
56.5	Druckverluste	1290
56.6	Rohrleitungskennlinien und Projektierungshinweise	1295
56.7	Pumpen und Verdichter	1295
56.8	Abscheider und Filter	1305
56.9	Vervollständigung und Anlagenentwicklung von Rohrleitungssystemen	1310
	Literatur	1312
57	Schutzgüte	1313
57.1	Gegenstand und Notwendigkeit	1313
57.2	Gefahrenkategorien und Einzelgefahren	1314
57.3	Schutzgebiete und Schutzaufgabenkomplexe	1320
57.4	Projektierungsansatz für den Schutzgütenachweis	1321
57.5	Schutzgütebewertung	1325
58	Speicherbedarfsmengen	1329
58.1	Speicheraufgaben	1329
58.2	Gegenstandsabhängige Speicherausführungsarten	1331
58.3	Technologischer Systemspeicherbedarf	1332
58.4	Zentralspeicherbildung	1344
58.5	Übergabespeicherung	1346
58.6	Technologischer Produktspeicherbedarf bei der Montage und Kommissionierung	1348
	Literatur	1351
59	Speicherdimensionierung	1353
59.1	Grundlagen	1354
59.2	Stückgutspeicher	1355
59.3	Schüttgutspeicher	1366
59.4	Flüssigkeitsspeicher	1367
59.5	Gasdruckspeicher	1368
59.6	Hinweise für Aufgabenstellungen der Speicherdimensionierung	1368
60	System	1373
60.1	Allgemeine Systembeschreibung und Systemgliederung	1373

60.2	Systemhierarchie	1374
60.3	Systemkomplexität	1376
60.4	Systemstruktur	1376
	Literatur	1377
61	Technologische Vereinheitlichung	1379
61.1	Notwendigkeit und Zielstellungen	1379
61.2	Grundsätze zur technologischen Konstruktionsvereinheitlichung	1380
61.3	Produkttechnologievereinheitlichung	1383
61.4	Systemtechnologievereinheitlichung	1387
61.5	Systemtechnologiebildung	1387
	Literatur	1389
62	Technologische Zeiten	1391
62.1	Zeitgliederung nach REFA für Arbeitsvorgänge	1391
62.2	Nominelle technologische Zeiten	1391
62.3	Effektive technologische Zeiten	1393
62.4	Technologische Zykluszeit	1395
62.5	Rüstzeit und Taktzeit	1397
62.6	Durchlaufzeit	1398
63	Typenvertreter	1401
63.1	Sachgruppenarten	1401
63.2	Typenvertreter	1401
63.3	Merkmalsintegration	1402
63.4	Umrechnungen der Gruppenelementemerkmale auf den Typenvertreter	1403
63.5	Beispiele für die Typenvertreterbestimmung von Produktgruppen	1405
64	Variabilität	1407
64.1	Grundlagen	1407
64.2	Variabilitätsarten von Systemen	1407
64.3	Systembetriebsvariabilität	1410
64.4	Variabilitätsniveau von Systemen	1411
64.5	Variabilität der Fabrik	1411
64.6	Variabilität und Flexibilität	1412
65	Wärmeenergieversorgung	1413
65.1	Wärmeversorgungsgebiete in der Fabrik	1413
65.2	Grundlagen der Wärmeenergieversorgung	1413
65.3	Technologische Verfahrenswärme	1416
65.4	Wärmeenergie für das Betreiben von Systemen und Räumen ...	1420
65.5	Raumwärme	1421

65.6 Grundlagen zur Projektierung des Wärmeversorgungssystems . . .	1431
Literatur	1444
66 Zeitfonds	1445
Sachwortverzeichnis	1449