
Inhaltsverzeichnis

Band 1

Teil I Grundlagen und Methodik

1	Einführende Bemerkungen	3
1.1	Fabrikbegriff	3
1.2	Fabrikplanung	4
1.3	Fabrikentwicklung	5
1.4	Fabrikprojektierung	5
1.5	Fabrikrealisierung	6
1.6	Fabrikbetrieb	6
1.7	Fabrikrationalisierung	6
1.8	Fabrikverwendung und Fabrikverwertung	7
1.9	Fabrikprojektant	8
1.10	Fabrikbegriffe	9
1.11	Fabrikprojektierung als Fachgebiet der Ingenieurwissenschaft	9
1.12	Projektierungswissen	9
2	Produktionsgrundlagen für die Technologische Fabrikprojektierung	11
2.1	Zusammenhang von Produktion, Fabrik und Fabrikprojektierung	11
2.2	Produkte als Gegenstand der Produktion, Fabrik und Fabrikprojektierung	15
2.2.1	Produktgliederung, Produktstufung und Produktprogramm	16
2.2.2	Produktstufenabhängige Fabrikgrundarten	18
2.2.3	Fabrik als Gegenstand der Produktion und der Fabrikprojektierung	19
2.3	Bereiche, Stufen und Komponenten der Produktion	21
2.3.1	Bereiche der Produktion	21
2.3.2	Produktionsgebiete	23
2.3.3	Stufigkeit und Gebiete der industriellen Produktion	24
2.3.4	Verfahren, Wirksysteme und Wirkkomponenten der Produktion	28

2.4	Flusscharakter der Produktion	31
2.4.1	Produktions- und Produktfluss	34
2.4.2	Materielle Versorgung	37
2.4.3	Materielle Entsorgung	38
2.5	Technologie und Projektierung der Produktion	40
2.5.1	Grundlagen und Zusammenhänge	40
2.5.2	Komponenten der Technologie	41
2.5.3	Einflussfaktoren auf die Produktionsentwicklung durch Technologie	42
2.6	Projektierungsbasis und Projektierungsaufgaben	42
3	Fabrikbereiche und Fabrikssysteme	47
3.1	Funktionelle Bereiche der Fabrik	47
3.2	Systeme der Fabrik	52
3.2.1	Grundfunktionen und Systembildung	55
3.2.2	Fabrikaufbau mit dominanten Fabrikssystemgruppen	56
3.3	Technologische Fabrikgröße und Fabrikarten	61
3.3.1	Produktionsstufigkeit der Fabrik	61
3.3.2	Aufbauhierarchie der Fabrikssysteme	64
3.3.3	Technologische Fabrikgröße	66
3.3.4	Komplexität der Fabrikssysteme	67
3.3.5	Fabrikbetrieb	75
3.3.6	Gesamtfabrik	76
3.3.7	Fabrikarten	78
3.4	Komponenten zur systematischen Entwicklung und Bewertung der Fabrik	82
3.5	Fabrik als Gegenstand der Planung, Projektierung und Betreuung	84
4	Grundlagen der systematischen und methodischen Fabrikprojektierung	87
4.1	Gegenstand und Grundfälle der Fabrikprojektierung	89
4.2	Projektierungsgebiete und Projektierungstätigkeiten	92
4.2.1	Gebiete der Projektierung	94
4.2.2	Projektierungsteilgebiete	97
4.2.3	Tätigkeitsgebiete der Projektierung	99
4.2.4	Komplexität und Stufung der Projektierung	105
4.3	Zusammenhang von Entwicklung, Planung und Projektierung	110
4.3.1	Entwicklung	111
4.3.2	Planung	112
4.3.3	Planungsmodelle zur Fabrikentstehung	117
4.4	Projektarbeit durch die Fabrikprojektierung	122
4.4.1	Projektvorleistungen	122
4.4.2	Projektierungsvorleistungen	125
4.4.3	Projektaufgabenstellung	125

4.4.4	Projektgliederung	126
4.4.5	Projektplanungsstufung	127
4.4.6	Zusammenhang von Projektplanung, Projektierung und Projektsteuerung	130
4.4.7	Projekt- und Projektierungsstufung	131
4.4.8	Stufung der Steuerung von Projekten und Objekten	134
4.4.9	Projektorganisationsformen	137
4.5	Grundlagen der Projektierungsmethodik	138
4.5.1	Projektierungsbasis	138
4.5.2	Projektierungsweise	142
4.5.3	Projektierungsart	145
4.5.4	Modelle und Modellierung in der Projektierung	147
4.5.5	Projektierungsaktivitäten und Projektierungsrelationen	150
4.5.6	Projektierungsprozess, Projektierungsfolge und Projektierungssystem	154
4.5.7	Grundsätze, Grundregeln und Vereinfachungen der Projektierung	159
4.5.8	Qualitätssicherung der Projektierung	161
4.6	Projektierungsmethoden	166
4.6.1	Grundlagen	166
4.6.2	Kennzahlenprojektierung	170
4.6.3	Modellprojektierung	172
4.6.4	Baustein- und Katalogprojektierung	181
4.6.5	Multimediale Projektierung	185
4.6.6	Mathematische und heuristische Methoden in der Projektierung	187
4.7	Projektierungsvorschriften	188
4.8	Projektierungsmethodik	191
5	Grundlagen und Methodik der Technologischen	
	Fabriksystemprojektierung	193
5.1	Projektierungsaufgaben der Projektanalyse	194
5.1.1	Ist-Zustandsanalyse und Erkenntnisgewinnung	195
5.1.2	Gesamtprojektkonzipierung	197
5.1.3	Projektanalyse für die konstruktive und gestalterische Systemprojektierung	198
5.2	Grundlagen der funktionellen Systemprojektierung	199
5.2.1	Basis für die funktionelle Systemprojektierung	200
5.2.2	Bestimmung von Grundfunktionen und Grundrelationen	203
5.2.3	Grundprozesse und räumliche Grundprozessesstrukturen	205
5.2.4	Prozessdimensionierung durch einfache Prozesskopplung	212
5.2.5	Mehrfach gekoppelte Prozesse	214
5.2.6	Feinheit von Prozess und räumlicher Prozessstruktur	218

5.2.7	Prozesse und Prozessstrukturierung mit mehreren Produktflüssen . . .	220
5.2.8	Prozessstrukturbeeinflussungen	223
5.2.9	Zeitliche Prozessstrukturen	223
5.2.10	Produktionsorganisationsformen	226
5.2.11	Übergang von der Prozessfunktion zur Systemfunktion	231
5.3	Grundlagen der dimensionellen Systemprojektierung	232
5.3.1	Dimensionierung technologischer Wirksysteme	233
5.3.2	Dimensionierung von technologischen Arbeitssystemen	235
5.3.3	Arbeitsplatz und Arbeitsraum von Arbeitssystemen	242
5.3.4	Grundlagen der Flusssystemdimensionierung	248
5.3.5	Produktflusssysteme	254
5.3.6	Flächen und Räume von Produktflusssystemen	261
5.4	Strukturelle Systemprojektierung	268
5.4.1	Systemstrukturierungsordnung	269
5.4.2	Räumliche Grundstrukturen von Flusssystemen	276
5.4.3	Technische Grundstrukturen von Produktflusssystemen	279
5.4.4	Entwicklung von Systemstrukturen	281
5.5	Systemformgestaltung	286
5.5.1	Geometrische Systemgestaltung	287
5.5.2	Systemgeometrieentwicklungen	289
5.5.3	Systemlayout	295
5.6	Systemversorgung	299
5.6.1	Beeinflussungen der Versorgungsprojektierung	299
5.6.2	Grundaufbau der Systemversorgungssysteme	305
5.6.3	Versorgungsbedarfsermittlung	312
5.6.4	Systemversorgungsgestaltung	314
5.7	Systementsorgung	317
5.7.1	Beeinflussungen der Entsorgungsprojektierung	318
5.7.2	Grundaufbau der Systementsorgungssysteme	324
5.7.3	Entsorgungsbedarfsermittlung	324
5.7.4	Systementsorgungsgestaltung	329
5.8	Systembetrieb	332
5.8.1	Systembetrieubung	333
5.8.2	Systemerhaltung	336
5.8.3	Systemlenkung	342
5.9	Systembauwerke	346
5.10	Systemergänzung und Systemoptimierung	346
5.10.1	Systemintegration	348
5.10.2	Systemvariation	349
5.10.3	Systemoptimierung	349
5.10.4	Systemgesamtfläche	353
5.10.5	Systemgesamtraum	357
5.10.6	Schutzsysteme und Schutzgüte	366

6	Grundlagen der Fabrikstättenprojektierung	367
6.1	Fabrikwirkungsstätte	367
6.2	Integration von Fabrikssystem und Fabrikgebäude	371
6.3	Fabrikgebäuderaum	376
6.3.1	Systembedingte Flächen und Räume des Fabrikgebäudes	377
6.3.2	Flächen und Räume des Fabrikgebäudes	378
6.3.3	Fabrikgebäudewahl	384
6.4	Raumversorgung und Raumentsorgung	389
6.5	Gestaltende Projektierung des Fabriksystems	393
6.6	Beziehungsgestaltung von Fabrikssystemen	394
7	Projektierung der Gesamtfabrik	397
7.1	Gesamtfabrikbildung	398
7.1.1	Fabrikintegration und Fabrikkooperation	398
7.1.2	Fabrikgesamtheit und Gesamtfabrik	400
7.1.3	Fabrikfunktionalitätsprüfung	408
7.2	Entwurfsprojektierung der Gesamtfabrik	409
7.2.1	Fabrikmodellierung	410
7.2.2	Fabrikfluss und Fabrikstrukturierung	412
7.2.3	Fabrikbetrieb	425
7.2.4	Fabriklogistik	429
7.2.5	Versorgung und Entsorgung der Gesamtfabrik	432
7.2.6	Fabrikstandortfläche	435
7.3	Fabrikstandort	439
7.3.1	Standortzuordnungen	439
7.3.2	Standortfaktoren und Standortanforderungsprogramm	442
7.3.3	Standortuntersuchungen	442
7.4	Fabrikausführungsprojektierung	443
7.5	Gesamtfabrikgestaltung	449
7.5.1	Fabrikgestaltungsgebiete	449
7.5.2	Fabrikausführungsgestaltung	452
7.5.3	Fabrikrealisierbarkeitsgestaltung	453
7.5.4	Gesamtfabriklayout	455
7.5.5	Schutzgüte der Gesamtfabrik	465
7.5.6	Fabrikprojektdokumentation	465
7.6	Projektierungseinfluss bei der Fabrikrealisierung	468
7.6.1	Voraussetzungsprüfung der Fabrikrealisierung	469
7.6.2	Vorbereitung der Fabrikrealisierung	471
7.6.3	Durchführung der Fabrikrealisierung	478
7.6.4	Nachbereitungen zur Fabrikrealisierung	481
7.6.5	Gesamtfabrianlauf	483
7.6.6	Abschließende und weiterführende Projektierungstätigkeiten ...	488

Band 2**Teil II Ausgewählte Teilgebiete und Systeme**

8	Abführungsmaterial	495
8.1	Grundlagen	495
8.2	Entstehungsquellen und Zustandsformen der Abführungsmaterialien ...	497
8.3	Entsorgungsmengen	499
9	Absaugsystem	503
9.1	Grundlagen	503
9.2	Luftschadstoff-Absaugung	503
9.2.1	Anforderungen	503
9.2.2	Raumluftabsaugung	506
9.2.3	Örtliche Absaugsysteme	506
9.3	Pneumatische Feststoffabsaugung	509
9.4	Hydraulische Absaugung	509
10	Arbeitsdichte	511
11	Arbeitsgestaltung	517
11.1	Notwendigkeit, Gebiete und Aufgaben der Arbeitsgestaltung	517
11.2	Einbeziehung der Arbeitsgestaltung in die Fabrikprojektierung	521
11.3	Projektierungsbeeinflussungen durch Arbeitsgestaltung	522
11.4	Lärm	525
11.4.1	Physikalische Grundlagen	526
11.4.2	Schallquellen	528
11.4.3	Lärmgrenzwerte und Lärmberechnung	529
11.4.4	Schallausbreitung und Schalldämmung	531
11.4.5	Maßnahmen zur Lärminderung (Lärmbekämpfung, Lärmschutz)	535
11.5	Mechanische Schwingungen (Vibration)	537
11.5.1	Ganzkörperschwingungen	537
11.5.2	Teilkörperschwingungen	539
11.5.3	Schwingungsbewertung	540
11.6	Weitere Gebiete der ergonomischen Arbeitsgestaltung	542
11.6.1	Beleuchtungsgestaltung	542
11.6.2	Farbgestaltung	542
11.6.3	Gestaltung der Arbeitsbewegungen und Arbeitsorganisation ...	544
11.6.4	Arbeitsraumklimagegestaltung	544
11.6.5	Arbeitsgefahrengestaltung und Arbeitssicherheitsgestaltung ...	544
11.6.6	Arbeitsnormung und Arbeitsklassifizierung	546

12 Arbeitsplatzflächendimensionierung	547
12.1 Arbeitsplatz	548
12.2 Grundlagen der Arbeitsplatzflächendimensionierung	548
12.3 Arbeitsplatzflächenelemente und Flächenbegriffsinhalte	552
12.4 Berechnungsmethoden zur Arbeitsplatzflächenvorausbestimmung	557
12.4.1 Vergleichs- und Schätzmethode	557
12.4.2 Summarische Kennzahlenmethode	558
12.4.3 Detaillierte Kennzahlenmethode	558
12.5 Berechnungsmethoden zur Arbeitsplatzflächengenaubestimmung	560
12.5.1 Ersatzflächenmethode	560
12.5.2 Experimentelle Methode mittels der Modellprojektierung	564
12.5.3 Arbeitsplatzflächenbedarfsermittlung mit Typenlösungen	564
12.6 Flächenelementeüberlagerung und Flächenoptimierung	569
13 Arbeitsraum	575
13.1 Raumarten	576
13.2 Verfahrensarbeitsraum	577
13.3 Elementearbeitsraum	578
13.4 Arbeitssystemraum	579
13.4.1 Raumelemente des Systemelementerraumes	581
13.4.2 Systemarbeitsraum	584
13.4.3 Erweiterungsraum	587
13.4.4 Freier Systemraum	588
13.5 Arbeitsräume in Fabrikssystemen und Arbeitsstätten	588
13.5.1 Fabrikssystemraum	588
13.5.2 Fabrikstätten als Arbeitsstätte	589
13.6 Raumbewertungen von Arbeitssystemen	591
13.6.1 Raum – Raum – Bewertung	592
13.6.2 Raum – Dichte – Bewertung	593
13.6.3 System – Raum – Bewertung	593
14 Arbeitssystem	597
14.1 Grundlagen	597
14.2 Arbeitssystemarten in der Fabrik	600
14.3 Grundfunktionen und Relationen von Arbeitssystemen	603
14.4 Autonomie von Arbeitssystemen	607
14.5 Entwicklung technologischer Arbeitssysteme	609
14.5.1 Arbeitssystemgrundaufbau	610
14.5.2 Arbeitssystem-Strukturgestaltung	615
14.5.3 Arbeitssystemstrukturergänzung	623
14.6 Arbeitsgestaltung und Typung von Arbeitssystemen	632
14.6.1 Gestaltung der Arbeit in Arbeitssystemen	632
14.6.2 Arbeitssystemtypung	634

15 Bedarfsermittlung	635
15.1 Bedarfsgruppen	636
15.2 Bedarfsarten der Fabrikprojektierung	636
15.2.1 Grundbedarf (B_G)	636
15.2.2 Sicherheitsbedarf (B_{Si})	636
15.2.3 Reservebedarf (B_R)	638
15.2.4 Zusatzbedarf (B_{Zu})	638
15.2.5 Erweiterungsbedarf (B_{ER})	639
15.2.6 Entwicklungsbedarf (B_E)	640
15.2.7 Netto- und Bruttobedarf	641
15.2.8 Einengungsbedarf (B_{EIN})	642
15.2.9 Abminderungsbedarf (B_{Ab})	642
15.2.10 Nennbedarf (B_N)	642
15.2.11 Betriebsbedarf (B_B)	643
15.2.12 Ersatzbedarf	643
15.2.13 Korrekturbedarf (B_{Korr})	644
15.2.14 Bestandsbedarf und Vorratsbedarf	644
15.2.15 Nomineller Bedarf (B_n)	644
15.2.16 Effektiver Bedarf (B_{eff})	645
15.2.17 Verfügbarer Bedarf (B_v oder B)	645
15.2.18 Struktureller Bedarf (B_s)	646
15.2.19 Folgebedarf	646
15.2.20 Normativer Bedarf	647
15.2.21 Gesamtbedarf (B_g)	647
15.3 Bezüge und Bedarfszeiträume	648
15.3.1 Bezüge	648
15.3.2 Bezugszeitraum und Bezugszeitmenge	649
15.3.3 Bedarfszeitraum	650
15.3.4 Bedarfsbezugszeit t_{BZ} und Bedarfszeit t_B	651
15.4 Bedarfsdeckungsformen	652
15.5 Einfluss der Akzeleration auf die Bedarfsermittlung	652
16 Betriebsmitteldimensionierung	655
16.1 Betriebsmittelgruppen	655
16.2 Ermittlungsunterscheidungen	657
16.3 Grundlagen der Betriebsmitteldimensionierung	657
16.4 Funktionelle Dimensionierung von technologischen Hauptausrüstungen	660
16.4.1 Bestimmung der Betriebsmittelgröße	660
16.4.2 Ermittlung der Betriebsmittelart	661
16.4.3 Berechnung der Betriebsmittelmenge	663

17 Betriebsmittelfluss	671
17.1 Betriebsmittelflussgruppierung	671
17.2 Betriebsmittelflussarten	674
17.2.1 Betriebsmittelfluss der stationär anzuordnenden Wirksysteme und Ausstattungen	674
17.2.2 Betriebsmittelfluss der mobilen Elemente	675
17.2.3 Unterstützungsmittelfluss	675
17.3 Betriebsmittelflussysteme	677
17.3.1 Betriebsmittelflussysteme als Teilsysteme	677
17.3.2 Komplexe Betriebsmittel-Fabriksysteme	680
18 Betriebsstoffe	683
18.1 Begriffseinengungen für die Fabrik	683
18.2 Betriebsstoffverbraucher	684
18.3 Bedarfsermittlung für Verbraucher einer Verbrauchergruppe	684
19 Bewegungsbedarfsmengen	687
19.1 Bewegungsaufgaben	688
19.2 Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für Stückgutprodukte	691
19.3 Ermittlung der stündlichen Stückgutbewegungen als Fördervorgänge	694
19.3.1 Durchsatzmethode	694
19.3.2 Zeitmethode	698
19.3.3 Experimentelle Methoden	700
19.3.4 Ermittlung eines Zusatzbewegungsbedarfs	702
19.3.5 Bedeutung von Förderspielen	702
19.3.6 Förderspielzeit t_{f0}	703
19.4 Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für flüssiges Fließgut	704
19.5 Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für gasförmige Fließgüter	706
19.6 Technologischer Durchlaufbewegungsbedarf für Schüttgut	707
20 Bewertung	709
20.1 Grundlagen	709
20.2 Rangfolge-Bewertungsmethoden	711
20.3 Expertenschätz-Bewertungsmethoden	711
20.4 Bewertungsmethoden mit Wichtung	711
20.4.1 Faktorwichtung	712
20.4.2 Variantenbewertung mit gewichteten Niveauekennzahlen	713
20.5 Heuristische und mathematische Bewertungsmethoden	715
20.6 Kennzahlen-Bewertungsmethoden	716
20.6.1 Niveaubewertung	716
20.6.2 Aufwandsbewertung	720
20.6.3 Wirkungsbewertung	723
20.6.4 Gesamtbewertung	724

21	Brandschutzsystem	725
21.1	Brennbarkeit, Brandursachen und Brandschutz	725
21.2	Brandlastberechnung	727
21.2.1	Technologische Brandlast	727
21.2.2	Bauliche Brandlast	729
21.2.3	Sonstige Brandlast	729
21.2.4	Fabrikgesamtbrandlast	730
21.3	Baulicher Brandschutz	730
21.3.1	Brand-, Baustoff- und Feuerwiderstandsklassen	731
21.3.2	Brandschutzbauwerksteile	732
21.4	Branderkennungs-, Brandwarn- und Brandmeldesysteme	734
21.5	Brandlöschsysteme	734
21.5.1	Feuerlöschgeräte	735
21.5.2	Feuerlöschanlagen	736
21.6	Gesamtfabrikliche Löschversorgungssysteme	737
22	Druckluftversorgungssystem	739
22.1	Probleme und Bedarfsgruppen	739
22.2	Grundlagen der Drucklufttechnik	740
22.3	Druckluftprogramm	740
22.4	Grundaufbau von Druckluftversorgungssystemen	744
22.4.1	Druckluftverteilungssystem	745
22.4.2	Erzeugungssystem	745
22.4.3	Aufbereitungssystem	747
22.5	Drucklufterzeugungsstätte	753
23	Durchsatz	757
23.1	Bedeutung und Begriffe	758
23.2	Darstellungsformen des Durchsatzes	760
23.3	Durchsatzniveau	762
23.4	Maßnahmen zur Erreichung einer Durchsatzausgewogenheit	765
23.5	Durchsatzermittlung bei eingelaufener Produktion	766
23.6	Durchsatzermittlung beim Produktions- und Systemanlauf	767
24	Energiefluss	769
24.1	Energie und ihre Bedeutung für die Fabrik	770
24.2	Energieumwandlungsstufen und Energieformen	771
24.3	Energieflussarten	774
24.4	Projektierungsforderungen	775
24.5	Projektierungsansatz	778
24.5.1	Energieflussstufigkeit	778
24.5.2	Energieflussprojektierungsgrößen	779
24.5.3	Kumulierter Energieaufwand	783

24.6	Elektroenergiefluss	784
24.6.1	Aufgaben des Fabrikprojektanten	785
24.6.2	Elektrische Bemessungsgrößen	785
24.6.3	Elektroenergieflussstufung durch Verteilungen	787
25	Fabrikgebäude	791
25.1	Gebäudeanforderungen	791
25.2	Grundaufbau von Produktions- und Lagergebäuden	793
25.2.1	Gebäudearten	794
25.2.2	Gebäudekonstruktion	794
25.2.3	Dachformen	794
25.2.4	Stützen, Stiele, Rahmen und Binder	798
25.2.5	Fußboden	800
25.2.6	Gebäudeaußenwand und Gebäudeöffnungen	802
25.3	Typisierung der Fabrikgebäudedimension	805
25.4	Gebäuderaumformen und Gebäudeintegration	810
25.4.1	Gebäuderaumformen	810
25.4.2	Gebäudeintegrationen	813
25.5	Gebäudeeinbauten und Einhausungen	815
25.6	Projektierungsnachweise	817
26	Fabriklogersystem	819
26.1	Lagerbegriff und Lagerarten	820
26.2	Grundaufbau von Logersystemen der Fabrik	824
26.2.1	Grundinhalte von Fabriklagern	824
26.2.2	Besonderheiten von Fabriklagern	825
26.3	Projektierungsbeeinflussende Lagerfaktoren und Grundsätze	831
26.4	Lagerungssystem	833
26.4.1	Lagerungsbedarfe	833
26.4.2	Lagerungsmengenbedarf von Eingangslagern	835
26.4.3	Lagerungsmengenbedarf von Ausgangslagern	843
26.4.4	Lagerungsbewegungsbedarf	848
26.4.5	Zwischenlager	852
26.4.6	Lagerungsarten	853
26.4.7	Lagerungsprinzipien	855
26.4.8	Ausgewählte Hinweise zur Projektierung von Lagerungssystemen	857
26.4.9	Lagerungssystembewertung	867
26.5	Lagereingangs- und Lagerausgangssysteme	868
26.5.1	Funktionsbestimmung	870
26.5.2	Projektierungshinweise	871
26.6	Fabriklogersysteme und Fabriklagerstätten	873
26.6.1	Fabriklogersysteme	874
26.6.2	Fabriklagerstätte	878

27	Fabrikorganisation	883
27.1	Organisationsbegriff.	883
27.2	Systemaufbauorganisationsform	886
27.3	Ablauforganisation.	888
27.4	Tätigkeitsorganisation	890
28	Fabrikstandortbebauung	895
28.1	Bebauungsanforderungen	895
28.2	Bebauungsarten	896
28.3	Projektierungsbeeinflussung	899
29	Fabrikverkehrssystem	903
29.1	Allgemeine Grundlagen.	903
29.2	Systeme, Teilsysteme und Elemente des Fabrikverkehrs.	904
29.2.1	Ermittlung der Projektierungsbasis	907
29.2.2	Fabrikstraßen und Fabrikwege.	907
29.2.3	Rampensysteme	907
29.3	Ruhender Fabrikstraßenverkehr.	907
29.3.1	Fahrzeugparksystemarten	911
29.3.2	Fahrzeugparkplatzflächen	911
30	Fertigungsform	917
30.1	Fertigung	918
30.2	Charakteristische Merkmale von Fertigungsformen	918
30.3	Punktfertigungen	924
30.4	Linienfertigungen.	925
30.5	Fließfertigung.	929
30.5.1	Aufbaugrundformen der Fließfertigung	930
30.5.2	Technisches Niveau der Fließfertigung	930
30.5.3	Technologische Vorbereitung durch Projektierung	932
30.5.4	Taktzeit und Abstimmungen	932
30.5.5	Besonderheiten von Gruppen- und Wechselfließfertigungen.	937
30.5.6	Ausgewählte Projektierungshinweise	938
30.6	Ein-Richtungsvernetzte Fertigung	941
30.7	Mehr-Richtungsvernetzte Fertigungen	943
30.8	Verteilfertigungen	944
30.9	Erweiterung der Fertigungsgrundformen.	948
30.10	Zusammenhang von Fertigungsform und Fertigungssystem.	948
31	Feststoffentsorgung	953
31.1	Notwendigkeit und Gruppierung der Feststoffentsorgung.	953
31.2	Verwendung von ALT- und AB-Produkten und von AB-Fallfeststoffen	955

31.3	Verwertung von ALT- und AB-Produkten sowie von AB-Fallfeststoffen	957
31.4	Feststoffentsorgung durch die dualen, speziellen und kommunalen Entsorgungssysteme.....	960
31.5	Späneentsorgung	964
31.5.1	Späneentsorgungsprogramm	965
31.5.2	Ermittlung der Spänemengen.....	967
31.5.3	Stand der Technik.....	969
31.5.4	Funktionen, Prozesse und Systeme der Späneentsorgung.....	970
31.6	Entsorgungsbesonderheiten	975
31.6.1	Staub als Feststoff	975
31.6.2	Biogene Feststoffe	975
31.6.3	Industrieansiedlung auf der Basis der Abfallverwertung.....	975
32	Flexibilität	977
32.1	Systemgruppierung	977
32.2	Flexibilitätsgebiete von Systemen	979
32.3	Merkmalsflexibilitäten des Systems.....	980
32.4	Prozessflexibilität des Systems	984
32.4.1	Funktionsflexibilität.....	984
32.4.2	Prozessrelationsflexibilität des Systems	987
32.4.3	Flexibilität der Prozessstruktur von Systemen.....	991
32.4.4	Flexibilität der Produkttechnologie und des Produktdurchlaufs	994
32.5	Systemsyntheseflexibilität	995
32.5.1	Funktionelle Systemflexibilität	995
32.5.2	Dimensionelle Systemflexibilität.....	996
32.5.3	Strukturelle Systemflexibilität	998
32.6	Projektierung der Systemflexibilität.....	1002
32.6.1	Projektierungsentscheide	1004
32.6.2	Systemflexibilitätskonzeption	1004
32.6.3	Flexibilitätsniveau	1005
33	Gefahrstoffe.....	1007
33.1	Berücksichtigung bei der Projektierung.....	1007
33.2	Gefährdung und Gefahr, Schädigung und Schaden	1008
33.3	Gefahrstoffeinordnung	1011
33.4	Gefahrgutlagerung	1013
33.5	Besonderheit Aerosol.....	1015
33.6	Pflichtaufgaben des Fabrikprojektanten.....	1015

34	Genehmigungsverfahren	1019
34.1	Gesetzliche Basis	1019
34.2	Genehmigungsarten	1020
34.3	Baugenehmigung	1020
34.3.1	Bauvoranfrage	1020
34.3.2	Baugenehmigungsverfahren.	1020
34.3.3	Genehmigungsdokumentation (Bauvorlage)	1021
34.3.4	Genehmigungs- und Prüforgane	1021
34.4	Betriebsgenehmigung.	1022
34.4.1	Genehmigungsdokumentation	1023
34.4.2	Schutzgüteäquivalenz.	1025
34.4.3	Genehmigungs- und Prüforgane	1025
35	Gesamtbetriebliche Fabrikbereiche	1027
35.1	Bereichsgruppierung	1027
35.2	Projektierungsvoraussetzungen und Projektierungsbasis	1029
35.2.1	Projektierungsvoraussetzungen	1029
35.2.2	Ermittlung der Projektierungsbasis	1029
35.3	Projektierungsaufgaben	1032
35.3.1	Aufgabenverteilung	1032
35.3.2	Projektierungsanalogien.	1032
35.3.3	Projektierungsbeispiel: Büroarbeitssystem	1033
35.4	Besonderheit Dienstleistungen.	1035
36	Gleichzeitigkeit	1037
36.1	Gleichzeitigkeitsarten.	1037
36.2	Systemgleichzeitigkeit	1040
36.3	Ermittlung der Projektierungswerte	1040
36.3.1	Gesamtanschlusswerte	1040
36.3.2	Gesamtverbrauchswerte.	1042
36.4	Beispiel zur Ermittlung des Verbrauchsgleichzeitigkeitsgrades	1043
37	Instandhaltung	1045
37.1	Gegenstand, Aufgaben und Gebiete der Instandhaltung	1045
37.2	Technologiebezug, Stufigkeit und Aufbauorganisationsformen der Instandhaltung	1047
37.3	Instandhaltungsflächen.	1049
38	Integration	1053
38.1	Grundlagen.	1053
38.2	Ganzheit und Gefüge von Betrachtungsfeldern und Systemen	1054
38.2.1	Neubildung von Ganzheiten	1054
38.2.2	Ganzheitsniveau und zu projektierende Systemganzheit.	1060

38.3	Integrationsfelder	1062
38.4	Integrationsformen	1062
38.4.1	Funktionelle Integration	1062
38.4.2	Technische Integration	1065
38.5	Integrationsgebiete	1069
38.6	Art und Weise der Integration	1070
38.6.1	Artgleiche und artungleiche Integration	1071
38.6.2	Hierarchische Integration	1072
38.6.3	Stufen- und schrittweise Integration	1072
39	Kapitalbedarf	1077
39.1	Bedarfsanforderungen	1077
39.2	Investitionskalkulation	1078
39.2.1	Aufwendungen für Bauleistungen	1079
39.2.2	Aufwendungen für Technologieleistungen	1079
39.2.3	Zusatz- und Nebenleistungen	1080
39.3	Kapitalbewertungen	1081
40	Kennzahl	1083
40.1	Merkmal	1084
40.2	Kennzahlengebiete	1084
40.3	Kennzahlenarten und Kennzahlenbegriffsinhalte	1084
40.4	Kennzahlendarstellung	1090
40.5	Kennzahlenübersicht	1091
40.6	Kennzahlenmethode für die Projektierung	1091
41	Kombinatorik	1095
41.1	Mathematische Grundlagen	1095
41.2	Kombinatorik in der Projektierung	1097
41.3	Projektieren und Entwickeln durch Kombinieren	1098
41.4	Methodische Lösungssuche durch Kombinationsmatrizen	1100
42	Kooperation	1105
42.1	Arten und Zweck der Kooperation	1105
42.2	Quantifizierung der Kooperation	1106
42.2.1	Relativität der Ganzheit	1107
42.2.2	Gegenstandskooperation	1107
42.2.3	Funktionskooperation	1107
42.2.4	Gesamtkooperationsgrad	1108
42.3	Grundfälle der Funktionskooperation	1109
42.4	Hinweise zur ökonomischen Kooperation	1110
42.5	Realisierung von Kooperationsleistungen durch Füllproduktion	1111
42.6	Kooperationen von Fabrikssystemen	1111

43	Kühlschmierstoffsystem	1113
43.1	Einsatznotwendigkeit und Einsatzwirkungen	1114
43.2	Kühlschmierstoffarten	1114
43.3	Kühlschmierstoffversorgungssystem	1115
43.3.1	Projektierungsbasis	1115
43.3.2	Bedarfmengen	1115
43.3.3	KSS-Kühlung	1122
43.3.4	Systemaufbau	1123
43.4	Kühlschmierstoff als Gefahrstoff und Emittent	1127
44	Layoutprojektierung	1131
44.1	Allgemeines	1131
44.2	Layoutarten	1132
44.2.1	Systemlayouts	1132
44.2.2	Zwecklayouts	1134
44.2.3	Raumlayouts	1134
44.3	Layoutdarstellungsformen	1136
44.4	Projektierungsraster	1137
44.4.1	Grundlagen	1138
44.4.2	Rastermaße und Maßordnung	1139
44.4.3	Anwendungsgebiete	1140
45	Lichtversorgung	1145
45.1	Lichtversorgungsgebiete in der Fabrik	1145
45.2	Grundlagen der Lichtversorgung	1146
45.2.1	Lichttechnische Grundlagen	1148
45.2.2	Einflüsse auf die Projektierung von Beleuchtungssystemen	1148
45.2.3	Projektierungsgrundfälle	1154
45.2.4	Beleuchtungssystembildung	1154
45.2.5	Nennbeleuchtungsstärken	1154
45.2.6	Beleuchtungselemente	1154
45.3	Tageslicht-Beleuchtungssysteme für Innenräume	1155
45.4	Künstliche Beleuchtungssysteme für Innenräume	1162
45.4.1	Projektierungshaupteinflüsse	1162
45.4.2	Leuchtkörper und Leuchten	1164
45.4.3	Beleuchtungssystemdimensionierung	1164
45.4.4	Raumübergänge	1166
45.5	Sicherheitsbeleuchtung	1166
45.6	Fabrikaußenbeleuchtung mit künstlichem Licht	1167
46	Luftversorgung	1169
46.1	Luftversorgungsgebiete in der Fabrik	1169
46.2	Lufttechnikgebiete	1169

46.3	Luftversorgungsbedarf	1171
46.3.1	Technologische Verfahrensluft	1172
46.3.2	Betriebungsluft für Systeme und Räume	1174
46.3.3	Raumluft	1175
46.4	Projektierungsgrundlagen für freie Lüftungssysteme	1186
46.4.1	Wirkungsweise von freien Lüftungssystemen	1186
46.4.2	Auslegung des freien Lüftungssystems	1186
46.5	Projektierungsgrundlagen für einfache maschinelle Lüftungssysteme ...	1187
46.5.1	Wirkprinzipien	1188
46.5.2	Auslegung von NUR-Lüftungssystemen	1189
46.6	Raumklimasysteme	1191
46.6.1	Raumklimasystemtypen	1192
46.6.2	Projektierungsvorgänge	1193
46.6.3	Ausgewählte Projektierungshinweise	1193
47	Maschinenaufstellung	1197
47.1	Notwendigkeit und Voraussetzungen	1197
47.2	Maschinenbeeinflusste Aufstellkräfte	1197
47.2.1	Statische Gewichtskräfte	1198
47.2.2	Störkräfte	1199
47.2.3	Störkraftübertragung	1199
47.3	Grundfälle und Maßnahmen der Maschinenaufstellung	1202
47.3.1	Grundfälle	1202
47.3.2	Maschinenaufstellungsmaßnahmen	1202
47.4	Arten und Verfahren zur Maschinenbefestigung	1206
47.4.1	Aufstellarten	1206
47.4.2	Befestigungsarten	1207
47.4.3	Befestigungsverfahren	1207
47.5	Schwingungsisierte Maschinenaufstellung	1207
48	Material	1213
48.1	Begriffseinengung für die Produktion	1213
48.2	Charakteristische Merkmale des Materials	1215
48.2.1	Gegenstandsart als Material	1215
48.2.2	Hauptabmessungen und Zustandsformen	1216
48.2.3	Masse (kg) und abgeleitete Angaben ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{Materialart}$)	1217
48.2.4	Eigenschaften	1219
48.2.5	Geometrieformen (ohne und mit Verpackung, Stückgut)	1220
48.2.6	Werkstoff	1220
48.3	Materialbedarfsermittlung für die Herstellung von Stückgütern	1220
48.3.1	Verbrauchskennzahlenmethode (Bezugsbasis: Fertigmasse) ...	1221
48.3.2	Schätzmethode	1221
48.3.3	Kennzahlenmethode	1221

49	Materialflusstechnik	1223
49.1	Notwendigkeit und Bedeutung für die Fabrik	1223
49.2	Materialflussgrundfunktionen	1224
49.3	Materialflusstechnikgebiete	1226
49.4	Grundcharakterisierung und Projektierungseinfluss der Materialflusstechnik	1228
49.5	Material-Flusssysteme	1234
49.6	Komplexe Materialflusssysteme	1238
50	Optimierung	1245
50.1	Optimierung in der Fabrikprojektierung	1245
50.2	Optimierungsgrundlagen für die Fabrikprojektierung	1246
50.3	Objekt-Platz-Zuordnungsoptimierung	1247
50.3.1	Optimierung der Objekt-Platz-Zuordnung mit der Ungarischen Methode	1248
50.3.2	Objekt-Platz-Zuordnungsoptimierung mit modifizierten Näherungsmethoden	1253
50.4	Allgemeine Optimierungsziele bei der Systemprojektierung	1258
51	Personalbedarfsermittlung	1261
51.1	Personalbegriff	1262
51.2	Allgemeine Personalbedarfsermittlung	1263
51.2.1	Personal – Funktionsbestimmung	1263
51.2.2	Personendimensionierung	1263
51.2.3	Personenstrukturierung	1263
51.3	Berechnung der Personenanzahl	1264
51.3.1	Vergleichsmethode	1264
51.3.2	Summarische Kennzahlenmethode	1265
51.3.3	Detaillierte Kennzahlenmethode auf Zeitbasis	1266
51.3.4	Stellenplanmethode	1267
51.3.5	Schichtabhängige Personenanzahl	1268
51.4	Personennutzung	1268
51.5	Hinweise zu den beeinflussenden Faktoren der Personalkosten	1270
52	Personenfluss	1273
52.1	Personenfluss-Projektierungsprogramm	1273
52.2	Hinweise zur Personenflussprojektierung	1273
52.2.1	Personenwegearten	1274
52.2.2	Personenflussdurchsatz und Personenflussdichte	1278
52.2.3	Besonderheiten	1279
53	Produktflusssystemfläche	1281
53.1	Flächenanteile und Flächenintegration	1282
53.2	Produktflussspeicherfläche für Stückgüter	1282

53.2.1	Berechnungsgrundlagen für die Speicherungsflächen.	1282
53.2.2	Flächenberechnung für statische Speicher mit Regalkonstruktion und Bediengerät.	1285
53.2.3	Flächenberechnung für statische Speicher mit Regalkonstruktionen und Stapler.	1288
53.2.4	Flächenberechnung für statische Speicher mit Stapelspeicherung und Staplern.	1290
53.2.5	Flächenberechnung für dynamische Speicher.	1292
53.2.6	Flächenberechnungsmodell für erhöhte Zentralspeicheranordnungen	1292
53.2.7	Flächenbestimmende Speicherspalten.	1293
53.2.8	Produktfluss-Speicherflächen bei linienförmigen Produktionen	1294
53.2.9	Produktfluss-Speicherflächen bei punktförmigen Produktionen	1296
53.3	Produktfluss-Übergabefläche	1296
53.3.1	Übergabesysteme 1	1296
53.3.2	Übergabesystem 2	1297
53.4	Produktfluss-Bewegungs- und Transportfläche	1297
53.4.1	Systembedienwege.	1297
53.4.2	Systemumlauftransportwege	1299
53.4.3	Produktfluss-Transportwegearten und Transportwegeberechnung.	1299
53.4.4	Transportfläche durch Überflurtransport	1302
53.4.5	Transportzusatzfläche	1302
53.4.6	Gesamtproduktfluss-Bewegungs- und Transportflächen	1303
53.5	Produktfluss-Betriebsmittelfläche	1304
53.6	Produktfluss-Erhaltungsfläche	1305
53.7	Produktfluss- Versorgungsfläche	1306
53.8	Produktfluss-Entsorgungsfläche.	1306
53.9	Produktfluss-Zusatzflächen	1306
53.10	Produktfluss-Betreibungsfläche	1307
53.11	Freie Produktflussfläche.	1307
53.12	Produktfluss-Gesamtfläche und Flächenkennzahlen	1307
54	Produktflusssystemraum	1309
54.1	Teilsystemräume	1309
54.2	Raumarten	1310
54.2.1	System-Belegungsraumarten	1311
54.2.2	System-Bewegungsraumarten	1312
54.3	Geometrische Raumbildung durch Gegenstandsbewegungen.	1316
54.4	Raumhöhenbestimmung	1316

55	Projektierungsgrundsätze	1321
56	Projektierungsprogramm	1331
56.1	Technologische Programme	1331
56.2	Produktprogramm	1332
56.3	Gliederung und Erfassung des Fabrikprogramms	1333
56.4	Merkmale und Merkmalsgruppen	1337
56.5	Ermittlung, Analyse und Planung von Programmmerkmalen	1338
56.6	Erfassung und Aufbereitung von Produktionsprogrammen	1338
56.7	Arten und Aufbereitung von Projektierungsprogrammen	1342
56.8	Hinweise für andere Projektierungsprogramme	1344
56.9	Programmvervollständigung	1350
57	Projektierungssinnbild	1353
57.1	Ausgangsbasis und Zweck	1353
57.2	Allgemeine Projektierungssinnbilder	1353
57.3	Merkmalssinnbilder	1354
57.4	Funktionssinnbilder	1354
57.5	Elementesinnbilder	1354
58	Relationen	1365
58.1	Grundlagen	1365
58.2	Aufgabenrelationen	1367
58.3	Einfache räumliche Prozessrelationen als Strukturbasis	1370
58.4	Relationsdichte	1371
58.5	Prozesse mit Mehrfachrelationen	1374
58.6	Der räumliche Aspekt von Systemrelationen	1375
58.7	Der technische Aspekt von Systemrelationen	1378
58.8	Zeitlicher Aspekt von Systemrelationen	1380
58.9	Energetischer Aspekt von Systemrelationen	1381
58.10	Besonderheiten der Ein- und Ausgangsrelationen	1382
59	Rohrleitungssystem	1387
59.1	Allgemeines	1388
59.2	Projektierungsbeeinflussende Faktoren	1391
59.3	Durchsatz	1392
59.4	Rohrinnendurchmesser	1394
59.5	Druckverluste	1395
59.6	Rohrleitungskennlinien und Projektierungshinweise	1400
59.7	Pumpen und Verdichter	1404
59.7.1	Allgemeine Gruppierung von Kraft- und Arbeitsmaschinen	1404
59.7.2	Auslegung von Pumpen für Rohrleitungssysteme	1404
59.7.3	Auslegung von Verdichtern	1409

59.8	Abscheider und Filter	1412
59.8.1	Notwendigkeit und Grundlagen	1412
59.8.2	Abscheider	1413
59.8.3	Filter	1413
59.8.4	Bewertung	1415
59.8.5	Dimensionierungseinflüsse	1416
59.9	Vervollständigung und Anlagenentwicklung von Rohrleitungssystemen	1417
60	Schutzgüte	1419
60.1	Gegenstand und Notwendigkeit	1419
60.2	Gefahrenkategorien und Einzelgefahren	1420
60.2.1	Gefährdungen durch die Natur	1420
60.2.2	Gefährdungen durch Menschen	1423
60.2.3	Gefährdungen durch Technik	1424
60.3	Schutzgebiete und Schutzaufgabenkomplexe	1428
60.4	Projektierungsansatz für den Schutzgütenachweis	1430
60.5	Schutzgütebewertung	1432
61	Speicherbedarfsmengen	1435
61.1	Speicheraufgaben	1436
61.2	Gegenstandsabhängige Speicherausführungsarten	1438
61.3	Technologischer Systemspeicherbedarf	1438
61.3.1	Systemeingangsspeicherung	1441
61.3.2	Systemausgangsspeicherung	1443
61.3.3	Ausgleichs- und Störungsspeicherbedarf	1444
61.4	Zentralspeicherbildung	1451
61.5	Übergabespeicherung	1453
61.6	Technologischer Produktspeicherbedarf bei der Montage und Kommissionierung	1454
61.6.1	Montage	1454
61.6.2	Kommissionierung	1455
61.6.3	Integration von Teilefertigung und Montage	1456
62	Speicherdimensionierung	1459
62.1	Grundlagen	1460
62.2	Stückgutspeicher	1461
62.2.1	Ermittlung der Speicherkapazität als technologische Speichergröße	1461
62.2.2	Segmentierte Speicherkapazität	1463
62.2.3	Beanspruchungsgerechte Speicherdimensionierung	1465
62.2.4	Speicherarten	1466
62.2.5	Speicherförderung	1469

62.2.6	Speicheranzahl	1470
62.2.7	Speicherniveaubewertung	1471
62.3	Schüttgutspeicher	1473
62.4	Flüssigkeitsspeicher	1474
62.5	Gasdruckspeicher	1476
62.6	Hinweise für Aufgabenstellungen der Speicherdimensionierung	1476
63	System	1481
63.1	Allgemeine Systembeschreibung und Systemgliederung	1481
63.2	Systemhierarchie	1482
63.3	Systemkomplexität	1484
63.4	Systemstruktur	1485
64	Technologische Vereinheitlichung	1487
64.1	Notwendigkeit und Zielstellungen	1487
64.2	Grundsätze zur technologischen Konstruktionsvereinheitlichung	1489
64.3	Produkttechnologievereinheitlichung	1491
64.3.1	Technologische Produktmerkmalsvereinheitlichung	1492
64.3.2	Technologische Produktfunktionsvereinheitlichung	1492
64.4	Systemtechnologievereinheitlichung	1493
64.5	Systemtechnologiebildung	1495
65	Technologische Zeiten	1499
65.1	Zeitgliederung nach REFA für Arbeitsvorgänge	1499
65.2	Nominelle technologische Zeiten	1500
65.3	Effektive technologische Zeiten	1501
65.4	Technologische Zykluszeit	1503
65.4.1	Reihenverlauf oder Losprinzip (Auftragsprinzip)	1503
65.4.2	Kombinierter Verlauf oder Teillosprinzip	1503
65.4.3	Parallelverlauf oder Fließprinzip	1504
65.5	Rüstzeit und Taktzeit	1505
65.6	Durchlaufzeit	1506
66	Typenvertreter	1509
66.1	Sachgruppenarten	1509
66.2	Typenvertreter	1510
66.3	Merkmalsintegration	1510
66.4	Umrechnungen der Gruppenelementemerkmale auf den Typenvertreter . . .	1511
66.5	Beispiele für die Typenvertreterbestimmung von Produktgruppen	1513
67	Variabilität	1515
67.1	Grundlagen	1515
67.2	Variabilitätsarten von Systemen	1516
67.2.1	Systemelementemengenvariabilität	1516

67.2.2	Systemelementeanordnungsvariabilität	1516
67.2.3	Systemrelationsvariabilität.	1518
67.3	Systembetriebsvariabilität	1519
67.4	Variabilitätsniveau von Systemen	1519
67.5	Variabilität der Fabrik	1520
67.6	Variabilität und Flexibilität	1520
68	Wärmeenergieversorgung	1521
68.1	Wärmeversorgungsgebiete in der Fabrik	1521
68.2	Grundlagen der Wärmeenergieversorgung.	1521
68.2.1	Wärme und Wärmefluss	1521
68.2.2	Wärmetransport	1523
68.3	Technologische Verfahrenswärme	1524
68.4	Wärmeenergie für das Betreiben von Systemen und Räumen.	1528
68.5	Raumwärme	1530
68.5.1	Vorbemerkungen	1530
68.5.2	Raumwärmebedarf.	1530
68.6	Grundlagen zur Projektierung des Wärmeversorgungssystems.	1540
68.6.1	Wärmeversorgungsprogramm und Wärmeversorgungsbedarf. . .	1541
68.6.2	Wärmeverteilungssystem	1543
68.6.3	Wärmeerzeugungssystem als Heizungssystem	1547
68.6.4	Gesamtwärmeversorgungssystem	1551
69	Zeitfonds	1555
	Literatur.	1559
	Stichwortverzeichnis.	1565