

Michael ten Hompel · Thorsten Schmidt

Warehouse Management

Automatisierung und Organisation von
Lager- und Kommissioniersystemen

Zweite, korrigierte Auflage

Mit 212 Abbildungen

Technische Universität Darmstadt
Fachbereich 1
Betriebswirtschaftliche Bibliothek
Inventar-Nr.: 54.860
Abstell-Nr.: A24/445
.....
.....
.....

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Anforderungen	2
1.1.1 Lagerhaltung	3
1.1.2 Merkmale von Lagersystemen	5
1.1.3 Optimierung von Lagersystemen	6
1.2 Warehouse Management und Lagerverwaltung	8
1.3 Systemschnittstellen und Abgrenzung	9
1.4 Aufbau und Ziel des Buches	13
2. Management von Lagersystemen	15
2.1 Logistische Rahmenbedingungen	15
2.1.1 Logistik-Grundsätze	15
2.1.2 Verpackung und Logistische Einheiten	19
2.2 Funktionen in Lagersystemen	23
2.2.1 Warenannahme und -eingang	23
2.2.2 Einlagerung	28
2.2.3 Auslagerung	33
2.2.4 Konsolidierungspunkt	33
2.2.5 Kommissionierung	34
2.2.6 Verpackung	52
2.2.7 Versand	53
2.3 Warehouse Managementsystem	54
2.3.1 Lagerverwaltung	54
2.3.2 Reorganisation	58
2.3.3 Fördermittelverwaltung und Leitsysteme	58
2.3.4 Datenerfassung, -aufbereitung und -visualisierung	60
2.3.5 Inventur	62
2.4 Basisdaten und Kennzahlen von Lagersystemen	65
2.4.1 Basisdaten	65
2.4.2 Logistische Kennzahlen	67
2.5 Besondere Abläufe und Verfahrensweisen	69
2.5.1 Cross Docking	69
2.5.2 Outsourcing der physischen Distributions- und Lager- prozesse	70

2.5.3	Outsourcing der Software: Application Service Providing	72
3.	Grundlagen der betrieblichen Optimierung	73
3.1	Optimierung in der Übersicht	73
3.1.1	Hintergrund	74
3.1.2	Einordnung der betrieblichen Optimierung	76
3.1.3	Begriffe und Elemente der Disposition	78
3.2	Optimierungsaufgaben im Lager	79
3.2.1	Transportoptimierung	80
3.2.2	Bildung von Kommissionierreihenfolgen	88
3.2.3	Routenplanung im Lager	90
3.2.4	Übergreifende Auftragsdisposition - Batchplanung	91
3.3	Verfahren der Lösungsoptimierung	94
3.3.1	Allgemeines	94
3.3.2	Optimierungsverfahren im Überblick	95
3.3.3	Beispiele bekannter Lösungsverfahren	98
4.	Grundlagen der Lager- und Fördertechnik	105
4.1	Lagersysteme	105
4.1.1	Bodenlager	106
4.1.2	Statische Regallagerung	108
4.1.3	Dynamische Regallager	118
4.1.4	Regalvorzone	122
4.2	Fördersysteme	122
4.2.1	Stetigförderer	123
4.2.2	Unstetigförderer	126
4.3	Sortier- und Verteilsysteme	145
4.3.1	Einsatzfelder	145
4.3.2	Grundsätzlicher Aufbau von Sortiersystemen	146
4.3.3	Verteiltechniken	152
4.3.4	Steuerung und Strategien	154
4.4	Robotereinsatz in Lagersystemen	155
4.4.1	Palettierroboter	156
4.4.2	Kommissionierroboter	156
5.	Materialflussautomatisierung	157
5.1	Grundlagen der Automatisierung	157
5.1.1	Historie der Materialflussautomatisierung	158
5.1.2	Begriffe und Definitionen	159
5.1.3	Struktur von Steuerungssystemen	161
5.2	Steuerungstechnik	165
5.2.1	Klassifizierung von Steuerungen	165
5.2.2	Speicherprogrammierbare Steuerungen	169
5.2.3	Rechnersteuerungen	174
5.3	Sensoren	175

5.3.1	Klassifizierung von Sensoren	175
5.3.2	Mechanisch betätigte Sensoren	176
5.3.3	Optische Sensoren	177
5.3.4	Magnetische und induktive Sensoren	181
5.3.5	Ultraschallsensoren	183
5.4	Aktoren	183
5.4.1	Aufgaben und Struktur von Aktorsystemen	184
5.4.2	Elektrische Antriebe	186
5.4.3	Fluidische Antriebe	192
5.5	Schnittstellen in Automatisierungssystemen	193
5.5.1	Analoge und binäre Datenübertragung	194
5.5.2	Digitale Datenübertragung	195
5.5.3	Feldbussysteme	198
6.	Automatische Identifikation	203
6.1	Code und Zeichen	203
6.1.1	Codierung	204
6.1.2	Codierungsbeispiele	204
6.2	1D-Codes	206
6.2.1	Code 2/5	206
6.2.2	Prüfzifferberechnung Code 2/5	210
6.2.3	Code 2/5 interleaved	212
6.2.4	Code 128	214
6.2.5	Prüfzifferberechnung Code 128	217
6.2.6	Die Zeichensätze des Code 128	217
6.2.7	Vermischte Zeichensätze im Code 128 und Optimierung	220
6.2.8	Codegrößen, Toleranzen und Lesedistanzen	221
6.3	Druckverfahren und Druckqualität	223
6.3.1	Kennzeichnungstechnologien	223
6.3.2	Qualitative Anforderungen	224
6.3.3	Auswahl des Druckverfahrens	225
6.4	Semantik im Code: EAN 128	227
6.4.1	Internationale Lokationsnummer (ILN)	228
6.4.2	Internationale Artikelnummer (EAN)	230
6.4.3	Nummer der Versandeinheit (NVE)	231
6.4.4	Merkmale des EAN 128-Codes	232
6.5	Lesetechnik, Geräte, Schnittstellen	235
6.5.1	Barcodeleser	236
6.5.2	Handscanner	236
6.5.3	Stationäre Scanner	237
6.6	2D-Codes	239
6.6.1	Gestapelte Barcodes	239
6.6.2	Matrixcode	240
6.7	Radio Frequency Identification	242

6.7.1	Funktionsweise und technischer Aufbau	243
6.7.2	Anwendungsgebiete	248
6.7.3	Gegenüberstellung mit Barcodesystemen	249
7.	Informations- und Kommunikationstechnik	251
7.1	Kommunikationstechnik	251
7.1.1	Schichtenmodelle	252
7.1.2	Protokolle	254
7.1.3	Übertragungsmedien	255
7.1.4	Netztypen und Internetworking	258
7.1.5	Netzwerkadressen	262
7.1.6	Beispiele	263
7.2	Datenhaltung	267
7.2.1	Prinzipien	267
7.2.2	Dateisysteme	269
7.2.3	Datenbanken	270
7.2.4	Datenverfügbarkeit	276
7.3	Benutzerschnittstelle	280
7.3.1	Endgeräte	280
7.3.2	Funktionale Sicht	281
7.3.3	Zugangskontrolle	282
7.3.4	Internationalisierung	283
7.3.5	Hilfesysteme und Hilfsdienste	284
7.4	Betriebssysteme	285
7.4.1	Aufgaben	285
7.4.2	Prinzipien	286
7.5	Programmiersprachen	297
7.5.1	Übersetzer und Interpreter	297
7.5.2	Sprachkonzepte	301
7.5.3	Sprachgenerationen	301
7.6	Grundzüge der objektorientierten Programmierung	303
7.6.1	Datenabstraktion	303
7.6.2	Klassen und Objekte	305
7.6.3	Vererbung	307
7.6.4	Die Unified Modelling Language	308
7.7	Extensible Markup Language: XML	309
7.7.1	Key-Value-Coding	310
7.7.2	Die Syntax von XML	313
7.7.3	Parser und Prozessoren	314
7.7.4	Vielfältigkeit durch Stylesheets	314
7.8	Sicherheitsaspekte	316
7.8.1	Geheimhaltung	317
7.8.2	Integritätssicherung	319
7.8.3	Authentifizierung	319

7.8.4	Echtheitsnachweis und elektronische Signatur	321
8.	Realisierung von Warehouse Managementsystemen	323
8.1	Anforderungsdefinition	324
8.1.1	Ist-Aufnahme	325
8.1.2	Schwachstellenanalyse	326
8.1.3	Entwicklung Soll-Konzept	327
8.2	Erstellung der Ausschreibungsunterlagen	329
8.2.1	Definition Leistungskennzahlen	329
8.2.2	Erstellung Lastenheft	330
8.2.3	Komplettierung der Ausschreibungsunterlagen	333
8.3	Auftragsvergabe	333
8.3.1	Anbiertervorauswahl	334
8.3.2	Angebotsvergleich	335
8.3.3	Angebotspräsentation	336
8.3.4	Anbieterauswahl	339
8.4	Umsetzung	340
8.4.1	Pflichtenhefterstellung	340
8.4.2	Realisierung	342
8.4.3	Projektmanagement / Qualitätssicherungsmaßnahmen	343
8.5	Inbetriebnahme	344
8.5.1	Laborphase	344
8.5.2	Übergang zwischen altem und neuem WMS	344
8.5.3	Schulungsmaßnahmen	345
8.6	Abnahme	345
8.6.1	Leistungstest	345
8.6.2	Störfallsimulation und Notfallstrategien	346
8.6.3	Formale Abnahme	346
9.	Aufbau von WMS am Beispiel myWMS	349
9.1	Datenmodell	350
9.1.1	Datencontainer des Modells	350
9.1.2	Beziehungen zwischen den Daten	353
9.1.3	Schnittstellen	356
9.2	Klassische Realisierung eines WMS	356
9.2.1	Funktionale Struktur	357
9.2.2	Tabellenstruktur	359
9.2.3	Sicherung der logischen Integrität	362
9.2.4	Anlegen und Abfragen von Stammdaten	362
9.3	myWMS	363
9.3.1	Grundsätzlicher Aufbau von myWMS	364
9.3.2	Geschäftsobjekte	367
9.3.3	Kernel-Konzept	369
9.3.4	Laufzeitumgebung	371
9.4	Beispielhaftes Distributionssystem unter Einsatz von myWMS	372

9.4.1	Beschreibung des Beispiels	372
9.4.2	Aufbau der Topologie	379
9.4.3	Plug-In – Routing	381
9.4.4	Kommunikation	383
Abkürzungsverzeichnis		387
Literaturverzeichnis		391
Sachverzeichnis		397