

Heinrich Martin

Praxiswissen Intralogistikplanung

Reale Projekte mit Ist-Situation, Zielsetzung, Planungen
und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

PRAXIS



Springer Vieweg

Praxiswissen Intralogistikplanung

Heinrich Martin

Praxiswissen Intralogistikplanung

Reale Projekte mit Ist-Situation,
Zielsetzung, Planungen und
Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Mit 202 Abbildungen und 74 Tabellen

 Springer Vieweg

Heinrich Martin
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-8348-2457-8
DOI 10.1007/978-3-8348-2458-5

ISBN 978-3-8348-2458-5 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2012

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Lektorat: Thomas Zipsner, Imke Zander

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media

www.springer-vieweg.de

Vorwort

Die Zielsetzung des vorliegenden Buches ist, dem Logistikplaner unterschiedliche Lösungsansätze zu Projektaufgaben in mittelständischen Unternehmen aufzuzeigen, ihm das systematische Vorgehen und strukturierte Handeln zu verdeutlichen und Denkanstöße für seine Vorgehensweise bei Planung und Optimierung seiner Arbeiten zu geben.

Dieses Arbeitsbuch wendet sich an Berufsgruppen, die im Bereich der innerbetrieblichen Logistik tätig sind, insbesondere bei Materialfluss-, Transport-, Lager- und Kommissioniersystemen sowie in den Bereichen Fabrikplanung und bei Ablaufprozessen. Oft erhalten diese Berufsgruppen kurzfristig und zeitlich begrenzt Planungsaufgaben, die zu untersuchen und durchzuführen sind. Dazu gehören Personen wie:

- Betriebsleiter, Betriebsingenieure, die mit Optimierung, Rationalisierungsaufgaben und dergleichen betraut werden,
- Planungsingenieure, Fabrikplaner, die mit den eben beschriebenen Aufgaben in Planung und Umsetzung befasst sind,
- Studentinnen/en, die eine praxisbezogene Bachelor-, Master-, Studien- oder Diplomarbeit in der Industrie oder als praxisorientierte Literaturarbeit schreiben müssen.

Es gibt eine Reihe von Merkmalen, nach denen Beispiele klassifiziert werden können, wie z. B. nach

- der Branche: Textil-, Maschinenbau-, Holz-, Lebensmittelindustrie,
- der Planungsart: Neubau-, Erweiterungs-, Optimierungsplanung,
- dem Detaillierungsgrad: Grob- oder Feinplanung,
- dem Planungsgebiet: Transport-, Lager-, Kommissionier-, Umschlag-, Verpackungslogistik

Die letztere Unterscheidungsart liegt diesem Buch zu Grunde. Da fast in allen Beispielen Teilbereiche Merkmale der Logistikgebiete beschrieben werden, wurde nach Priorität die Eingliederung vorgenommen. Je nach Bedeutung des Teilbereiches wird ein Beispiel oder werden mehrere Beispiele angeführt.

In den Projekten Z1 und Z2 wurden auf den theoretischen Grundlagen des Buches von P. Römisch „Materialflusstechnik“, Kap. 8, Verfügbarkeitsberechnungen von Verpackungsanlagen aufgebaut.

Als theoretische aber doch praxisorientierte Grundlage zu diesem Buch dient mein Buch „Transport- und Lagerlogistik“ (z. Z. 8. Auflage 2011).

Mein Dank gilt den mit Internetanschrift genannten Firmen und Herrn Zipsner vom Springer Vieweg Verlag, die mich wesentlich unterstützt haben und besonders meiner Frau Regina, die oft die Abende alleine verbringen musste.

Hamburg im September 2012

Heinrich Martin

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	XVII
T Transportlogistik	1
Projekt T.1 Optimierung der Transporte in der Vorlager- und Kommissionierzone	1
T.1.1 Aufgabe: Beseitigung von Engpässen im Ein- und Auslagerungsbereich eines Hochregallagers	1
T.1.2 Beschreibung des Ist-Zustandes	1
T.1.2.1 Bauliche Gegebenheiten/Lagerart/Transportmittel	1
T.1.2.2 Lagerlayout/Materialfluss/Lagerorganisation	3
T.1.3 Problemstellung	4
T.1.3.1 Ausgangssituation	4
T.1.3.2 Auswirkungen	4
T.1.3.3 Zielsetzungen	4
T.1.4 Lösungsmöglichkeiten alternativer Ausführungsplanungen	5
T.1.4.1 Alternative I: Zusätzlicher Verteilerwagen	5
T.1.4.2 Alternative II: Änderung der Einlagerung	7
T.1.4.3 Alternative III: Mobile Kommissionierplätze	9
T.1.5 Vergleich der Lösungsvorschläge	10
Projekt T.2 Systemplanung einer Paketsortieranlage	11
T.2.1 Aufgabe: Planung eines Distributionslagers für 100.000 Pakete pro Tag	11
T.2.1.1 Grundstück/Bauliche Gegebenheiten	12
T.2.2 Lösungsmöglichkeiten alternativer Systemplanungen	15
T.2.2.1 Alternative I: Kippschalensortierer (Abb. T2.3 und T2.4)	15
T.2.2.2 Alternative II: Quergurt-Sortierförderer	19
T.2.2.3 Alternative IIa	20
T.2.2.4 Alternative IIb	21
T.2.2.5 Alternative III: Tragplattensortierförderer als Hauptsortierer	22
Projekt T.3 Transportmittelvergleich	25

T.3.1	Aufgabe: Vergleich zwischen Treibgas- und Elektrostapler für einen Einsatz im Wareneingang	25
T.3.2	Anforderungen, Randbedingungen, Vorgaben	25
T.3.2.1	Transport- und Lagergut	25
T.3.2.2	Einsatzdaten	26
T.3.2.3	Lastaufnahmemittel	26
T.3.2.4	Verkehrsmitteldaten	27
T.3.3	Staplerdaten aus Angebot	27
T.3.3.1	Elektro-Stapler	28
T.3.3.2	Treibgas-Stapler	29
T.3.4	Lieferung/Kosten, Finanzierung	30
T.3.4.1	Lieferung	30
T.3.4.2	Kosten	30
T.3.4.3	Finanzierungsmöglichkeiten	30
T.3.5	Ergebnis des technischen und wirtschaftlichen Vergleiches	31
T.3.5.1	Kostenzusammenstellung	31
T.3.5.2	Ergebnis des Vergleiches	32
Projekt T.4	Systemplanung der Transportmöglichkeiten in einem Kommissionierlager eines Pharmagroßhändlers	33
T.4.1	Aufgabe: Planung eines automatischen Kommissioniersystems für Artikel mit hohem Umschlag	33
T.4.1.1	Aufgabenstellung	33
T.4.1.2	Lösungsmöglichkeiten mittels verschiedener Kommissioniersysteme	38
T.4.2	Alternative I: Durchlaufregale mit Zonenbildung	38
T.4.2.1	Kommissioniervorgang	39
T.4.2.2	Vor- und Nachteile	41
T.4.2.3	Charakteristika	42
T.4.3	Alternative II: Kommissionierroboter	42
T.4.3.1	Merkmale und Aufbau	42
T.4.3.2	Aufbau des Greifsystems	42
T.4.3.3	Arbeitsweise	42
T.4.3.4	Vor- und Nachteile	44
T.4.3.5	Charakteristika	44
T.4.4	Alternative III: Datamobil	44
T.4.4.1	Merkmale und Aufbau	44
T.4.4.2	Arbeitsweise	47
T.4.4.3	Vor- und Nachteile	47
T.4.4.4	Charakteristika	48
T.4.4.5	Kommissionierleistung	48
T.4.5	Alternative IV: Schachtkommissionierer	48
T.4.5.1	Merkmale und Aufbau	48

T.4.5.2	Arbeitsweise	51
T.4.5.3	Vor- und Nachteile	51
T.4.5.4	Charakteristika	53
T.4.6	Alternative V: Spezial-Schachtkommissionierer	53
T.4.6.1	Merkmale und Aufbau	53
T.4.6.2	Gestaltung der Lagerplätze	53
T.4.6.3	Arbeitsweise	55
T.4.6.4	Vor- und Nachteile	56
T.4.6.5	Charakteristika	57
T.4.7	Nutzwertanalyse	59
Projekt T.5	Optimierung der Reifensortierung im WE und WA	61
T.5.1	Ausgangssituation	61
T.5.1.1	Wareneingang	61
T.5.1.2	Warenausgang	61
T.5.2	Zielsetzung	62
T.5.3	Kurzanalyse	62
T.5.4	Konzeption	63
T.5.4.1	Wareneingang	63
T.5.4.2	Warenausgang	63
T.5.5	Umsetzung	63
T.5.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	64
L	Lagerlogistik	67
Projekt L.1	Systemplanung eines Reife- und Distributionslagers	67
L.1.1	Aufgabe: Planung alternativer Lagersysteme mit Wirtschaftlichkeitsvergleich	67
L.1.1.1	Bauliche Gegebenheiten	68
L.1.1.2	Lagergüter	68
L.1.1.3	Lagerkapazität und -umschlag	69
L.1.1.4	Lagerorganisation	69
L.1.1.5	Investitionsrechnung	70
L.1.2	Alternative 1: Doppelt tiefes Palettenregal	71
L.1.2.1	Konzeption	71
L.1.2.2	Grobdimensionierung des Lagersystems	72
L.1.2.3	Investitionen	74
L.1.2.4	Betriebskosten	75
L.1.3	Alternative 2: Doppelt tiefes Palettenregal mit Umsetzer	76
L.1.3.1	Konzeption	76
L.1.3.2	Grobdimensionierung des Lagersystems	76
L.1.3.3	Investitionen	79
L.1.3.4	Betriebskosten	80
L.1.4	Alternative 3: Satellitenregal mit Blocklagerung	81

L.1.4.1	Konzeption	81
L.1.4.2	Grobdimensionierung des Lagersystems	82
L.1.4.3	Investitionen	84
L.1.4.4	Betriebskosten	85
L.1.5	Wirtschaftlichkeitsvergleich	86
Projekt L.2	Systemplanung zur Lagerung von Papierrollen	89
L.2.1	Aufgabe: Konzeptalternativen zur Lagerung und zum Transport von Papierrollen	89
L.2.2	Beschreibung des Ist-Zustandes	90
L.2.2.1	Bauliche Gegebenheiten	90
L.2.2.2	Lagerungsdaten/Lagereinheit/Lagerumschlag/Lagergüter	90
L.2.2.3	Lagerungsarten	91
L.2.2.4	Transportmittel/Lastaufnahmemittel	92
L.2.2.5	Brandschutz	92
L.2.3	Lösungsmöglichkeiten alternativer Systemplanungen	93
L.2.3.1	Alternative I: Bodenlagerung mit liegenden Rollen	93
L.2.3.2	Alternative II: Bodenlagerung mit stehenden Rollen	95
L.2.3.3	Alternative II a: Lagerbedienung durch Brückenkran mit Vakuumheber	96
L.2.3.4	Alternative II b: Lagerbedienung durch Brückenkran mit Spreizdorn/mechanischen Greifer	101
L.2.3.5	Alternative III: Lagerbedienung durch Stapler mit Papierrollenklammer	102
L.2.4	Vergleich der Alternativen	105
L.2.5	Transport von Papierrollen	106
Projekt L.3	Systemplanung eines Einheitenlagers für Langgut	108
L.3.1	Aufgabe: Planung eines Produktionslagers mit Fertigungsbereich	108
L.3.2	Planungsprämissen und Planungssolldaten	108
L.3.2.1	Planungsprämissen	108
L.3.2.2	Lagergut und Sortiment	108
L.3.2.3	Baukonstruktionsbeschreibung	109
L.3.2.4	Technische Daten zu den Einrichtungen	110
L.3.3	Lösungsmöglichkeiten alternativer Transport- und Lagersysteme	110
L.3.3.1	Alternative I: Bodenlagerung in Stapelgestellen	110
L.3.3.2	Alternative II: Mannbediente Kragarmregallagerung	115
L.3.3.3	Alternative III: Automatische Kragarmregallagerung	117
L.3.3.4	Alternative IV: Wabenregallagerung	122
L.3.4	Bewertung: Flächen, Höhen- und Raumnutzungsvergleich	124
L.3.4.1	Bewertung	126
Projekt L.4	Systemplanung eines Einheitenlagers	127
L.4.1	Aufgabe: Planung eines Beschaffungs- und Produktionslagers für DIN-Paletten	127

L.4.1.1	Bauliche Gegebenheiten	127
L.4.1.2	Lagergüter (Abb. L.4.2)	128
L.4.1.3	Lagerkapazität und -umschlag	128
L.4.1.4	Lagerorganisation	129
L.4.1.5	Sonstiges	129
L.4.2	Grundriss Lagerhalle	129
L.4.3	Erarbeitung alternativer Lagersysteme	130
L.4.4	Lösungsmöglichkeiten alternativer Lagersystemplanungen	130
L.4.4.1	Alternative Ia: Bodenlager mit Elektro-Deichsel-Stapler	130
L.4.4.2	Alternative Ib: Bodenlager mit Dreirad-Gabelstapler	135
L.4.4.3	Alternative IIa: Palettenregal mit Schubmaststapler	137
L.4.4.4	Alternative IIb: Palettenregal mit Hochregalstapler	140
L.4.4.5	Alternative III: Palettenregal mit Regalbediengerät	142
L.4.4.6	Alternative IV: Verschieberegal mit Schubmaststapler	144
Projekt L.5	Systemplanung Einheitenlager für Tiefkühlartikel	146
L.5.1	Aufgabe: Planung eines Distributionslagers mit Wirtschaftlichkeitsvergleich	146
L.5.1.1	Statische Planungsdaten	148
L.5.1.2	Statische und dynamische Planungsdaten	150
L.5.1.3	Lösungsmöglichkeiten alternativer Systemplanungen	151
L.5.1.4	Zeichenerklärung für alle Planungskonzepte	151
L.5.2	Alternative A 1: Palettenregallager mit Regalbediengerät	153
L.5.2.1	Lageraufbau	153
L.5.2.2	Materialfluss	158
L.5.2.3	Ablauforganisation	164
L.5.2.4	Vorbeugender Brandschutz	166
L.5.2.5	Kennzahlen	168
L.5.3	Alternative B2: Satellitenregallager mit verketteten Förderern	168
L.5.3.1	Lageraufbau	168
L.5.3.2	Materialfluss	176
L.5.3.3	Ablauforganisation	179
L.5.3.4	Vorbeugender Brandschutz	179
L.5.3.5	Kennzahlen	180
L.5.4	Alternative C2: Rollwagen-Palettenregallager mit verketteten Förderern	180
L.5.4.1	Lageraufbau	180
L.5.4.2	Materialfluss	184
L.5.4.3	Ablauforganisation	189
L.5.4.4	Vorbeugender Brandschutz	190
L.5.4.5	Kennzahlen	190
L.5.5	Darstellung ermittelter Abmessungen und Kennzahlen	190
L.5.5.1	Konstruktive Abmessungen	190

	L.5.5.2 Kennzahlen aller Planungsalternativen	192
L.5.6	Beurteilung der alternativen Planungskonzepte/Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	193
	L.5.6.1 Bewertung der alternativen Planungskonzepte	193
	L.5.6.2 Investitions- und Kostenrechnung	196
	L.5.6.3 Ermittlung des optimalen Planungskonzeptes	205
Projekt L.6	Lagerplanung eines Paternosterregales	206
	L.6.1 Ausgangssituation	206
	L.6.2 Zielsetzung	206
	L.6.3 Kurzanalyse	206
	L.6.3.1 Räumlichkeiten	206
	L.6.3.2 Lager- und Transporthilfsmittel	206
	L.6.3.3 Lagerumschlag	208
	L.6.3.4 Kommissionierleistung	208
	L.6.4 Planung Lagertechnik	208
	L.6.4.1 Neue Lagertechnik	208
	L.6.4.2 Ergebnis	209
	L.6.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	209
	L.6.5.1 Neues Kommissionierprinzip/Kommissionierleistung	209
	L.6.5.2 Wirtschaftlichkeitsrechnung Kosten/Einsparungen	212
K	Kommissionierlogistik	217
Projekt K.1	Optimierung des Kommissionierlagers eines Buchgroßhändlers	217
	K.1.1 Aufgabe: Planung eines Kommissionierlagers mit belegloser Kommissionierung	217
	K.1.1.1 Gebäudeabmessungen	217
	K.1.1.2 Sortimentsstruktur	218
	K.1.1.3 Auftragsstruktur	218
	K.1.1.4 Lagerplatzgrößen	220
	K.1.1.5 Ablauforganisation/Materialfluss (Abb. K1.4)	220
	K.1.1.6 Geforderte Mindestleistungen	221
	K.1.1.7 Randbedingungen	222
	K.1.2 Lösungsmöglichkeiten alternativer Sortier- und Kommissionierungssysteme	223
	K.1.2.1 Alternative I: Stahlband mit Ausschleusern und Kommissionierliste	223
	K.1.2.2 Alternative II: Kippschalensorter und belegloses Kommissionieren	225
	K.1.2.3 Alternative III: Klappschalensorter und belegloses Kommissionieren	229
Projekt K.2	Systemplanung eines Kommissionierlagers für Fisch- und Konservenware	230

K.2.1	Aufgabe: Planung eines Distributionslagers mit Versand	230
K.2.2	Beschreibung des Ist-Zustandes	230
K.2.2.1	Datengerüst Konservenbereich	230
K.2.2.2	Konservenlager (Abb. K2.1)	230
K.2.2.3	Sonderlager (Abb. K2.1)	231
K.2.2.4	Datengerüst Frischwarenbereich	231
K.2.2.5	Zielsetzungen für Systemplanung	231
K.2.3	Planungsprämissen und Planungssolldaten	231
K.2.3.1	Planungsprämissen	231
K.2.3.2	Planungs-Solldaten	233
K.2.4	Lösungsmöglichkeiten alternativer Transport- und Lagersysteme	233
K.2.4.1	Sonderlager	233
K.2.4.2	Frischwarenkommisionierung	234
K.2.4.3	Transportalternative I: Gabelstaplertransport	236
K.2.4.4	Transportalternative II: Rollenförderertransport	237
K.2.4.5	Transportalternative III: Verschiebewagentransport	238
K.2.4.6	Lageralternative I: Palettenregal – Einplatzprinzip	239
K.2.4.7	Lageralternative II: Palettenregal – Mehrplatzprinzip	241
K.2.4.8	Lageralternative III: Durchlaufregal	243
K.2.4.9	Lageralternative IV: Kombination Paletten- und Durchlaufregal	244
Projekt K.3	Planung eines Kommissionierlagers mit statischer Bereitstellung	246
K.3.1	Ausgangssituation und Zielsetzung	246
K.3.2	Beschreibung des Ist-Zustandes	246
K.3.2.1	Bauliche Gegebenheiten/Lagerart	246
K.3.3	Lösungsmöglichkeit für Personalberechnung	250
K.3.3.1	Berechnung der Nettoarbeitszeit	250
K.3.3.2	Berechnung der Kommissionierzeit	251
K.3.4	Alternative I: Abdeckung der Arbeitszeit durch eigene Mitarbeiter	251
K.3.5	Alternative II: Abdeckung der Arbeitszeit durch Überstunden	252
K.3.6	Alternative III: Abdeckung der Arbeitszeit durch nur für die Einlagerung zuständige Teilzeitarbeiter	252
K.3.7	Ergebnis	253
Projekt K.4	Optimierung im Distributionslager zur Gewinnung von Fläche und Erhöhung der Kommissionierleistung	254
K.4.1	Ausgangssituation K4.1 Typische Ausgangssituation	254
K.4.2	Zielsetzungen/Möglichkeiten zur Problemlösung	255
K.4.3	Analyse des IST-Zustandes	256
K.4.3.1	Palettenregale im Hochregallager	256
K.4.3.2	Turmregale im Hochregallager	258
K.4.3.3	Fachbodenregale im Flachlager	259

K.4.4	Konzepte zur Gewinnung von Hallenfläche und Erhöhung von Kommissionierleistung	260
K.4.4.1	Bedienung des Palettenregals im Hochregallager durch Kommissionierstapler	260
K.4.4.2	Gewinn an Hallen- und Artikellagerflächen durch Einsatz von K-Stapler	263
K.4.4.3	Flächengewinn durch zusätzliche Turmregale	263
K.4.4.4	Steigerung der Kommissionierleistung und Ermittlung der Einsparungen	264
K.4.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	266
K.4.5.1	Kosten und Einsparungen	266
K.4.5.2	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	267
V	Verpackungslogistik	269
Projekt V.1	Optimierung Verpackungsprozess durch Entkopplung von Arbeitsabläufen	269
V.1.1	Ausgangssituation	269
V.1.2	Zielsetzungen	269
V.1.3	Kurzanalyse	270
V.1.4	Konzipierung	270
V.1.4.1	Durchführungs-Voraussetzung	272
V.1.4.2	Optimierungen	272
V.1.5	Umsetzung	274
V.1.5.1	Schritt 1	275
V.1.5.2	Schritt 2	276
V.1.6	Wirtschaftlichkeitsrechnung	276
Projekt V.2	Verpackungsoptimierung und Einführung von Containerverladung	277
V.2.1	Ausgangssituation	277
V.2.2	Zielsetzung	277
V.2.3	Kurzanalyse	278
V.2.4	Konzeption	278
V.2.4.1	Kartonage und Kartonagenlager	278
V.2.4.2	Containerprüfung	279
V.2.4.3	Containerbeladung	279
V.2.4.4	Slip-Sheet	279
V.2.4.5	Ladungssicherung im Container mittels Airbag	281
V.2.4.6	Organisatorische und administrative Exportprozesse	283
V.2.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	284
H	Transport- und Lagerhilfsmittel	285
Projekt H.1	Optimierte Ladehilfsmittel	285

H.1.1	Ausgangssituation/Bedeutung der Transport- und Lagerhilfsmittel	285
H.1.2	Systematisierung der großen Vielfalt der LHM	285
H.1.3	Zielsetzung zur Optimierung der Ladehilfsmittel für die Airbus-Kabinenfertigung	286
H.1.4	Wirtschaftlichkeit	290
Projekt H.2	Behältermanagement	290
H.2.1	Ausgangssituation	290
H.2.2	Zielsetzung	290
H.2.3	Kurzanalyse	291
H.2.3.1	Grob-Beurteilung der Analyse	295
H.2.4	Vorgehensweise zur Lösung der Aufgabe	295
H.2.5	Ladehilfsmittel und Behälterauführungen	297
H.2.6	Zielsetzung Behältermanagement	298
I	Informationslogistik	301
Projekt I.1	Planung des Informationssystems mit belegloser Kommissionierung in einem Distributionslager	301
I.1.1	Ausgangssituation	301
I.1.1.1	Zielsetzung	301
I.1.2	Beschreibung des Ist-Zustandes	301
I.1.2.1	Datengerüst	302
I.1.2.2	Lagerablaufsteuerung und Informationsfluss	304
I.1.2.3	Ablieferung	304
I.1.2.4	Einlagerung	304
I.1.2.5	Auslagerung	307
I.1.2.6	Versand	307
I.1.2.7	Bewertung	307
I.1.3	Planungsprämissen	308
I.1.4	Lösungsmöglichkeiten Ablaufsteuerung und Informationsfluss	308
I.1.4.1	Ablieferung	309
I.1.4.2	Einlagerung	309
I.1.4.3	Auslagerung	309
I.1.4.4	Versand	309
I.1.4.5	Bewertung	312
Projekt I.2	Kanban-Steuerung	312
I.2.1	Ausgangssituation	312
I.2.2	Zielsetzung	313
I.2.3	Kurzanalyse	313
I.2.4	Konzeption	314
I.2.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	321
Projekt I.3	Planungsüberprüfung mit 3D-Technik	321

I.3.1	Ausgangssituation	321
I.3.2	Zielsetzungen	322
I.3.3	Kurzanalyse	322
I.3.4	Konzeption	322
Z	Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	327
Projekt Z.1	Verfügbarkeit einer Verpackungsanlage für Schokoladentafeln	327
Z.1.1	Ausgangssituation	327
Z.1.2	Zielsetzung	327
Z.1.3	Kurzanalyse	328
Z.1.4	Planung, Konzeptentwicklung	329
Z.1.4.1	Zuverlässigkeitstheoretische Grundlagen	330
Z.1.5	Berechnungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	331
Z.1.5.1	Verfügbarkeit	331
Z.1.5.2	Wirtschaftlichkeitsrechnung	334
Projekt Z.2	Betriebsanalyse einer Getränkeabfüllanlage	335
Z.2.1	Ausgangssituation	336
Z.2.2	Zielsetzung	337
Z.2.2.1	Verfügbarkeitsverlauf	337
Z.2.2.2	Ökonomische Begründung	337
Z.2.3	Kurzanalyse	337
Z.2.4	Planung, Konzeptentwicklung	338
Z.2.5	Wirtschaftlichkeitsrechnung	339
Z.2.5.1	Verfügbarkeitsverlauf	339
Z.2.5.2	Speichergröße	341
Z.2.5.3	Aufwand/Nutzenrechnung	342
	Projekt-Übersichtsmatrix	345
	Literatur	347

Einleitung

Für Planungen in der innerbetrieblichen Logistik gibt es viele unterschiedliche Ausgangssituationen, wie z. B.

- Neuplanung auf der grünen Wiese oder auf vorgegebenem Grundstück
- Lagerplanung in einer vorhandenen Halle
- Optimierung eines bestehenden Transport-, Lager- oder Kommissioniersystems
- Erweiterung des Produktionsprogrammes, Aufgabe eines Produktes
- Vergrößerung des Produktausstoßes
- Änderung des Kennzeichnungssystems, Einführung von Barcode
- Verbesserung des Informations- und Steuerungssystems
- Rationalisierung oder Umstellung des Verpackungsprozesses
- Optimierung der Typenzahl von Transport- und Lagerhilfsmitteln.

Bei jeder Planungsart sind jeweils andere Restriktionen, Randbedingungen und Zielsetzungen zu beachten. Diese werden durch weitere Vorgaben ergänzt, wie z. B. einzuhaltende Strategien, Investitionsvolumen, Beibehaltung von Anlagen oder Abmessungen in Gebäuden. So ist in den meisten Fällen die Planung ein Kompromiss in Abhängigkeit der gegebenen Prioritäten und Randbedingungen. Es kann also der Materialfluss nicht immer der Kristallisationspunkt der Planung sein.

Jede Planung ergibt mehrere Lösungen der Planungsaufgabe z. B. in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Finanzmittel. Die Entscheidung, welche Lösung zur Umsetzung kommt, hängt in den meisten Fällen von wirtschaftlichen Gesichtspunkten ab, also von der Wirtschaftlichkeitsberechnung und somit der Amortisationszeit.

Das vorliegende Buch will dem Planer in vielen Fällen unterschiedliche Lösungsansätze zu einer Projektaufgabe aufzuzeigen, ihm das systematische Vorgehen und strukturierte Handeln verdeutlichen und Denkanstöße für seine Vorgehensweise bei Planung und Optimierung geben.

Die Projektgliederung dieses Buches geschieht nach:

- **T** – Transportlogistik
- **L** – Lagerlogistik

- **K** – Kommissionierlogistik
- **V** – Verpackungslogistik
- **H** – Transport- und Lagerhilfsmittel
- **I** – Informationslogistik
- **Z** – Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit.

In den Projektbeispielen u. a. in **T**, **L** und **K** treten gleichzeitig viele Intralogistik-Teilbereiche auf. Hier wurde der dominierende Bereich als Eingliederungskriterium gewählt. Unter dem Abschn. 3.2 „Projekt-Übersichtsmatrix“ wird dies sichtbar und soll die Auswahl erleichtern.

Es gibt eine Vielzahl von Gründen, die eine Planung auslösen; für die Optimierung von bestehenden logistischen Systemen kann die eingangs dargestellte Ausgangssituation weiter ergänzt werden z. B.:

- hohe Lagerhaltungskosten; große Lagerbestände
- aufwändige Organisation; Einsparung von Mitarbeitern
- Reduzierung von Miet- oder Lagerfläche; Auflösung von Außenlagern.

Bei den hier behandelten Beispielen, die zwischen 1995 und 2011 bearbeitet und zum großen Teil realisiert wurden, wird möglichst folgende Strukturierung der Vorgehensweise eingehalten:

- Beschreibung der Ausgangssituation
- Aufgabenstellung bzw. Zielsetzung aus den erkannten Schwachstellen
- Kurzanalyse der planungsrelevanten Daten
- Konzipierung alternativer Lösungen
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen als Entscheidungsgrundlage.

Im letzteren Fall sind die Kostenvergleichsrechnungen bei den in diesem Buch aufgezeigten Beispielen auf das Planungsjahr bezogen bzw. mit dem festgelegten Umrechnungsfaktor auf Eurobasis umgestellt worden.

Hinweis: Bild- und Tabellenbezeichnungen sind nach den Projekten gekennzeichnet z. B. Abb. L6.3 oder Tab. L6.5. Es bedeutet Abb. L6.3: Buchstabe L = Kapitel Lagerlogistik; Zahl 6 = Projekt 6 und Zahl 3 = 3. Bild. Identisch bei Tabellen T.

Projekt T.1 Optimierung der Transporte in der Vorlager- und Kommissionierzone

T.1.1 Aufgabe: Beseitigung von Engpässen im Ein- und Auslagerungsbereich eines Hochregallagers

Für ein Hochregallager sollen die Vorlager- und Kommissionierzonen im Erdgeschoss (Wareneingangs- und Warenausgangszone, Halle A und B, s. Abb. T1.3) optimiert und der durch Überlastung hervorgerufene Engpass des Verteilerwagens (VTW1) beseitigt werden.

T.1.2 Beschreibung des Ist-Zustandes

T.1.2.1 Bauliche Gegebenheiten/Lagerart/Transportmittel

Hochregallager

Abmessungen (in m)	$L \times B \times H: 54 \times 15,5 \times 32$ (Grundriss s. Abb. T1.1)
Lagerart	Behälterregal mit Einplatzsystem (Linienlagerung)
Lagereinheit	Transportbehälter s. u.
Lagerkapazität	ca. 8000 Lagereinheiten

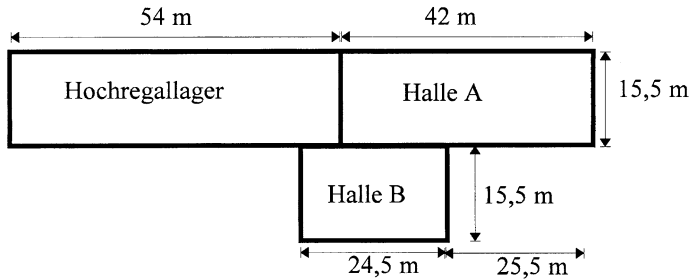
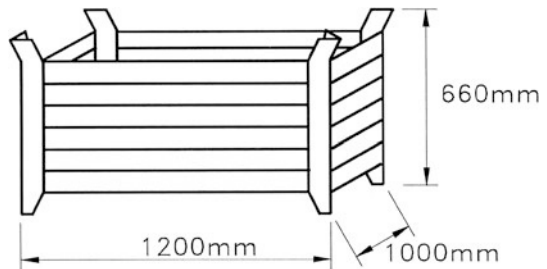


Abb. T1.1 Grundriss des Hochregallagers und der Hallen A und B

Abb. T1.2 Transportbehälter



4 Regalbediengeräte mit automatischer Steuerung:

Traglast:	1200 kg
Fahrgeschwindigkeit:	100 m/min
Hubgeschwindigkeit:	60 m/min
Leistung pro Gerät:	24 Doppelspiele/h
Umschlag pro Stunde:	92 LE/h bei Ein- und Auslagerung in insgesamt 3 Ebenen

Vorgebäude mit Kommissionierzonen

	Halle A	Halle B
Abmessungen (in m)	L × B: 42 × 15,5	L × B: 24,5 × 15,5 (nur Erdgeschoss)
Kommissionierplätze	10 im Erdgeschoss	13

Es gibt 3 Verteilerwagen im Erdgeschoss. Halle A und B werden im Erdgeschoss durch den Verteilerwagen 1 verbunden.

Verteilerwagen 1

Kapazität:	∅ 42 Transportbehälter/h
Geschwindigkeit:	0,21 m/s
Zeit Be- und Entladen:	je 5 s, d. h. 10 s für jeden Behälter

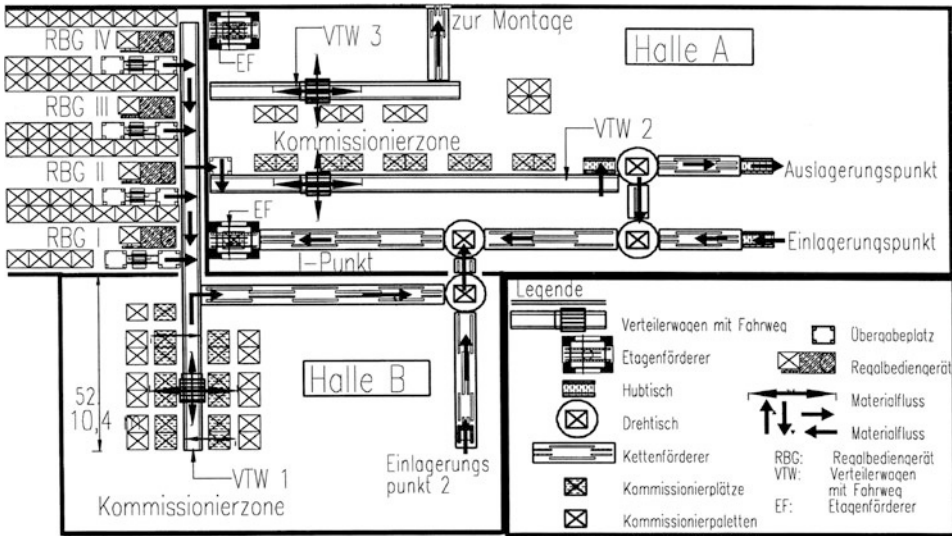


Abb. T1.3 Lagerlayout und Materialfluss der Transportbehälter

Der Verteilerwagen 1 gibt durchschnittlich 17 Transportbehälter/h in Halle B ab und 25 Transportbehälter/h in Halle A.

Lagergüter/Lagereinheit

Anzahl der Artikel:	ca. 6000
Lagereinheit:	Transportbehälter (Abb. T1.2), Stahl L × B × H: 1200 × 1000 × 660 mm
max. Gewicht:	1200 kg

- die Behälter sind stapelbar
- Ladungsüberstand ist durch die Behälter ausgeschlossen

T.1.2.2 Lagerlayout/Materialfluss/Lagerorganisation

Erdgeschoss: Einlagerung

Nach Prüfung der Waren werden diese in den Transportbehältern mittels Gabelstaplern zu den Einlagerungspunkten 1 oder 2 gebracht. Die bereits bei Wareneingang im Rechner erfassten Waren werden über Kettenförderer und Drehtische zur Identifizierung am I-Punkt transportiert und von dort über den Etagenförderer 1 (EF 1) zur Haupteinlagerebene im Zwischengeschoss transportiert, wo sie mit Hilfe der Regalbediengeräte I bis IV im Hochregallager eingelagert werden.

Erdgeschoss: Auslagerung

Nach der Anforderung werden die Transportbehälter mit den Regalbediengeräten (RBG I bis RBG IV) aus dem Hochregallager ausgelagert und zu Übergabeplätzen gebracht. Von diesen Übergabeplätzen werden die Behälter über Verteilerwagen mit sehr kurzem Fahrweg zu Übergabeplätzen direkt am Verteilerwagen 1 (VTW 1) transportiert. Nach Übergabe an den Verteilerwagen 1 werden die Behälter entweder direkt (Halle B) oder indirekt (Halle A) über einen weiteren Übergabeplatz und Verteilerwagen 2 (VTW 2) zu den Kommissionierplätzen transportiert. Nach dem Kommissioniervorgang werden die Behälter auf Rücklagerfähigkeit geprüft und gegebenenfalls wieder eingelagert. Dabei werden die Behälter in Halle B vom Verteilerwagen 1 zum Kettenförderer transportiert, der sie über Drehtische und weitere Kettenförderer zum I-Punkt für die Einlagerung bringt. In Halle A transportiert der Verteilerwagen 2 die Behälter zu einem Hubtisch, und sie gelangen über Drehtische und Kettenförderer wieder zum I-Punkt. Die weitere Einlagerung geschieht wie oben beschrieben.

T.1.3 Problemstellung

T.1.3.1 Ausgangssituation

Der Verteilerwagen 1 arbeitet im Verhältnis zu den Regalbediengeräten I bis IV zu langsam. Dies hat Staus an den Übergabeplätzen der Regalbediengeräte zur Folge, verringert deren Leistung und führt zu Engpässen bei der Ein- und Auslagerung im Hochregallager. Zum anderen ist der Verteilerwagen zu ca. 15 % überlastet.

T.1.3.2 Auswirkungen

Durch die Überlastung des Verteilerwagens kommt es zu Störungen bei der nachfolgenden Kommissionierung, z. B. warten die Kommissionierer zu lange auf das angeforderte Material. Dadurch wird die Bereitstellung des Materials an den Montagestellen verzögert. Wartezeiten in der Produktion sind die Folge.

T.1.3.3 Zielsetzungen

Die Engpässe bei dem Verteilerwagen 1 und damit die Wartezeiten der Kommissionierer sollen beseitigt und die Kapazität der Verteilerwagen erweitert werden.

T.1.4 Lösungsmöglichkeiten alternativer Ausführungsplanungen

T.1.4.1 Alternative I: Zusätzlicher Verteilerwagen

Maßnahmen in Halle B

- Der Fahrweg des Verteilerwagens 1 wird verkürzt.
- Ein weiterer Verteilerwagen la wird in Halle B, senkrecht zum Verteilerwagen 1 aufgebaut.
- Die 13 vorhandenen Kommissionierplätze in Halle B werden auf 9 reduziert und parallel zum neuen Verteilerwagen la aufgestellt.
- Der Verteilerwagen 1 erhält an seinem Übergabepunkt in Halle B zwei Übergabepätze für die Übergabe an den neuen Verteilerwagen la.
- Der neue Verteilerwagen la erhält zur Übergabe an den Kettenförderer zur Rücklagerung einen Übergabepplatz.

Lagerorganisation

Einlagerung

Die Organisation der Einlagerung wird nicht verändert.

Auslagerung

Die Transportbehälter werden nicht mehr direkt vom Verteilerwagen 1 zu den Kommissionierplätzen in Halle B gebracht, sondern werden an den beiden Übergabepätzen abgesetzt, bis sie vom neuen Verteilerwagen la übernommen und zu den Kommissionierplätzen transportiert werden (s. Abb. T1.4). Nach beendetem Kommissioniervorgang werden die Behälter vom neuen Verteilerwagen la wieder aufgenommen und zum Übergabepplatz am Kettenförderer für die Einlagerung gebracht. Die Rücklagerung erfolgt wie oben.

Resultat

Der Fahrweg des Verteilerwagens 1 wird um 9,2 m verkürzt. Daraus ergibt sich in einer Überschlagsrechnung:

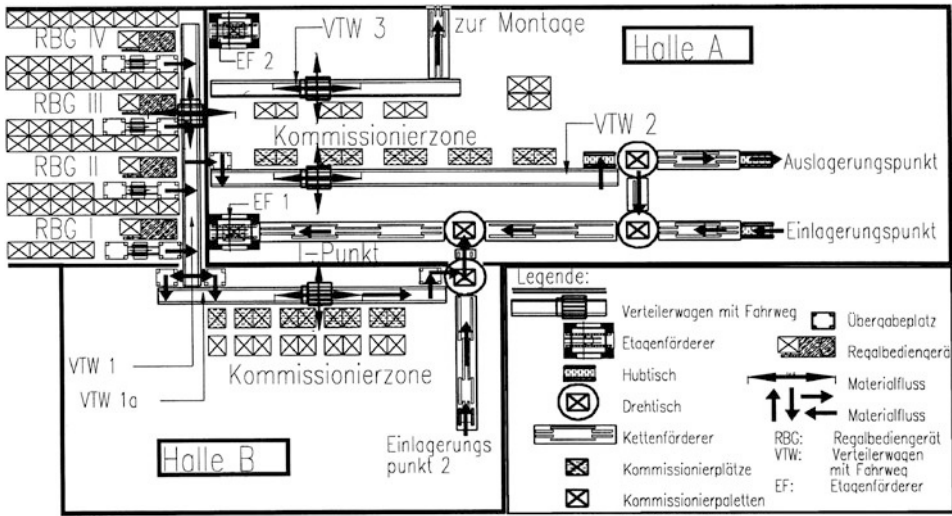


Abb. T1.4 Alternative I

$9,2 \cdot 2^1) = 18,4 \text{ m}$	Durchschnittlicher Weg, den der VTW 1 nicht mehr fahren muss
$18,4 \text{ m} \cdot 17^2) = 312,8 \text{ m}$	Weg, der pro Stunde eingespart wird
$312,8 \text{ m} / 0,21^3) \text{ m} = 1489,52 \text{ s}$	Zeitersparnis für VTW 1 pro Stunde (Transport in Halle B)
$17^4) \cdot 10^5) \text{ s} = 170 \text{ s}$	Zeitersparnis für Be- und Entladen Halle B
$1489,52 \text{ s} + 170 \text{ s} = 1659,52 \text{ s}$	Gesamtsumme eingesparte Zeit/Stunde Arbeitszeit
$(1659,52 \text{ s} \cdot 42 \text{ Behälter}^6) / 3600 \text{ s} \approx 19 \text{ Behälter/h}$	

¹⁾ Der Wagen fährt immer bis zum Ende und dann zu den Kommissionierplätzen, d. h. einmal 9,2 m. Für Ein- und Auslagerung ist statistisch jeweils die Hälfte des Weges anzusetzen.

Daraus ergibt sich: $1 + 0,5 + 0,5 = 2$.

²⁾ pro Stunde werden 17 Behälter ausgelagert

³⁾ Geschwindigkeit des Verteilerwagens

⁴⁾ pro Stunde werden 17 Behälter ausgelagert

⁵⁾ Zeit zum Be- und Entladen der Behälter

⁶⁾ Kapazität des Verteilerwagens

Durch die Verkürzung des Weges, den der Verteilerwagen 1 zurücklegen muss, kann der Verteilerwagen 1 ca. 19 Behälter pro Stunde mehr auslagern. Er erhält somit ca. 48 % mehr Kapazität, d. h. nach Abrechnung der Überlastung ist noch eine Kapazitätserhöhung um ca. 33 % vorhanden.

Kosten

Nr.	Bezeichnung	Kosten in T€
1	Neuer Verteilerwagen incl. Steuerung	75
2	Umbaukosten	10
	Summe	85

Ergebnis

Durch die Kapazitätserhöhung sind der Engpass und die Wartezeiten der Kommissionierer beseitigt sowie eine Kapazitätsreserve von ca. 33 % gegeben. Als weiterer Effekt wird ein Flächengewinn von ca. 45 m² erzielt. Demgegenüber steht eine Investition von 85.000,- €.

Der Lösungsvorschlag ist realisierbar.

T.1.4.2 Alternative II: Änderung der Einlagerung

Maßnahmen in Halle B

- Die Sicherheitseinrichtungen an den 13 Kommissionierplätzen in Halle B werden abgebaut, und die Kommissionierplätze werden auseinandergerückt.
- Die Rücklagerung der Transportbehälter wird nicht mehr durch den Verteilerwagen 1 durchgeführt, sondern die Transportbehälter werden von den Kommissionierern mittels vorhandenem Deichsel-Gabel-Hochhubwagen zum Einlagerungspunkt 2 in Halle B gebracht.
- Der Kettenförderer zur Rücklagerung wird stillgelegt (Abb. T1.5).

Lagerorganisation

Die Organisation der Aus- und Einlagerung wird nicht verändert, für die Rücklagerung gilt jedoch Folgendes:

Die rücklagerfähigen Transportbehälter werden nicht mehr vom Verteilerwagen 1 aufgenommen und über den Kettenförderer zurücktransportiert, sondern sie werden mit Deichsel-Gabel-Hochhubwagen von den Kommissionierern zum Einlagerungspunkt 2 gebracht. Der Verteilerwagen 1 ist somit nur für die Auslagerung für das Hochregallager zuständig. Der Deichsel-Gabel-Hochhubwagen ist bereits vorhanden und wird für den Abtransport der Kommissionierpaletten genutzt. Mit dieser Tätigkeit ist er jedoch nur zu 20 % ausgelastet.

Resultat

Die Aufgabe des Verteilerwagens 1 wird auf die Auslagerung beschränkt. Es ergibt sich folgende Überschlagsrechnung:

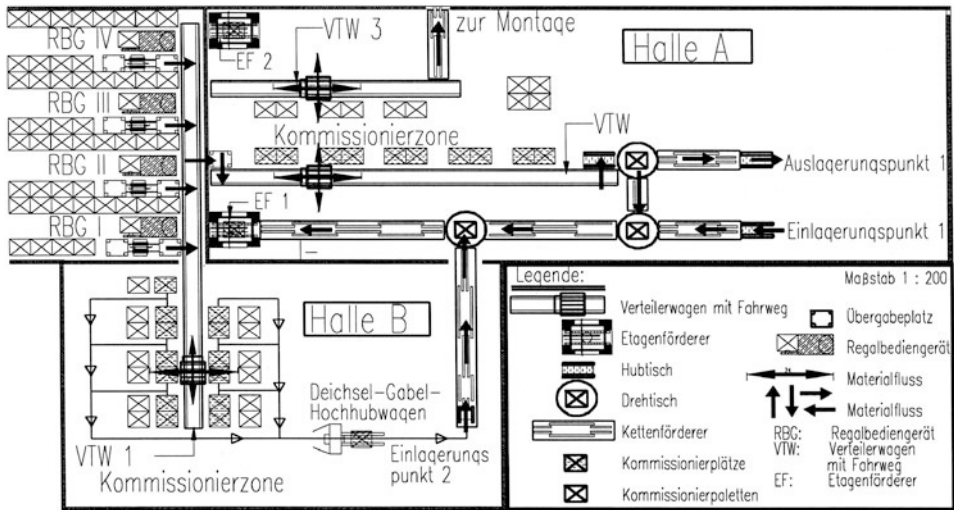


Abb. T1.5 Alternative II

$9,2 \cdot 0,5^1 = 4,6 \text{ m}$	Durchschnittlicher Weg, den der VTW 1 nicht mehr fahren muss
$4,6 \text{ m} \cdot 17^2 = 78,2 \text{ m}$	Weg, der pro Stunde eingespart wird
$78,2 \text{ ms} / 0,21^3 = 372,4 \text{ s}$	Zeitersparnis für VTW 1 (keine Rücklagerung mehr)
$17^4 \cdot 10^5 = 170 \text{ s}$	Zeitersparnis für Be- und Entladen Halle B
$372,4 \text{ s} + 170 \text{ s} = 542,4 \text{ s}$	Gesamtsumme eingesparte Zeit/Stunde Arbeitszeit
$542,4 \text{ s} \cdot 42 \text{ Behälter}^6 / 3600 \text{ s} \approx 6,3 \text{ Behälter/h}$	

¹⁾ für die Auslagerung ist statistisch die Hälfte des Weges zusetzen.

²⁾ pro Stunde werden 17 Behälter ausgelagert

³⁾ Geschwindigkeit des Verteilerwagens

⁴⁾ pro Stunde werden 17 Behälter ausgelagert

⁵⁾ Zeit zum Be- und Entladen

⁶⁾ Kapazität des Verteilerwagens

Der Verteilerwagen 1 kann durch die Aufgabenbeschränkung pro Stunde ca. 6 Behälter mehr auslagern. Die Kapazität wird damit um ca. 17 % erhöht. Die Auslastung des Deichsel-Gabel-Hochhubwagens stellt sich wie folgt dar:

durchschnittliche Auslastung	20 % = 12 min
durchschnittlicher erforderlicher Transport	17 Behälter/h
Zeit für den Transport von 17 Behältern, bei einer Transportzeit von 1,5 min pro Behälter	$17 \times 1,5 \text{ min} \Rightarrow 25,5 \text{ min}$
neue Auslastung des Deichsel-Gabel-Hochhubwagens	$12 \text{ min} + 25,5 \text{ min} = 37,5 \text{ min}$

Die Auslastung des Deichsel-Gabel-Hochhubwagens ist von 20 % auf 62,5 % gestiegen.

Kosten

Tab. T1.1 Kostenaufstellung Lösungsvorschlag II

Nr.	Bezeichnung	Kosten in T€
1	Umprogrammierung	5
2	Umbaukosten	5
	Summe	10

Ergebnis

Durch die Kapazitätserhöhung um 17 % ist der Engpass vollständig beseitigt, die Wartezeiten der Kommissionierer werden verkürzt. Die Investition ist mit 10.000,- € relativ gering (Tab. T1.1). Bei diesem Lösungsvorschlag ist zu beachten, dass die Kommissionierer die Transportbehälter an den Einlagerungspunkt bringen müssen und dafür Zeit benötigen. Übersteigt diese Zeit die vorhandene Wartezeit, so ergibt sich eine geringe Kapazitätserhöhung. Eine Kapazitätsreserve ist mit lediglich 2 % (0,84 Behälter/h) praktisch nicht vorhanden.

Die Auslastung des Deichsel-Gabel-Hochhubwagens ist auf 62,5 % gestiegen, und es bestehen hier noch Reserven, sodass einige Transporte mit Deichsel-Gabel-Hochhubwagen auch länger als 1,5 min dauern können, ohne einen Stau zu verursachen.

Unter der Prämisse, dass die Zeit der Kommissionierer für die Rücklagerung nicht größer als die Wartezeit ist, ist dieser Lösungsvorschlag realisierbar.

T.1.4.3 Alternative III: Mobile Kommissionierplätze

Maßnahmen in Halle B

- Der Fahrweg des Verteilerwagens 1 wird verkürzt.
- Die Transportbehälter werden in Halle B unmittelbar an den Kettenförderer übergeben.
- Die vorhandenen 13 festen Kommissionierplätze werden in mobile Kommissionierplätze auf dem Kettenförderer umgewandelt (Abb. T1.6).

Lagerorganisation

Einlagerung

Die Organisation der Einlagerung wird nicht verändert.

Auslagerung

Der Verteilerwagen 1 übergibt die Transportbehälter in Halle B unmittelbar der Reihe nach an den Kettenförderer. Der Kommissionierer kommissioniert mobil vom Kettenförderer ab, und der Behälter taktet nach Quittierung um einen Platz nach vorn. Die rücklagerfähigen Behälter werden am Ende des Kettenförderers wieder über den Drehtisch in den Rücklagerprozess eingeschleust.

Resultat

Der Verteilerwagen 1 hat einen kürzeren Weg zurückzulegen und wird nur noch für die Auslagerung eingesetzt. Es gilt hier ebenfalls die Überschlagrechnung des Lösungsweges in Abschn. T1.4.1. D. h. der Verteilerwagen 1 kann 20 Behälter pro Stunde mehr auslagern, und es ergibt sich eine Kapazitätserhöhung von 48 %.

Kosten

Nr.	Bezeichnung	Kosten in T€
1	Umprogrammierung	5
2	Umbaukosten	10
	Summe	15

Ergebnis

Durch die Kapazitätserhöhung sind der Engpass und die Wartezeiten der Kommissionierer beseitigt. Ein Flächengewinn von ca. 74 m² wird erzielt. Die Investition ist gering. Eine Kapazitätsreserve von ca. 33 % ist vorhanden. Der Lösungsvorschlag ist realisierbar.

T.1.5 Vergleich der Lösungsvorschläge

Durch jeden der drei Lösungsvorschläge wird der Engpass des Verteilerwagens 1 beseitigt und die Wartezeiten werden reduziert. Zusätzlich wird die Kapazität in allen drei Lösungsvorschlägen erhöht. Alle drei Lösungsvorschläge sind realisierbar und unterscheiden sich im Wesentlichen im Flächengewinn und in der Höhe der Investition:

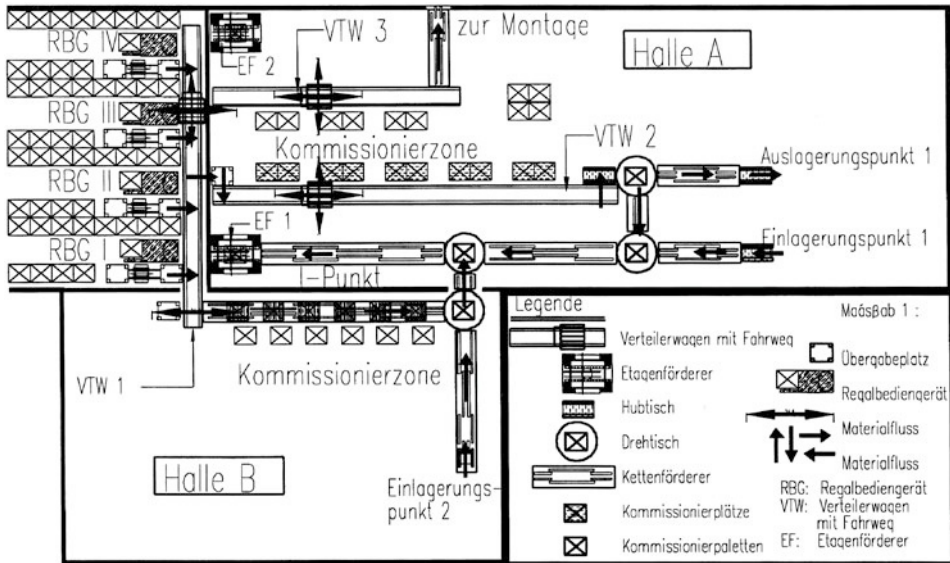


Abb. T1.6 Alternative III

	Lösungsvorschlag I	Lösungsvorschlag II	Lösungsvorschlag III
Engpassbeseitigung	Erfüllt	Erfüllt	Erfüllt
Wartezeitenreduzierung	Erfüllt	Erfüllt	Erfüllt
Kapazitätsreserve	ca. 33 %	ca. 2 %	ca. 33 %
Investition in T€	85	10	15
Bemerkungen	Flächengewinn 45 m ²	Auslastung des Deichsel-Gabel-Hochhubwagens von 20 % auf 62,5 % gestiegen	Flächengewinn 72 m ²

Zur Realisierung gelangt Lösungsvorschlag III.

Projekt T.2 Systemplanung einer Paketsortieranlage

T.2.1 Aufgabe: Planung eines Distributionslagers für 100.000 Pakete pro Tag

Aufgabe ist es, eine Sortieranlage zu planen, wobei Grundstück, Gebäude und der prinzipielle Ablauf vorgegeben sind. Es sollen alternative technische Lösungen für diese Aufgabe erarbeitet werden.

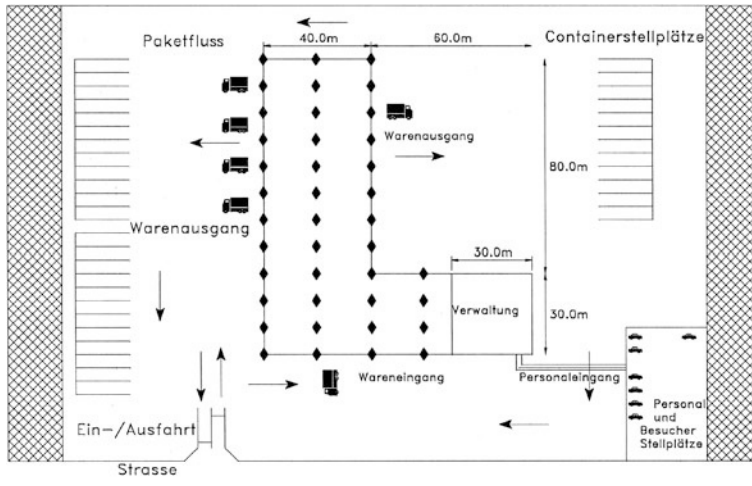


Abb. T2.1 Grundstückslayout

T.2.1.1 Grundstück/Bauliche Gegebenheiten

Grundstück

- Rechtwinkliges, voll erschlossenes Grundstück, Abb. T2.1
- Straßenanbindung vorhanden
- Park- und Rangierflächen für Container und LKW

Gebäudeabmessungen

- L-förmige Halle mit angeschlossener Verwaltung $L \times B \times H$ in m: $30 \times 30 \times 15,5$
- Halle Hauptteil $L \times B \times H$ in m: $110 \times 40 \times 15$; Schenkel $L \times B \times H$ in m: $30 \times 30 \times 15$
- Es müssen mindestens 30 Tore vorhanden sein:
 - 10 Entladetore, davon 5 Tore mit Rampenhöhe 1,50 m und 4 Tore mit Rampenhöhe 1,25 m sowie eine stufenlos verstellbare Überladebrücke
 - 30 Ausgangstore, davon 20 Tore mit Rampenhöhe 1,50 m, 9 Tore mit Rampenhöhe 1,25 m sowie eine stufenlos verstellbare Überladebrücke

Ablauforganisation

Im Rahmen dieser Planung sollen die Vorgänge in einem Sortierzentrum näher betrachtet werden. Die Pakete durchlaufen folgende Bearbeitungsstellen:

- Entladen der ankommenden Pakete
- Codierung und Etikettierung der entladenen Pakete
- Vorsortierung auf einem vorgeschalteten Sortierförderer