

Dipl.-Ing. Frank Wend, Braunschweig

Konzept eines neuartigen Umschlagsystems für den Kombinierten Ladungsverkehr

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **301**

Konzept eines neuartigen Umschlagsystems für den Kombinierten Ladungsverkehr

Vorwort	III
Verwendete Zeichen und Symbole	XI
1 Übersicht	1
2 Einleitung	2
3 Die Entwicklung des Kombinierten Ladungsverkehrs	4
3.1 Die allgemeine Entwicklung des Kombinierten Ladungsverkehrs	4
3.2 Die technische Entwicklung der Terminals des Kombinierten Ladungsverkehrs	6
4 Schwachstellen des Kombinierten Ladungsverkehrs	7
4.1 Die lange Transportzeit auf der Schiene	7
4.2 Die hohen Kosten des Kombinierten Ladungsverkehrs	8
4.3 Der Nachtsprung	9
4.4 Der Umschlag in den Terminals	10
4.5 Die Informations- und Kommunikationssysteme	10
4.6 Schlußfolgerungen	11

5	Vorstellung unterschiedlicher Umschlagverfahren	13
5.1	Begriffserläuterung zum Kombinierten Ladungsverkehr	13
5.1.1	Direktzug	13
5.1.2	Ganzzug	13
5.1.3	Linienzug	13
5.1.4	Inter Cargo	14
5.1.5	InterKombiExpress	14
5.1.6	Vor- und Nachlauf	14
5.1.7	Hauptlauf	14
5.1.8	Ladeeinheit	14
5.1.9	Container	14
5.1.10	Wechselbehälter	15
5.1.11	Standverfahren	15
5.1.12	Fließverfahren	15
5.1.13	Horizontal-Umschlag	15
5.1.14	Vertikal-Umschlag	15
5.2	Vorstellung einer Auswahl von Umschlagverfahren	16
5.2.1	System Deutsche Bundesbahn	16
5.2.2	System Aachen (AC)	17
5.2.3	System DEMAG	18
5.2.4	System Lässig-Schwanhäuser (ULS)	19
5.2.5	System Krupp Schnellumschlaganlage	20
5.2.6	System Noell	21
5.2.7	System Mannesmann	22

6 „Terminal 2000“	23
6.1 Das Umschlagkonzept	23
6.2 Das Transportkonzept	29
6.3 Das Betriebskonzept	33
7 Bewertung der vorgestellten Umschlagverfahren	36
7.1 Bewertungskriterien	36
7.1.1 Umschlagzeit beeinflussende Faktoren	36
7.1.2 Realisierbarkeit	37
7.1.3 Betriebs- und Investitionskosten	37
7.1.4 Umschlagdauer	37
7.2 Wichtung der Bewertungskriterien	37
7.3 Bewertung	38
7.4 Bewertungsmatrix	43
8 Dimensionierung des Umschlagroboters im „Terminal 2000“	45
8.1 Analyse der Roboterbewegung	45
8.1.1 Allgemeine Gleichungen	46
8.1.2 Anfahren einer beliebigen Containerposition	47
8.1.3 Normaler Betrieb	48
8.2 Ermittlung der Randbedingungen zur Dimensionierung	49
8.2.1 Containerabmessungen	49
8.2.2 Tragwagen	50
8.2.3 Lokomotive	51

8.3	Ermittlung der Umschlagzeit	51
8.3.1	Verschiedene Anordnungsvarianten des Schleppkettenförderers ..	53
8.3.2	Zeitlicher Ablauf des Umschlagvorgangs	55
8.4	Berechnung der zu installierenden Antriebsleistung	57
8.4.1	Gleichungen zur Ermittlung der Parameter	57
8.4.2	Ermittlung der Hubleistung	59
8.4.3	Ermittlung der Schwenkleistung	60
8.4.4	Ermittlung der Rendezvousleistung	62
8.4.5	Ermittlung der Schleppkettenfördererleistung	63
8.5	Vergleich der Ergebnisse mit denen von Portalbrückenkranen	66
9	Kombination mehrerer Roboter	67
9.1	Umschlagroboter mit Längsförderer	67
9.2	Umschlagroboter mit Querförderer	67
9.3	Umschlagroboter mit abgesenktem Querförderer	68
9.4	Schlußfolgerungen	69
9.5	Variation des Spreaders	69
9.5.1	Der adaptive Spreader	70
9.5.2	Die Greifzangen	71
10	Entwurf der Betriebsführung des „Terminal 2000“	73
10.1	Methodischer Entwurf	73
10.2	Modellbildung mit Petrinetzen	75
10.2.1	Durchgängige Nutzung bei der Modellbildung	78
10.2.2	Hierarchisierung und Dekomposition des Modells	79
10.3	Betriebsführungs- und Prozeßmodell	81

10.3.1 Betriebsführungsmodell	81
10.3.2 Prozeßmodell	84
10.4 On-line Simulation	88
10.4.1 Testbetrieb in der Entwicklung und reale Prozeßführung	89
10.4.2 Reale Führung des Prozesses	90
10.5 Wegoptimierung mit Petrinetzen	92
10.5.1 Die Lagerstruktur	93
10.5.2 Das Petrinetzmodell der Lagerstruktur	94
10.5.3 Sinnvolle Reduzierung der Inzidenzmatrix	97
10.5.4 Algorithmen zur Bestimmung optimaler Schaltfolgen	103
11 Implementierung der Betriebsführung	113
11.1 Anforderungen an das Modell	113
11.2 Die Sensoren/Aktoren	113
11.2.1 Portalkrane	114
11.2.2 Roboter	115
11.3 SPS Hard- Software	115
11.3.1 Das Zentralgerät S5-135 U	116
11.3.2 Die Haupt-CPU CPU 928	117
11.3.3 Der Steck-PC CP 581	117
11.3.4 Die digitalen Ein- und Ausgabebaugruppen	
DE 430, DE 432, DA 451	117
11.3.5 Die Identifikationsbaugruppe Moby-L	118
11.3.6 Die Gleichstrombaugruppe IP 246	118
11.3.7 Die Schrittmotorbaugruppe IP 247	119
11.4 Workstation und Kommunikation	120

12	Validation	121
12.1	Prozeßimplementierung	121
12.2	Test und Dynamische Validation	124
12.2.1	Theoretische Betrachtung	124
12.2.2	Gemessenes Verhalten	126
12.2.3	Verlauf einer Entladung	128
13	Zusammenfassung und Ausblick	129
14	Literaturverzeichnis	130