

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 4

Bauingenieurwesen

Dipl.-Ing. Alexander Glock,
Darmstadt

Nr. 183

Technisch-wirtschaft-
liche Untersuchung
luftschiffbasierter
Schwerlastlogistik im
Bauwesen

AVK00

HLuHB Darmstadt



15396318

VDI Verlag

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	III
Vorwort	IV
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Anlass der Arbeit	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	3
1.3 Vorgehensweise	3
2 Einbindung des CargoLifters in bestehende Systeme der Schwerlastlogistik	6
2.1 Allgemeines	6
2.2 Begriffliche und sachliche Abgrenzung.....	6
2.2.1 Transport – Verkehr – Logistik.....	6
2.2.2 Schwerlastlogistik	8
2.2.3 Grundstrukturen logistischer Systeme.....	9
2.2.4 Dekomposition logistischer Systeme.....	9
2.3 Güterverteilung innerhalb makrologistischer Systeme	11
2.3.1 Anforderungen an makrologistische Systeme der Güterverteilung	11
2.3.2 Leistungsfähigkeit von Verkehrssystemen	11
2.3.3 Verkehrssysteme innerhalb makrologistischer Systeme	13
2.3.3.1 Straßenverkehr.....	13
2.3.3.2 Schienenverkehr.....	14
2.3.3.3 Binnenschifffahrt	15

2.3.3.4 Seeschifffahrt	15
2.3.3.5 Luftverkehr	16
2.3.4 Verkehrsteilung	18
2.3.5 Schnittstellenfunktion von Verkehrsknoten	19
2.3.6 Funktionale Transportketten	19
2.4 Logistikkonzept der CargoLifter AG	20
2.4.1 Ausgangssituation	20
2.4.2 Grundidee luftschiffbasierter Schwerlastlogistik	21
2.4.3 Zielmärkte und Marktpotenzial	22
2.4.4 Logistiknetzwerk	23
2.4.5 Marktintegration der Logistikleistung	24
2.5 Entwurf des CargoLifters	25
2.5.1 Transportluftschiff	25
2.5.2 Lastaustauschverfahren	27
2.5.2.1 Ballastierung und Lastaustausch	27
2.5.2.2 Lastaufnahme und Lastanschlag	28
2.5.2.3 Abspannung und Bodeninfrastruktur	29
2.5.3 Zwischenschritt im Entwicklungsprozess: CL75 AirCrane	30
2.6 Einsatzformen des CargoLifters	32
2.6.1 CargoLifter als Transportmittel	32
2.6.2 CargoLifter als Transportmittel und Montagegerät	32
2.7 Prämissen zum Einsatz des CargoLifters	35
2.8 Methoden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des CargoLifters im Bauwesen	38
2.8.1 Rechenmethoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung	38
2.8.2 Hierarchie unterschiedlicher Abstraktionsebenen	39
2.8.3 Grundüberlegungen zum CargoLifter-Einsatz im Bauwesen	40
2.8.3.1 Abstraktionsebene Transportunternehmen	41
2.8.3.2 Abstraktionsebene Bauunternehmen	42
2.8.3.3 Abstraktionsebene Bauherr	43
2.9 Zusammenfassung	45

3 Einsatzmöglichkeiten des CargoLifters als Transportmittel im Bauwesen	47
3.1 Aufbau alternativer Transportketten	47
3.1.1 Einführung.....	47
3.1.2 Konventionelle Transportketten für Kontinentaltransporte.....	48
3.1.3 Konventionelle Transportketten für Interkontinentaltransporte:	48
3.1.4 Eingliedrige Transportketten unter Einbeziehung des CargoLifters.....	49
3.1.5 Mehrgliedrige Transportketten unter Einbeziehung des CargoLifters.....	50
3.1.6 Prognose zur erwarteten Bedeutung des CargoLifters	50
3.2 Vergleichende Untersuchung des CargoLifter-Einsatzes beim Transport schwerer Baugeräte	52
3.2.1 Einführung und Vorgehensweise	52
3.2.2 Projektbeispiel Kontinentaltransport	53
3.2.2.1 Konventionelle eingliedrige LKW-Transportkette.....	53
3.2.2.2 Szenario „CargoLifter in eingliedriger Transportkette“	54
3.2.2.3 Gegenüberstellung der Ergebnisse der Transportkettenanalyse	56
3.2.3 Projektbeispiel Interkontinentaltransport	57
3.2.3.1 Konventionelle Transportkette LKW – Binnenschiff – Seeschiff – LKW	57
3.2.3.2 Konventionelle Transportkette LKW – Flugzeug – LKW	58
3.2.3.3 Szenario „CargoLifter in eingliedriger Transportkette“	58
3.2.3.4 Szenario „CargoLifter in mehrgliedriger Transportkette“	59
3.2.3.5 Gegenüberstellung der Ergebnisse der Transportkettenanalyse	60
3.3 Zusammenfassung und Kernaussagen der Transportkettenanalysen	63

4 Einsatzmöglichkeiten des CargoLifters in der Fertigteilbauweise im Hochbau	65
4.1 Grundlagen	65
4.1.1 Begriffliche und sachliche Abgrenzung	65
4.1.2 Anwendungsbereiche der Fertigteilbauweise im Hochbau	66
4.2 Fertigteilbauweise als Möglichkeit der Rationalisierung und Industrialisierung im Hochbau	68
4.2.1 Theoretische Rationalisierungspotenziale der Fertigteilbauweise	68
4.2.2 Konstruktionsweisen im Fertigteilbau	70
4.2.2.1 Skelettbauweise	70
4.2.2.2 Tafelbauweise	71
4.2.2.3 Raumzellenbauweise	71
4.2.3 Baustoffe im Fertigteilbau	73
4.2.4 Vorfertigungsgrade im Fertigteilbau	74
4.2.5 Eignung der Fertigteilbauweisen im Hochbau für den Einsatz des CargoLifters	76
4.3 Vergleichende Untersuchung des CargoLifter-Einsatzes bei der Herstellung von Schnellrestaurants aus typisierten Raumzellen	78
4.3.1 Einführung und Vorgehensweise	78
4.3.2 Projektbeschreibung	80
4.3.3 Baubetriebliche Analyse der derzeitigen Herstellung	80
4.3.3.1 Derzeitige Raumzelleneinteilung	81
4.3.3.2 Derzeitige Vorfertigung im Werk	81
4.3.3.3 Derzeitiger Transport zur Baustelle	83
4.3.3.4 Derzeitige Montage auf der Baustelle	84
4.3.4 Szenario „CargoLifter bei Innenlasttransport“	85
4.3.4.1 Raumzelleneinteilung bei Innenlasttransport	85
4.3.4.2 Vorfertigung im Werk bei Innenlasttransport	86
4.3.4.3 Transport zur Baustelle bei Innenlasttransport	87
4.3.4.4 Montage auf der Baustelle bei Innenlasttransport	88
4.3.5 Szenario „CargoLifter bei Außenlasttransport“	88
4.3.5.1 Raumzelleneinteilung bei Außenlasttransport	89
4.3.5.2 Vorfertigung im Werk bei Außenlasttransport	89
4.3.5.3 Transport zur Baustelle bei Außenlasttransport	89

4.3.5.4	Montage auf der Baustelle bei Außenlasttransport ..	90
4.3.6	Gegenüberstellung der Vorfertigungsgrade	90
4.3.7	Aufbau des kalkulatorischen Vergleichsverfahrens.....	91
4.3.8	Ergebnisse des kalkulatorischen Vergleichsverfahrens des Restaurantgebäudes	93
4.4	Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse	95
5	Einsatzmöglichkeiten des CargoLifters in der Fertigteilbau- weise im Brückenbau	97
5.1	Grundlagen	97
5.1.1	Tragwerkssysteme im Brückenbau	97
5.1.2	Baustoffe im Brückenbau	98
5.2	Fertigteilbauweisen im Brückenbau.....	99
5.2.1	Konstruktionsweisen	99
5.2.2	Stahlbeton- und Spannbetonbrücken	101
5.2.3	Stahl- und Stahlverbundbrücken.....	102
5.2.4	Eignung der Fertigteilbauweisen im Brückenbau für den Einsatz des CargoLifters.....	106
5.3	Vergleichende Untersuchung des CargoLifter-Einsatzes bei der Herstellung von Stahlbrücken	109
5.3.1	Einführung und Vorgehensweise	109
5.3.2	Projektbeschreibung	110
5.3.3	Baubetriebliche Analyse der derzeitigen Herstellung.....	111
5.3.3.1	Derzeitige Größe der Lieferbauteile.....	112
5.3.3.2	Derzeitige Vorfertigung im Werk	112
5.3.3.3	Derzeitiger Transport zur Baustelle	113
5.3.3.4	Derzeitige Montage auf der Baustelle	113
5.3.4	Szenario „CargoLifter als Transportmittel“	114
5.3.4.1	Größe der Lieferbauteile bei Einsatz als Transportmittel.....	115
5.3.4.2	Vorfertigung im Werk bei Einsatz als Transportmittel.....	115
5.3.4.3	Transport zur Baustelle bei Einsatz als Transportmittel.....	116

5.3.4.4	Montage auf der Baustelle bei Einsatz als Transportmittel.....	117
5.3.5	Szenario „CargoLifter als Transportmittel und Montagegerät“.....	118
5.3.5.1	Größe der Lieferbauteile bei Einsatz als Transportmittel und Montagegerät.....	118
5.3.5.2	Vorfertigung im Werk bei Einsatz als Transportmittel und Montagegerät.....	119
5.3.5.3	Transport zur Baustelle bei Einsatz als Transportmittel und Montagegerät.....	119
5.3.5.4	Montage auf der Baustelle bei Einsatz als Transportmittel und Montagegerät.....	120
5.3.6	Maßgebliche Veränderungen in der Herstellung.....	121
5.3.7	Aufbau des kalkulatorischen Verfahrensvergleichs.....	121
5.3.8	Ergebnisse des kalkulatorischen Verfahrensvergleichs der Stahlbrücke.....	123
5.4	Vergleichende Untersuchung des CargoLifter-Einsatzes bei der Herstellung von Stahlverbundbrücken.....	125
5.4.1	Einführung und Vorgehensweise.....	125
5.4.2	Projektbeschreibung.....	126
5.4.3	Maßgebliche Veränderungen in der Herstellung.....	127
5.4.4	Ergebnisse des kalkulatorischen Verfahrensvergleichs der Stahlverbundbrücke.....	127
5.5	Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse.....	129
6	Anforderungen des Bauwesens an luftschiffbasierte Schwerlastlogistiksysteme.....	131
6.1	Einführung.....	131
6.2	Grundlagen der Systemgestaltung.....	132
6.3	Anforderungen an die technische Leistungsfähigkeit.....	133
6.3.1	Transporteigenschaften.....	133
6.3.2	Montageeigenschaften.....	134
6.3.3	Bodeninfrastruktur.....	136

6.4 Anforderungen an die logistische Leistungsfähigkeit	137
6.4.1 Schnelligkeit der Verkehrsleistung	137
6.4.2 Massenleistungsfähigkeit	137
6.4.3 Fähigkeit zur Netzbildung	137
6.4.4 Berechenbarkeit der Zeitpunkte und des Zeitbedarfs der Verkehrsleistung	138
6.4.5 Häufigkeit der Verkehrsbedienung	138
6.4.6 Sicherheit und Störungsfreiheit	139
6.4.7 Bequemlichkeit	140
6.5 Zusammenfassung	140
7 Konzeption eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Evaluierung innovativer Verfahren in der Arbeitsvorbereitung. 141	
7.1 Einführung	141
7.2 Grundlagen der Entscheidungstheorie	142
7.2.1 Deskriptive und präskriptive Entscheidungstheorie.....	142
7.2.2 Entscheidung als dynamischer Prozess.....	143
7.2.3 Grundmodell der präskriptiven Entscheidungstheorie.....	144
7.2.4 Darstellung von Entscheidungsmodellen.....	147
7.2.5 Bedeutung und Subjektivität von Entscheidungsmodellen ...	148
7.3 Herleitung des Entscheidungsunterstützungssystems	150
7.3.1 Verfahrensauswahl als Teil der Arbeitsvorbereitung.....	150
7.3.2 Eingliederung des Entscheidungsunterstützungssystems in den Entscheidungsprozess	152
7.3.2.1 Phase 1: Problemformulierung.....	153
7.3.2.2 Phase 2: Präzisierung des Zielsystems.....	153
7.3.2.3 Phase 3: Erforschung möglicher Handlungs- alternativen.....	155
7.3.2.4 Phase 4: Entscheidungsfindung	156
7.3.2.5 Phase 5: Entscheidungen in der Realisierungs- phase.....	157
7.3.3 Struktur des modularen Entscheidungsunterstützungs- systems	158

7.4 Exemplarische Darstellung des Entscheidungsunterstützungs-	
systems am Beispiel des CargoLifters	161
7.4.1 Allgemeines.....	161
7.4.2 Suche nach Alternativen	161
7.4.3 Herausarbeitung bestehender Restriktionen	163
7.4.4 Prüfung der Machbarkeit der Alternativen.....	164
7.4.5 Prüfung der Wirtschaftlichkeit der Alternativen	165
7.4.6 Prüfung des Risikos der Alternativen.....	167
7.4.7 Zusammenführung der Ergebnisse der Alternativen.....	170
7.5 Kritische Bewertung des Entscheidungsunterstützungssystems	173
8 Resümee und Ausblick	175
Anhang 1	179
Anhang 2	190
Literatur	196