

Wolfgang Handrich

Flexible, flurfreie Materialflusstechnik
für dynamische Produktionsstrukturen



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft
München

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2002

ISBN 3-8316-0106-2

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München

Tel.: 089/277791-00 – Fax: 089/277791-01

Kurzzusammenfassung

Flexible, flurfreie Materialflusstechnik für dynamische Produktionsstrukturen

Heute verfügbare Materialflusssysteme werden den hohen Flexibilitätsanforderungen dynamischer Produktionsstrukturen nicht gerecht. Es wird ein neuer Systemansatz für eine flexible, flurfreie Materialflusstechnik konzipiert, der die hohe Layoutflexibilität von Kranen und die vorhandene Systemtechnik von Elektrohängebahnen nutzt. Die verschiedenen Lösungsansätze zur Sicherheit des Lasttransportes im Personenumfeld, zu einer gestuften, operativen und dispositiven Automatisierung und zu einer Positionierung, die bewusst große Ungenauigkeiten zulässt, münden in der Konzeption eines mechanischen und steuerungstechnischen Baukastens. Mit dem Aufbau und der Inbetriebnahme eines ersten Prototypen wurden die Ansätze überprüft und die Voraussetzung für weitere Forschungsarbeiten geschaffen.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Zielsetzung und Vorgehensweise	4
2	AUSWIRKUNGEN DYNAMISCHER PRODUKTIONSSTRUKTUREN AUF DIE MATERIALFLUSSTECHNIK	6
2.1	Materialflusssysteme – Grundlagen	6
2.1.1	Betrachtungsgegenstand Materialflusssysteme	6
2.1.2	Flexible, automatisierte Materialflusssysteme	12
2.2	Veränderungen der Materialflusssysteme	22
2.3	Anforderungen an Materialflusssysteme in einer dynamischen Produktion ...	23
2.4	Zusammenfassung	25
3	ANALYSE UND BEWERTUNG BESTEHENDER MATERIALFLUSSSYSTEME	27
3.1	Fördermittelübersicht	27
3.2	Stetigförderer	29
3.3	Flurfördermittel: Stapler	30
3.4	Automatische Flurfördermittel: FTS	31
3.5	Flurfreie Fördermittel: manueller Kran und Prozesskran	33
3.6	Zusammenfassung der Defizite und Ableitung des Handlungsbedarfs	35
4	STAND DER FORSCHUNG UND TECHNIK FÜR FLEXIBLE, FLURFREIE MATERIALFLUSSSYSTEME	38
4.1	Charakterisierung des flurfreien Materialtransports	38
4.2	Zum Stand der Technik automatisierter Krane	39
4.2.1	Übersicht	39
4.2.2	Beweggründe für die Automatisierung von Kranen	41
4.2.3	Sicherheitsanforderungen	43
4.2.4	Bisherige Forschungsarbeiten	51
4.2.5	Einsatzfelder und Anwendungsfälle	52

4.2.6	Steuerungstechnische Aspekte	58
4.3	Zum Stand der Technik von Elektrohängebahnen	60
4.3.1	Übersicht	60
4.3.2	Sicherheitsanforderungen	62
4.3.3	Einsatzfelder und Anwendungsfälle	64
4.4	Fazit: Defizite flurfreier Materialflusssysteme für ihren Einsatz in dynamischen Produktionsstrukturen.....	65
5	ANFORDERUNGEN AN EINE FLEXIBLE, FLURFREIE MATERIALFLUSSTECHNIK	68
5.1	Marktbefragung	68
5.1.1	Konzeption einer direkten Befragung	68
5.1.2	Ergebnisse.....	69
5.1.3	Fazit.....	74
5.2	Anforderungsliste.....	75
6	SYSTEMANSATZ FÜR EINE FLEXIBLE, FLURFREIE MATERIALFLUSSTECHNIK	78
6.1	Baukastensysteme – Grundlagen.....	78
6.1.1	Definitionen	78
6.1.2	Morphologie von Baukastensystemen.....	80
6.1.3	Vorgehensweise zur Entwicklung	83
6.2	Systemansätze	85
6.3	Mögliche Baukastenprodukte	88
6.4	Fazit aus dem Systemansatz.....	89
7	LÖSUNGSANSÄTZE.....	90
7.1	Lösungsansatz für ein Sicherheitskonzept	90
7.1.1	Schutz vor bewegten Lasten und Lastaufnahmemitteln	92
7.1.2	Schutz vor herabfallenden Lasten	93
7.1.3	Schutz an den Lastaufnahme- und Lastabgabestellen	94
7.1.4	Schutz vor Steuerungsfehlern	95
7.1.5	Not-Aus-, Not-Stopp-, Not-Halt-Konzept.....	98
7.1.6	Konzeption von Lastübergabestellen für den automatischen Zugriff eines flurfreien Fördersystems und manuellem Zugriff mittels Bediener	99

7.1.7 Zusammenfassung.....	106
7.2 Lösungsansatz für eine gestufte Automatisierung.....	108
7.2.1 Anwendungsorientierter Ansatz für eine gestufte Prozessautomatisierung (Ablauforganisation).....	109
7.2.2 Komponentenorientierter Ansatz für eine gestufte Prozessautomatisierung (Aufbauorganisation).....	115
7.2.3 Automatisierung der dispositiven Ebene	119
7.2.4 Fazit.....	122
7.3 Lösungsansatz für eine einfache Positionierung	124
7.3.1 Positionieranforderungen	125
7.3.2 Positionierungenauigkeiten	127
7.3.3 Fazit für die weitere Konzepterstellung.....	130
7.3.4 Konzeption einer Seilführung	130
7.3.5 Gestaltung von Zentrierhilfen	133
7.3.6 Anfahrsteuerung und Wegmesssysteme	135
7.3.7 Fazit.....	138
7.4 Lösungsansatz für einen mechanischen Baukasten	139
7.4.1 Der Kranbaukasten KBK	140
7.4.2 Lösungsansatz für Krane und Systemkomponenten.....	142
7.4.3 Lösungsansatz für Katzen oder Elektrohängebahnfahrzeuge.....	143
7.4.4 Lösungsansatz für formschlüssige Lastaufnahmemittel.....	146
7.4.5 Lösungsansatz für Übergabepplätze	150
7.4.6 Fazit.....	150
7.5 Lösungsansatz für einen steuerungstechnischen Baukasten.....	151
7.5.1 Übersicht und Anforderungen.....	152
7.5.2 Bussysteme	154
7.5.3 Datenübertragungssysteme	161
7.5.4 Steuerungsarchitektur	164
7.5.5 Segmentierte Ansätze für Anlagensteuerungen.....	167
7.5.6 Zusammenfassung.....	169
7.6 Ansatz für die Integration in den innerbetrieblichen Materialfluss.....	170

8	ÜBERPRÜFUNG UND ANWENDUNG DER KONZIPIERTEN LÖSUNGSANSÄTZE	172
8.1	Versuchsanlage am Lehrstuhl fml	172
8.1.1	Flurfreies Fördersystem.....	173
8.1.2	Weitere Anlagenkomponenten	177
8.2	Ergebnisse aus dem Versuchsaufbau	182
8.3	Übertragung der Ergebnisse auf Anwendungsfälle	185
8.3.1	Anwendungsbeispiel aus der Automobilindustrie	186
8.3.2	Anwendungsbeispiel: Standardkran mit Bussystem	188
8.3.3	Fazit.....	188
9	BAUKASTENSTRUKTUR	189
10	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	194
11	LITERATURVERZEICHNIS	201
ANHANG A:		
	Erhebungsbogen zu der vom fml 1997 durchgeführten Marktbefragung	

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Potenziale im Unternehmen [Mil-94]	1
Abb. 1.2:	Vorgehensweise und methodischer Aufbau der Arbeit zur Konzeption einer flexiblen, flurfreien Materialflusstechnik.....	5
Abb. 2.1:	Begriffsabgrenzungen in der Logistik [Gün-00a]	7
Abb. 2.2:	Abgrenzung der Materialflussebenen [Ble-99]	8
Abb. 2.3:	Funktionen des Materialflusses.....	9
Abb. 2.4:	Funktionsebenen für Informationsfluss und Steuerung logistischer Systeme nach [VDI-3628E], [Jün-98a], [Pol-94].....	11
Abb. 2.5:	Definition des Automatisierungsgrades [Meh-91].....	13
Abb. 2.6:	Teilautomatisierungen nach [Meh-91]	15
Abb. 2.7:	Ziele und Risiken der Automatisierung [Gün-00a u.a.].....	16
Abb. 2.8:	Untergliederung der Flexibilitätziele [Hal-99]	19
Abb. 2.9:	Eignung verschiedener Organisationstypen [Hal-99]	21
Abb. 2.10:	Flexibilität und Automatisierung unter Kostengesichtspunkten bei heutigem Entwicklungsstand [Meh-91].....	21
Abb. 2.11:	Flexibilitätsanforderungen an Materialflusssysteme.....	23
Abb. 2.12:	Layoutflexibilität der Betriebsmittel, Verkehrswege, Materialflüsse	24
Abb. 3.1:	Fördermittelübersicht: Eingrenzung und Vorauswahl.....	28
Abb. 3.2:	Eignung von Stetigförderern.....	29
Abb. 3.3:	Eignung von Staplern	31
Abb. 3.4:	Eignung von FTS	32
Abb. 3.5:	Eignung von Kranen.....	33
Abb. 3.6:	Flexibilitätsbewertung von Materialflusssystemen.....	35
Abb. 3.7:	Einordnung bestehender Materialflusssysteme für den Einsatz in dynamischen Produktionsstrukturen und Handlungsziel.....	36
Abb. 4.1:	Übersicht zum nachfolgenden Stand der Technik automatisierter Krane.....	41

Abb. 4.2:	Vor- und Nachteile manueller und automatisierter Krane [Gün-98a]	42
Abb. 4.3:	Risikoeinschätzung nach [DIN/EN-954-1]	44
Abb. 4.4:	Einsatzfelder bestehender Krane	53
Abb. 4.5:	Traglastbereiche bestehender Krane	53
Abb. 4.6:	Lastarten bestehender Krane	54
Abb. 4.7:	Anforderungsprofil für Automatikkrane	54
Abb. 4.8:	Ver- und Entsorgung eines Coillagers mit einem Automatikkran	56
Abb. 4.9:	Beschickung von Drehautomaten mit Stangenmaterial	57
Abb. 4.10:	Hochdynamische Elektrohängebahn für Versorgungszwecke	64
Abb. 4.11:	Schwerlastelektrohängebahn mit Scheren-Hubgehänge	65
Abb. 5.1:	Angaben zum betrachteten Einsatzfall	70
Abb. 5.2:	Anzahl der Auf- und Abgabepunkte im Einsatzbereich	71
Abb. 5.3:	Verteilung der einzusetzenden Ladehilfsmittel	72
Abb. 5.4:	Gewichtsverteilung der geförderten Lasten und Gebinde	72
Abb. 5.5:	Angaben zur gewünschten Automatisierung	73
Abb. 6.1:	Systemdefinition nach [Ehr-95]	79
Abb. 6.2:	Objekt- und relationenbeschreibende Merkmale [Kohl-97b]	82
Abb. 6.3:	Verträglichkeit als relationenbeschreibendes Merkmal zweier Bausteine	82
Abb. 6.4:	Beispiel eines Gozinto-Graphen für Krane	83
Abb. 6.5:	Vorgehensweise beim Entwickeln eines Baukastensystems (nach [Ehr-00], [Kohl-97b])	84
Abb. 6.6:	Systemansätze	87
Abb. 6.7:	Layoutbeispiel	89
Abb. 7.1:	Lösungsansatz für ein Sicherheitskonzept	91
Abb. 7.2:	Greiferfuß mit hubmagnetbetätigten, druckfedergeführten Verriegelungsbolzen für den Greiferschlitten	96
Abb. 7.3:	Krankatze mit Lichttaster zur redundanten Überprüfung der Position am automatischen Übergabepplatz	97

Abb. 7.4:	Aufbau einer Lastübergabestelle für den automatischen Zugriff eines flur-freien Fördersystems und manueller Bedienung (Ansicht von oben)....	101
Abb. 7.5:	Entwurf einer Schaltung für begehbare Übergabeplätze	103
Abb. 7.6:	Zustandsdiagramm für einen über Türen begehbaren, automatischen Übergabeplatz	104
Abb. 7.7:	Funktionsprinzip eines hubmagnetbetätigten Schwenkspiegels	106
Abb. 7.8:	Zusammenfassung des Sicherheitskonzepts.....	107
Abb. 7.9:	Lösungsansatz für eine gestufte Automatisierung	108
Abb. 7.10:	Potenziale unterschiedlich automatisierter Krane	112
Abb. 7.11:	Baukasten für stufenweise automatisierbare Krane (1)	116
Abb. 7.12:	Baukasten für stufenweise automatisierbare Krane (2)	117
Abb. 7.13:	Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Auftragsgenerierung, -steuerung und -kontrolle	121
Abb. 7.14:	Lösungsansatz für eine einfache Positionierung.....	124
Abb. 7.15:	Mögliche Folgen einer wiederholten Abweichung von der Soll-Position	126
Abb. 7.16:	Mögliche Ursachen von Lastpendelbewegungen und Schräglagen.....	129
Abb. 7.17:	Freiheitsgrade der Seiltriebe eines Hubwerks.....	130
Abb. 7.18:	Auslenkung	131
Abb. 7.19:	Konzeption der Seilangriffspunkte (Ansicht von oben).....	132
Abb. 7.20:	Schwerpunktlage.....	132
Abb. 7.21:	Zentrierhilfen am automatischen Übergabeplatz und mögliche Abweichungen eines Ladehilfsmittels während des Absenkvorgangs ..	134
Abb. 7.22:	Zielanfahrt für die automatische Übergabe	135
Abb. 7.23:	Bewertung und Auswahl von Wegmesssystemen für den Fall einer automatischen Lastübergabe.....	138
Abb. 7.24:	Lösungsansatz für einen mechanischen Baukasten.....	139
Abb. 7.25:	Grundelemente des Kranbaukastens: KBK-Schienen	141
Abb. 7.26:	Bausteine und Systemkomponenten des Kranbaukastens KBK.....	141

Abb. 7.27: Vier-Seil-Katze (Seitenansicht)	145
Abb. 7.28: Formschlüssiger Greifer für Kleinladungsträger [Pat01-00], [Pat02-01] 147	
Abb. 7.29: Formschlüssiger Großladungsträger-Greifer	149
Abb. 7.30: Lösungsansatz für einen steuerungstechnischen Baukasten	151
Abb. 7.31: Hierarchischer Aufbau einer Steuerungsarchitektur und ebenenspezifische Anforderungen an Datenkommunikationssysteme [Etsch-00]	152
Abb. 7.32: Klassifikation von Bussystemen [Nit-99]	156
Abb. 7.33: Linienförmige CAN-Topologie bei einer Schleifleitungsdatenübertragung	162
Abb. 7.34: CAN-Topologie bei einer Funkdatenübertragung	163
Abb. 7.35: Steuerungsstruktur eines gestuft automatisierten, flurfreien Systems ..	165
Abb. 7.36: Segmentierte Bustopologie	167
Abb. 7.37: Integration in den innerbetrieblichen Materialfluss nach [Gün-01a]	170
Abb. 8.1: Pilot- und Referenzanlage am Lehrstuhl fml	174
Abb. 8.2: Einträgerkrankatze mit Seilwinde DS1 und VDA-KLT-Greifer (links), Zweiträgerkran mit Vier-Seil-Katze und Verriegelung (rechts)	175
Abb. 8.3: Automatische Lastübergabe	175
Abb. 8.4: Blocklager	178
Abb. 8.5: Verschiebebodenregal für Großladungsträger und Blocklager (im Vordergrund) für Kleinladungsträger	179
Abb. 8.6: Steuerungsarchitektur der Versuchsanlage	181
Abb. 8.7: Ortsflexible Versorgung einer PKW-Endmontage mit Großmodulen	187
Abb. 9.1: Baukastenstruktur in der höchsten Hierarchiestufe	190
Abb. 9.2: Morphologie – Systemkomponenten und konfigurierte Bausteine	191

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Flexibilitätsarten nach [Refa-90].....	18
Tab. 2.2:	Flexibilitätsarten nach [Tem-93]	18
Tab. 2.3:	Flexibilitätsarten nach [Wil-87]	19
Tab. 4.1:	Wichtige Vorschriften und Richtlinien für Automatikkrane [Gün-01b].....	47
Tab. 4.2:	Weitere, wichtige Vorschriften und Richtlinien für Elektrohängebahnen.	62
Tab. 5.1:	Anforderungsliste an eine flexible, flurfreie Materialflusstechnik für dynamische Produktionsstrukturen	76
Tab. 6.1:	Objekt- und relationenbeschreibende Eigenschaften einer Kranbrücke .	81
Tab. 7.1:	Bedienungsarten für Übergabepplätze.....	100
Tab. 7.2:	Checkliste für die Automatisierung eines manuellen Kranspiels.....	111
Tab. 7.3:	Eignung verschiedener Messprinzipien nach Einsatzgebieten	137
Tab. 7.4:	Morphologie unterschiedlich automatisierter Katzen.....	144

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Über alle Branchen hinweg forcieren Unternehmen ihre Innovationsfähigkeit, um in einem sich ständig verschärfenden Wettbewerb bestehen zu können. Die erzielten Innovationen verkürzen dabei drastisch die Produktlebenszyklen und kommen so einem Markt entgegen, der in immer kürzeren Abständen nach neuen Produkten verlangt [Mil-97], [Rei-97].

Die Bestrebungen haben dabei großen Einfluss auf die Produktionssysteme, für die eine ständige Anpassung an die äußeren Gegebenheiten notwendig wird. Die Fachwelt geht davon aus, dass der Wandel in Zukunft zur Normalität [Mil-94] und zunehmend gefordert und gefördert wird [Bul-97]. Erfolgreiche Unternehmen müssen deswegen zu einer kontinuierlichen Gestaltung und Beherrschung des Wandels kommen [Rom-93], [Spä-00]. Der Schlüssel sind motivierte und qualifizierte Mitarbeiter in einer lern- und wandlungsfähigen Struktur, die mit innovativer und angepasster Technik unterstützt werden.

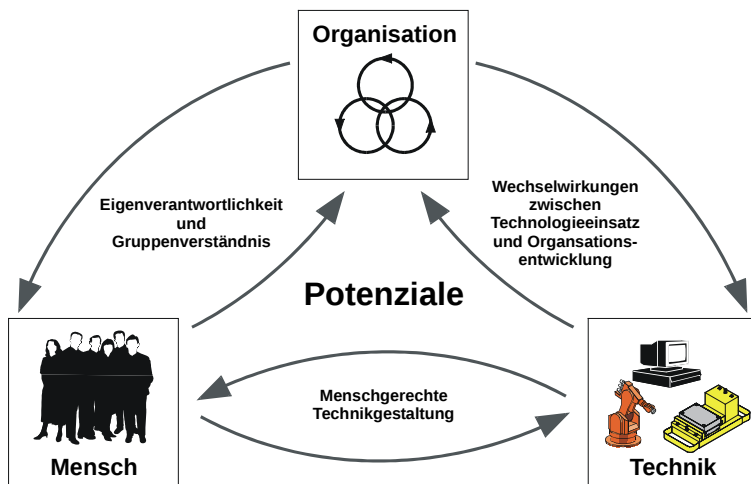


Abb. 1.1: Potenziale im Unternehmen [Mil-94]

Die komplexer werdende Technik auf der Produkt- und Produktionsseite kann nach [Mil-94] auf Basis organisatorischer Veränderungen und durch eine menschliche Gestaltung der Technik beherrscht werden (vgl. Abb. 1.1). Gleichzeitig müssen die Potenziale neuer Technologien, insbesondere auf dem Gebiet der Informationstechnik, für eine konsequente Neugestaltung der Strukturen im Sinne eines Reengineering genutzt werden. Mit der Optimierung von Details lassen sich dagegen nur marginale Verbesserungen erzielen, wogegen ganzheitliche Ansätze zielführend sind. Weder eine einseitige Technikzentrierung noch eine einseitige Humanzentrierung erscheinen erfolgsversprechend.

Auf Seite des Menschen zielen alle Ansätze auf eine höhere Eigenverantwortung und ein höheres Gruppenverständnis. Zukunftsorientiert sind hier dezentrale, selbstregelnde Strukturen, die eine schnelle Maßnahmenumsetzung ohne den Umweg über mehrere Hierarchieebenen und mehrere Funktionsbereiche ermöglichen.

Auf Seite der Organisation und Technik bestehen die derzeit am meisten diskutierten Lösungsansätze in einer wandlungsfähigen Produktion [Rei-99], [West-99a], [Hirsch-00]. Die verschiedenen Möglichkeiten sind dabei auf allen Ebenen angesiedelt: auf Unternehmensebene, innerhalb der Unternehmen und auch auf der Ebene der Produktionssysteme. Beispielsweise zählen dazu Ansätze zu virtuellen Unternehmensstrukturen [Nab-96], [Eve-99], aber auch die Gestaltung interner Kunden-Lieferanten-Beziehungen [Kön-97] oder eine Auftragsabwicklung auf Basis einer angepassten, strukturierten und zeitoptimierten Informationsbereitstellung. Nach [Gal-96] erfordert die Dynamik eine hohe Variabilität bei den ausführenden Einheiten sowie anpassbare Organisationsformen. [Reek-99] fordert eine Modularisierung und Verabschiedung von der Integration möglichst vieler Funktionalitäten in einer Komponente.

Die Fachwelt ist sich also einig, dass aufgrund der dynamischen Marktsituation der Zwang zur Innovation besteht und wandlungsfähige Organisations- und Führungsstrukturen sowie Technologien erforderlich sind. Voraussetzung ist, selbständig, autonom, zuverlässig und flexibel auf Störungen und Veränderungen reagieren zu können. Die Fertigung in Inseln und Fraktalen hat sich hier bereits weit durchgesetzt; Gruppenarbeit wird bei Neuplanungen berücksichtigt [Rei-95]. Anstelle der momentan vorherrschenden Befehlshierarchien stehen dann autonome Einheiten, die

Informationen und Material austauschen und auf dieser Basis erfolgreiche Lösungen und Auftragsabläufe erarbeiten.

Dem innerbetrieblichen Materialfluss kommt bei einer segmentierten und dynamischen Fertigung eine besondere Bedeutung zu. So beeinflusst die Lösung interner und zwischenbetrieblicher logistischer Probleme die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen zunehmend [BMBF-95]. Gerade der Materialfluss, welcher die Vernetzung eines Produktionssystems bildet, nimmt immer mehr eine zentrale Funktion ein. Waren früher nur lose zusammengefasste, aufeinander nicht abgestimmte örtliche Bereitstellungs- und Transportaufgaben zu bewerkstelligen, so wird der Materialfluss heute immer mehr organisatorischer Bestandteil des Produktionsprozesses. Durch die Forderung an eine Gesamtoptimierung wirkt sich die Materialflusslösung direkt auf die Produktionsstruktur aus und bestimmt sie mit [Roc-89]. Materialflusssysteme sind deswegen in besonderem Maße von Veränderungen in dynamischen Produktionsstrukturen betroffen und unterliegen ebenfalls der Forderung nach einer hohen Flexibilität. Sie müssen deshalb, so flexibel wie möglich, auf Struktur-, Mengen- und Produktveränderungen reagieren können [Gün-99], [Rei-97]. Diese sehr hohen Anforderungen an den Materialfluss können derzeit jedoch nicht vollständig erfüllt werden.

Die Gründe dafür sind vielfältig. Die geforderte Flexibilität steht vor allem in einem Zielkonflikt zu dem nach wie vor anhaltenden Trend zur Automatisierung, bei dem in gewissem Umfang Strukturen und Abläufe festgelegt werden. Die Automatisierung ist erforderlich, um die Beherrschung der komplexen logistischen Abläufe zu ermöglichen und die logistische Leistungsfähigkeit der Unternehmen zu sichern. Sie verhindert jedoch durch die mangelnde technische Flexibilität der Informations- und Materialflusssysteme die kurzfristige Realisierung notwendiger struktureller Maßnahmen [Gün-97]. Die Forderung, das Materialflusssystem an Veränderungen des Produktionssystems anpassen zu können, scheitert an dem meist zu hohen Veränderungsaufwand. Die fehlende Kompatibilität und Durchgängigkeit der eingesetzten Steuerungssysteme, vor allem aber deren fehlende Veränderungsfähigkeit stellen ein großes Manko dar.

1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Die Herausforderung besteht demnach darin, zukünftige Materialflusssysteme genauso flexibel und wandlungsfähig zu gestalten, wie es für alle Produktionssysteme gefordert wird. Immer weniger Firmen sehen dabei in hochautomatisierten Produktionseinrichtungen den „Königsweg“ zu mehr Produktivität. Beispielsweise nennen in einer Umfrage des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung in Karlsruhe die meisten der 1000 befragten Betriebe die häufigsten Probleme im Zusammenhang mit automatisierten Materialflusssystemen, die zu unflexibel und zu teuer sind [SW-01].

Das Ziel der hier vorliegenden Arbeit kann somit folgendermaßen formuliert werden: Es ist ein Konzept für ein flexibles, innerbetriebliches Materialflusssystem zu entwickeln, das den zunehmenden Ansprüchen dynamischer Produktionsstrukturen gerecht werden kann.

Im nachfolgenden Kapitel 2 sollen in einem ersten Schritt die Auswirkungen einer dynamischen Produktion auf Materialflusssysteme untersucht werden. Es sind verschiedene Flexibilitätsarten festzulegen, wobei eine anpassungsfähige und veränderbare Automatisierung nur einen Teil der Anforderungen ausmacht. Bekannte Systeme sind auf ihre Eignung zu untersuchen und zu bewerten (Kapitel 3). Hier wird die Begründung für die spätere Festlegung auf eine flurfreie Materialflusstechnik geliefert. Im Hinblick auf die weitere Konzeption ist zunächst ergänzend zur vorhergehenden Bewertung der Stand der Technik aus Forschung und Industrie in Kapitel 4 aufzuarbeiten.

Den Schwerpunkt der Arbeit bildet die Konzeption eines neuen Systemansatzes für eine flexible Materialflusstechnik. In Kapitel 5 werden hierfür die Anforderungen konkretisiert und in Kapitel 6 der Systemansatz vorgestellt. Der Großteil der Betrachtungen umfasst die anschließend in Kapitel 7 vorgestellten, teilweise aufeinander aufbauenden Lösungsansätze, die sich stets an der geforderten Eignung für dynamische Produktionsstrukturen orientieren.

Für die Überprüfung der Lösungsansätze wird eine Prototypenanlage aufgebaut, an dem die Realisierbarkeit nachgewiesen und die Flexibilität veranschaulicht werden

soll. Kapitel 8 zeigt darüber hinaus weitere Anwendungsbeispiele für die entwickelten Konzepte auf.

Schließlich werden in Kapitel 9 die Ergebnisse in Form einer Baukastenstruktur zusammengefasst, um den Anspruch an einfache Veränderungen gerecht zu werden.

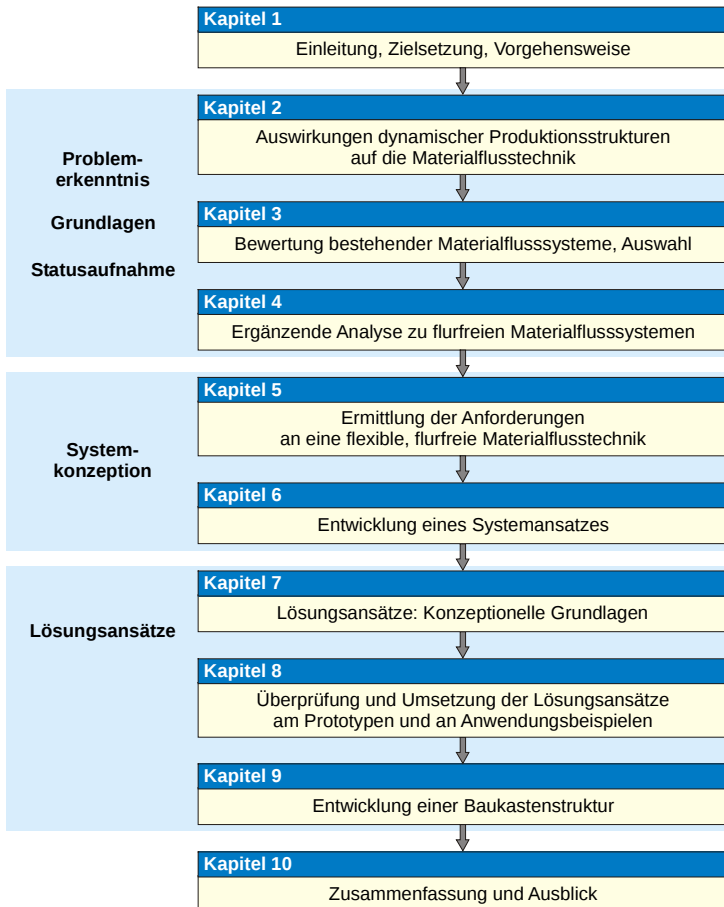


Abb. 1.2: Vorgehensweise und methodischer Aufbau der Arbeit zur Konzeption einer flexiblen, flurfreien Materialflusstechnik