
BestMasters

Mit „BestMasters“ zeichnet Springer die besten Masterarbeiten aus, die an renommierten Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz entstanden sind. Die mit Höchstnote ausgezeichneten Arbeiten wurden durch Gutachter zur Veröffentlichung empfohlen und behandeln aktuelle Themen aus unterschiedlichen Fachgebieten der Naturwissenschaften, Psychologie, Technik und Wirtschaftswissenschaften.

Die Reihe wendet sich an Praktiker und Wissenschaftler gleichermaßen und soll insbesondere auch Nachwuchswissenschaftlern Orientierung geben.

David Motzer

Strukturalternative für die Aggregate- aufrüstung einer automobilen Fertigung

Konzeption und Evaluation
eines Montagesystems

Mit einem Geleitwort von
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gottschalck

 Springer Gabler

David Motzer
Sindelfingen, Deutschland

BestMasters

ISBN 978-3-658-08804-0

ISBN 978-3-658-08805-7 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-08805-7

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

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2015

Das 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.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Geleitwort

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Konzeption und ganzheitlichen Evaluation einer Strukturierungsalternative für die Aggregateaufrüstung eines OEM. Im Rahmen dieses Projektauftrags wird der Ansatz für eine praktisch einsetzbare Machbarkeitsanalyse erarbeitet und in der realen Anwendung erfolgreich erprobt. Der Output der Arbeit liefert Grundlagen für eine fundierte Investitionsentscheidung.

In der Gesamtbeurteilung verbindet der Autor in vorbildlicher Weise die alternativen methodischen Herangehensweisen an eine praktische Problemstellung und liefert eine letztlich robuste Lösung. Hierbei hat der Autor stets die Umsetzbarkeit, die Praxisrelevanz, als wesentliches Qualitätskriterium beachtet. Genau dies entspricht dem Ziel der Ausbildung im Studiengang Einkauf und Logistik der Hochschule Pforzheim.

Neben der Relevanz für weiterführende Forschungsarbeiten sind die Ergebnisse der Arbeit auch für die Praxis höchst interessant. Daher bleibt der Arbeit von Herrn Motzer zu wünschen, dass sie die breite und interessierte Leserschaft findet, die ihr zweifelsohne zusteht.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gottschalck

Abstract

Zur langfristigen Sicherstellung ihrer Wettbewerbsfähigkeit müssen produzierende Unternehmen kontinuierlich Rationalisierungsmaßnahmen planen und umsetzen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Konzeption und ganzheitlichen Evaluation einer Strukturalternative für eine bestehende Aggregateaufrüstung einer Baureihe eines OEMs. Es soll eine Machbarkeitsstudie erarbeitet werden mit dem Ziel ein effizienteres Layout für das betrachtete Montagesystem zu entwickeln und zu bewerten. Das strukturbestimmende Kriterium bildet dabei die Längsausrichtung des Fahrwerkaggregats. Der Output der Arbeit soll als Grundlage für eine mögliche Investitionsentscheidung im Hinblick auf die nachfolgende Produktgeneration dienen.

Die zugrundeliegende Planungssystematik umfasst 7 Phasen. Neben zu leistenden Vorarbeiten, einer detaillierten Situations- sowie Potentialanalyse, bildet die nachfolgende Strukturplanung und Bewertung des entwickelten Layouts den Hauptteil der Arbeit.

Methodisch wurde für die vorzunehmende Ablaufplanung eine geeignete Heuristik entwickelt, welche die Nebenbedingungen des zugrunde liegenden Fließbandabstimmungsproblems abbildet und eine gültige Erstlösung bei akzeptablem Rechenaufwand generiert. Für die Bewertung wird ein zweistufiger Ansatz umgesetzt, welcher sowohl direkt-monetäre als auch nicht-monetäre Auswirkungen der Neustrukturierung berücksichtigt und zu einem Gesamtergebnis aggregiert.

Das Ergebnis der Planung bietet mit einem Kapitalwert von 1,7 Mio. € und einem Zusatznutzen von 35,4% gegenüber dem bestehenden Zustand mit einer Querausrichtung des Montageobjekts, sowohl wirtschaftliche als auch nicht monetäre Potentiale für das Unternehmen. Eine reduzierte Flexibilität gegenüber Produktänderungen erfordert jedoch detaillierte Kenntnisse über die Erzeugnisstruktur der nachfolgenden Produktgeneration, um eine finale Investitionsentscheidung bzgl. der Umsetzung des entwickelten Strukturkonzepts abzuleiten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbolverzeichnis	XIV
1 Einführung und Zielsetzung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2 Begriffsdefinitionen und Grundlagen	5
2.1 Allgemein	5
2.2 Abgrenzung und Definition verwendeter Begriffe	5
2.3 Grundprinzipien von Fließmontagesystemen	8
2.4 Montageplanung in der Automobilindustrie	9
2.5 Charakterisierung der Montage in der Automobilproduktion	12
2.6 Einordnung und Charakterisierung der Aggregateaufrüstung	14
3 Ansätze zur Planung und Bewertung von (Fließ-)Montagesystemen	17
3.1 Allgemein	17
3.2 Ansätze zur Planung von Montagesystemen	18
3.2.1 Methoden der allgemeinen Montageplanung	18
3.2.2 Verfahren der Leistungsabstimmung	19
3.3 Ansätze zur Bewertung von Montagesystemen	23
3.4 Angewandeter Planungsansatz und Methoden	27
4 Theoretische Potentialanalyse	31
4.1 Allgemein	31
4.2 Laufwege	31
4.2.1 Bedeutung	31
4.2.2 Vorgehensweise und Prämissen	32
4.2.3 Ergebnisse	35
4.3 AK-Dichte	36
4.3.1 Bedeutung	36
4.3.2 Vorgehensweise und Prämissen	37
4.3.3 Ergebnisse	38
4.4 Flächenbedarf	39
4.4.1 Bedeutung	39
4.4.2 Vorgehensweise und Prämissen	39
4.4.3 Ergebnisse	40

4.5 Materialstreifenverfügbarkeit.....	41
4.5.1 Bedeutung.....	41
4.5.2 Vorgehensweise und Prämissen.....	42
4.5.3 Ergebnisse.....	43
4.6 Zusammenfassung der Potentialanalyse.....	46
5 Anforderungsdefinition und Zielplanung.....	47
5.1 Allgemein.....	47
5.2 Anforderungen an das Montagesystem.....	47
5.3 Zielrahmen für das Planungsprojekt.....	48
6 Situationsanalyse.....	51
6.1 Allgemein.....	51
6.2 Objektanalyse.....	51
6.2.1 Erzeugnisstruktur.....	51
6.2.2 Montagesystemstruktur und Betriebseinrichtungen.....	52
6.3 Prozessanalyse.....	57
6.4 Zwischenfazit und Planungsrestriktionen.....	58
7 Montagestrukturplanung.....	61
7.1 Allgemein.....	61
7.2 Ablaufplanung.....	62
7.2.1 Formulierung des Fließbandabstimmungsproblems.....	62
7.2.2 Entwicklung eines geeigneten Lösungsverfahrens.....	66
7.2.3 Lösung des Fließbandabstimmungsproblems.....	69
7.3 Layoutplanung.....	73
7.3.1 Anpassung der Fördertechnik.....	73
7.3.2 Anordnung der Betriebsmittel und Gesamtlayout.....	76
7.4 Potentialbewertung der Strukturalternative.....	78
8 Erweiterte Wirtschaftlichkeitsbewertung.....	81
8.1 Allgemein.....	81
8.2 Stufe 1: Finanzanalytische Grundrechnung.....	82
8.3 Stufe 2: Nutzwertanalytische Ergänzungsrechnung.....	84
8.4 Integrative Bewertung und Handlungsempfehlungen.....	87
9 Zusammenfassung und Ausblick.....	89
Anlagenverzeichnis.....	91
Literaturverzeichnis.....	95

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strukturbestimmendes Kriterium für das Planungsprojekt	2
Abbildung 2: Aufbau der Arbeit	3
Abbildung 3: Hierarchie der Montagesysteme	6
Abbildung 4: Struktur einer Montagelinie in der Automobilendmontage	14
Abbildung 5: Exemplarische Endmontagelinie und ihre Teilschritte	15
Abbildung 6: Hochzeitsbereich und Teilschritte der Aggregateaufrüstung	16
Abbildung 7: Bestehende Ansätze zur Planung von Montagesystemen	18
Abbildung 8: Verfahren der Leistungsabstimmung	21
Abbildung 9: Verfahren zur Bewertung von Montagesystemen	24
Abbildung 10: Vorgehensmodell für vorliegendes Planungsprojekt	27
Abbildung 11: Einflussbereiche der Fahrwerksausrichtung	31
Abbildung 12: Anbauorte eines Fahrwerkaggregats	32
Abbildung 13: Aufteilung des Arbeitsraums in einer Montagestation	33
Abbildung 14: Laufwegesituation bei variierendem Seitenverhältnis	34
Abbildung 15: Laufwegepotential der Längsförderung	35
Abbildung 16: Realisierbare AK-Dichte in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis ...	38
Abbildung 17: Flächenbedarf bei variierendem Seitenverhältnis	40
Abbildung 18: Längenausdehnung in Abhängigkeit von der Förderrichtung	41
Abbildung 19: Materialstreifenfläche in Abhängigkeit von der Förderrichtung	44
Abbildung 20: Möglichkeiten zur Anpassung der Materialstreifenfläche	44
Abbildung 21: Materialstreifenverfügbarkeit bei variierendem Seitenverhältnis ...	45
Abbildung 22: Ergebnisse der Potentialanalyse	46
Abbildung 23: Anforderungen an das Montagesystem	48
Abbildung 24: Zielsystem für das Planungsprojekt	49
Abbildung 25: Konstruktiver Aufbau des Fahrwerkaggregats	52
Abbildung 26: Layout der Aggregateaufrüstung mit Quarförderung	54
Abbildung 27: Aufbaustruktur des Montagesystems mit Quarförderung	58
Abbildung 28: Inhalte der Strukturplanung	61
Abbildung 29: Parallele Bearbeitung mit variablen Arbeitsplätzen	65
Abbildung 30: Zuordnungsheuristik des Erweiterten Prioritätsregelverfahrens	67
Abbildung 31: Nebenbedingungen im Erweiterten Prioritätsregelverfahren	69
Abbildung 32: Montagevorranggraph	70
Abbildung 33: Aufteilung der Produktionsfläche in Montagestationen	71
Abbildung 34: Ergebnis des Erweiterten Prioritätsregelverfahrens	72
Abbildung 35: Aufbaustruktur des Montagesystems mit Längsförderung	73
Abbildung 36: Funktionsprinzip des Plattenbandes	74
Abbildung 37: Anpassung der Fördertechnik im Fertigungsbereich	75
Abbildung 38: Anpassung der Fördertechnik im Ein- und Ausschleusbereich	76
Abbildung 39: Layout der Aggregateaufrüstung mit Längsförderung	77
Abbildung 40: Vergleich der Strukturalternativen	78
Abbildung 41: Potentialbewertung der Layoutumstellung	79

Abbildung 42: Reduzierung der nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten	79
Abbildung 43: Struktur der Erweiterten Wirtschaftlichkeitsbewertung (2-stufig) ..	82
Abbildung 44: Kostenbewertung der erforderlichen Änderungsmaßnahmen	83
Abbildung 45: Wirtschaftlichkeitsbewertung für das Investitionsvorhaben	83
Abbildung 46: Gewichtung der nicht-monetären Zielkriterien	85
Abbildung 47: Bewertungsschema zur Punktwertermittlung	85
Abbildung 48: Einstufung der Zielerträge und Zielwertermittlung	86
Abbildung 49: Nutzwertanalytische Bewertungsergebnisse	87
Abbildung 50: Gesamtergebnis der Erweiterten Wirtschaftlichkeitsbewertung	88

Abkürzungsverzeichnis

2ALBP	Two-Sided Assembly Line Balancing Problem
AG	Aktiengesellschaft
AGA	Abgasanlage
AGG	Aggregateaufrüstung
AK	Arbeitskraft
ALBP-VWP	Assembly Line Balancing Problem w. Variable Workplaces
ALBPROSO	Assembly Line Balancing Problem Solver
ALBPROSO-H	Assembly Line Balancing Problem Solver Heuristic
AP	Arbeitsplatz
AVO	Arbeitsvorgang
BR	Baureihe
CVM	Cockpit-Vormontage
DWS	Drehwinkelsensor
EBIT	Earnings Before Interest and Taxes
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
eHPV	Engineered Hours per Vehicle
EKMV	elektrischer Kältemittelverdichter
Fzg	Fahrzeug
GALBP	Generalized Assembly Line Balancing Problem
GLT	Großladungsträger
HA	Hinterachse
HHG	Handhabungsgerät
HL	Hinten Links
HM	Hinten Mitte
HML	Hinten Mitte Links
HMR	Hinten Mitte Rechts
HR	Hinten Rechts
HV	Hochvolt
IH	Innen Hinten
IV	Innen Vorne
KA	Karosserieansprache
KAT	Katalysator
LAM	Lastaufnahmemittel
LC	Lifecycle
LE	Längeneinheit
LG	Leergut
Li	Links
LOG	Logistik
MO	Montage
MV	Manufacturing Variable

NALBP	N-Sided Assembly Line Balancing Problem
Pkt	Punkt(e)
Pkw	Personenkraftwagen
PLS	Prozessleitsystem
Re	Rechts
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.
RW	Rangwert
SA	Sonderausstattung
SALBP	Simple Assembly Line Balancing Problem
TVM	Türen-Vormontage
VA	Vorderachse
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VG	Vollgut
VM	Vormontage
VM	Vorne Mitte
VML	Vorne Mitte Links
VMR	Vorne Mitte Rechts
VL	Vorne Links
VR	Vorne Rechts
WACC	Weighted Average Cost of Capital
WR	Wirtschaftlichkeitsrechnung

Symbolverzeichnis

AVO_i	Arbeitsvorgang
AVO_{Start}	Startarbeitsvorgang
IAO	Inkompatibilitätsmenge
E	Egal (Verbauseite)
g_j	Zielkriterien-Gewicht
L	Links (Verbauseite)
MVG	Materialstreifenverfügbarkeitsgrad
N	Nutzwert
$n(k_j)$	Punktwert bzw. Zielwerte
R	Rechts (Verbauseite)
t_i	(deterministische) Dauer des Arbeitsvorgangs
W_{max}	maximale Anzahl möglicher Arbeitsplätze je Station