

Bernd Hartmann

**Die Bestimmung des Personalbedarfs
für den Materialfluss in Abhängigkeit
von Produktionsfläche und -menge**



Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 198

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2006

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek:
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

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

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH · 2006

ISBN 3-8316-0615-3

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

Geleitwort der Herausgeber

Die Produktionstechnik ist für die Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung, denn die Leistungsfähigkeit eines Industriebetriebes hängt entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potentiale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen.

Um in dem Spannungsfeld Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen.

Ziel der Forschungsarbeiten des *iwb* ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren sowie von Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung mitarbeiterorientierter Anforderungen entwickelt. Die dabei notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades darf jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung des Menschen in den Produktentstehungsprozess spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des *iwb*. Diese reichen von der Entwicklung von Produktionssystemen über deren Planung bis hin zu den eingesetzten Technologien in den Bereichen Fertigung und Montage. Steuerung und Betrieb von Produktionssystemen, Qualitätssicherung, Verfügbarkeit und Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den *iwb* Forschungsberichten werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des *iwb* veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und dem Anwender in der Praxis zu verbessern.

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit am Institut für Produktionstechnik GmbH (*ifp*).

Danken möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, dem Leiter des Lehrstuhls für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (iwb) an der Technischen Universität München, sowie Herrn Hon.-Prof. Dr.-Ing., Dr. h.c., Dr.-Ing. E.h. Joachim Milberg, dem ehemaligen Leiter des Lehrstuhls, für die wohlwollende Unterstützung und großzügige Förderung, die entscheidend zur erfolgreichen Durchführung dieser Arbeit beigetragen hat.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. W.A. Günthner, dem Leiter des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität München, möchte ich mich für die Übernahme des Koreferates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit sehr herzlich bedanken.

Des Weiteren danke ich den Herren Prof. Dr.-Ing. Christoph Maier und Dipl.-Ing. Ulrich Kohler, den ehemaligen geschäftsführenden Gesellschaftern des ifp, für die stete Unterstützung und berufliche Förderung sowie die langjährige gute Zusammenarbeit. Dieser Dank gilt auch allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ifp für ihre Unterstützung und die kollegiale Zusammenarbeit.

Besonderer Dank gilt weiterhin Herrn Dipl.-Ing. Ulrich Kohler und Herrn Dr.-Ing. Oliver Kramer, deren wertvolle Anregungen meine Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Bei meinen Eltern möchte ich mich ganz besonders bedanken. Sie haben mich stets in meiner Ausbildung unterstützt und damit den entscheidenden Grundstein dieser Arbeit gelegt.

München, im Mai 2006

Bernd Hartmann

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	XII
1 Einführung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Die Bedeutung der Produktionsfaktoren Fläche und Personal im sozio-technischen System Fabrik	3
1.3 Zielsetzung und Struktur der Arbeit	6
2 Einordnung der Arbeit	9
2.1 Personalbedarf für den Materialfluss	9
2.1.1 Definition des Materialflusses.....	9
2.1.2 Der Personalbedarf des Materialflusses	10
2.2 Einordnung und Definition der Produktionsfläche.....	12
2.2.1 Bestehende Flächengliederungsansätze	13
2.2.2 Detaillierung der Produktionsfläche.....	15
2.3 Die Produktionsflächendimensionierung	18
2.3.1 Flächenermittlungsverfahren in der Übersicht.....	18
2.3.2 Die Ermittlung der optimalen Produktionsfläche.....	20
2.4 Planungsinput – Produktionsprogramm und Szenario-Management.....	22
2.4.1 Das Produktionsprogramm.....	22
2.4.2 Das Szenario-Management.....	25
2.5 Zusammenfassung	26

3	Stand der Forschung und Technik.....	30
3.1	Definition, Anwendung und Grenzen logistischer Kennlinien.....	30
3.1.1	Definition logistischer Kennlinien.....	30
3.1.2	Die Anwendung logistischer Kennlinien.....	31
3.1.3	Zusammenfassung.....	35
3.2	Methoden zur Erstellung logistischer Kennlinien.....	36
3.2.1	Die deduktive Modellbildung.....	37
3.2.2	Die empirische Modellbildung.....	39
3.2.3	Die deduktiv-empirische Modellbildung.....	42
3.2.4	Zusammenfassung.....	43
3.3	Die Kennlinientheorie nach Wiendahl.....	45
3.3.1	Das Vorgehen im Rahmen der Kennlinientheorie.....	46
3.3.2	Das Trichtermodell als Modellierungsgrundlage.....	49
3.4	Das Werkzeug Simulationstechnik.....	51
3.4.1	Simulation von Produktions- und Logistikprozessen.....	53
3.4.2	3D-Abbildung manueller Operationen.....	53
3.4.3	Plandaten der Simulation.....	55
3.5	Die Quantifizierung des Transportaufwands.....	58
3.5.1	Die Quantifizierung und Optimierung des Transportaufwands in der Theorie.....	59
3.5.2	Die Optimierung des Transportaufwands in der Praxis.....	61
3.6	Verfahren zur Ermittlung des Personalbedarfs.....	62
3.6.1	Experimentelle Verfahren zur Ermittlung des Personalbedarfs.....	62

3.6.2	Analytische Verfahren zur Ermittlung des Personalbedarfs	65
3.7	Zusammenfassung und Ableitung des Handlungsbedarfs	71
4	Konzept zur Erstellung der Produktionsbereichskennfläche.....	74
4.1	Die Quantifizierung von P_{Trans}	74
4.1.1	Deduktive Herleitung der Idealgleichung.....	76
4.1.2	Die empirische Bestimmung des Parameters γ und die Anwendung des Modells in der Planungspraxis.....	81
4.1.3	Zusammenfassung.....	87
4.2	Die Quantifizierung von P_{Hand}	89
4.2.1	Deduktive Herleitung der Idealgleichung - Begrifflichkeiten	91
4.2.2	Die Idealgleichung unter Berücksichtigung der Produktionsdynamik.....	93
4.2.3	Die Idealgleichung für das Mehr-Handlingsbereich- Produktionssystem.....	94
4.2.4	Die Näherungslösung zur Bestimmung des Bestandes	96
4.2.5	Die Näherungslösung zur Bestimmung der Durchflussmengen $M_{j,i}$	109
4.2.6	Die Näherungslösung zur Beschreibung des Einflusses der Absolutfläche A_P auf die Entwicklung der Bestandsgrenzen und Einzel-Handlingsaufwände.....	113
4.2.7	Experimentelle Bestimmung der Parameter „Bestandsgrenze“ und „Einzel-Handlingsaufwand“	116
4.2.8	Zusammenfassung.....	119
4.3	Zusammenfassung – Zusammenführung von P_{Trans} und P_{Hand}	122
5	Validierung des Vorgehens am Praxisbeispiel	126
5.1	Klassifizierung des Unternehmens	126

5.1.1	Unternehmenszweck, Unternehmensumfeld und Anforderungen	126
5.1.2	Die Bedeutung der Fläche und des Transportpersonals in einem Airline-Catering-Betrieb.....	128
5.1.3	Funktionsbereiche und Volumenströme eines Airline-Catering-Betriebes	130
5.2	Exemplarische Ermittlung der Produktionsbereichskennfläche im Praxisbeispiel.....	131
5.2.1	Charakteristika des Fallbeispiels - Ausgangssituation.....	133
5.2.2	Die Quantifizierung von P_{Trans}	135
5.2.3	Die Quantifizierung von P_{Hand}	144
5.2.4	Zusammenfassung und Zusammenführung der Teilergebnisse..	156
6	Nutzen, Anwendung und Bewertung	158
6.1	Nutzen der Produktionsbereichskennfläche.....	158
6.2	Die Anwendung der Produktionsbereichskennfläche.....	160
6.3	Bewertung des Konzeptes	162
6.3.1	Vorgehen bei der Konzept-Bewertung.....	162
6.3.2	Die Bewertung der Ermittlung von P_{Trans}^*	163
6.3.3	Die Bewertung der Ermittlung von P_{Hand}^*	167
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	170
7.1	Zusammenfassung	170
7.2	Ausblick	172
	Literaturverzeichnis	174
	Anhang	187
	Anhang zur Konzeptbewertung	187

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	<i>Der Einfluss der Optimierung der Planungsqualität in der frühen Planungsphase</i>	<i>2</i>
Abbildung 1-2:	<i>Grundstruktur und Einflussgrößen des sozio-technischen Systems Fabrik</i>	<i>3</i>
Abbildung 1-3:	<i>Die flächenabhängigen Kosten</i>	<i>4</i>
Abbildung 1-4:	<i>Kostenstruktur der Einsatzfaktoren beim innerbetrieblichen Materialfluss</i>	<i>5</i>
Abbildung 1-5:	<i>Qualitativer Zusammenhang aus den Flächenverhältnissen und dem Personalbedarf des Materialflusstransports.....</i>	<i>6</i>
Abbildung 1-6:	<i>Struktur der Arbeit.....</i>	<i>7</i>
Abbildung 2-1:	<i>Flächengliederung nach VDI-Richtlinie</i>	<i>14</i>
Abbildung 2-2:	<i>Gliederung der Produktionsfläche und zugehörige Flächenfaktoren</i>	<i>16</i>
Abbildung 2-3:	<i>Die Arten der Zwischenlagerung und die Unterscheidung von Kurz- und Langtransporten</i>	<i>17</i>
Abbildung 2-4:	<i>Die Flächenermittlungsverfahren im Überblick</i>	<i>19</i>
Abbildung 2-5:	<i>Bestimmung der optimalen Produktions-Teilbereichsflächen.....</i>	<i>21</i>
Abbildung 2-6:	<i>Das Inversionsgesetz der Fabrikplanung.....</i>	<i>23</i>
Abbildung 2-7:	<i>Siemens Nixdorf Institut – Phasenmodell des Szenario-Managements</i>	<i>25</i>
Abbildung 2-8:	<i>Die Interdependenz-Matrix – Eingrenzung der zu untersuchenden Interdependenzen</i>	<i>27</i>
Abbildung 2-9:	<i>Primär- und Sekundäreinflussfaktoren bezüglich der Interdependenz zwischen A_P-V und P_{TRANS}</i>	<i>28</i>
Abbildung 2-10:	<i>Die Produktionsbereichskennfläche.....</i>	<i>29</i>

<i>Abbildung 3-1: Die Ausprägungen der Produktionskennlinie</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 3-2: Einsatzmöglichkeiten von Produktionskennlinien bei der Gestaltung und Lenkung von Produktionsprozessen</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 3-3: Einfluss der Kostenstruktur auf den kostenminimalen Betriebsbereich</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 3-4: Modellbasierter Erkenntnisprozess zur Lösung von Realproblemen.....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 3-5: Verteilung des Aufwands auf die Phasen eines Simulationsprojekts</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 3-6: Vergleichende Bewertung der alternativen Modellierungsansätze für die Erstellung logistischer Kennlinien</i>	<i>44</i>
<i>Abbildung 3-7: Die Schritte der Kennlinientheorie – ein deduktiv-empirisches Prozessmodell.....</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung 3-8: Die unterschiedlichen Leistungskennlinien gemäß der Kennlinientheorie</i>	<i>49</i>
<i>Abbildung 3-9: Trichtermodell und Durchlaufdiagramm einer Arbeitsstation</i>	<i>50</i>
<i>Abbildung 3-10: Modellierungsebenen für die Simulation bei produktionstechnischen Anwendungen.....</i>	<i>52</i>
<i>Abbildung 3-11: Statische Plandaten der Basisobjekte einer Simulation</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 3-12: Dynamische Plandaten der Basisobjekte einer Simulation</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 3-13: Zeitgliederung bezogen auf den Menschen nach REFA</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 3-14: Beschreibung und Beispiele der elementaren Tätigkeitsarten.....</i>	<i>67</i>
<i>Abbildung 3-15: Zeitermittlungsverfahren</i>	<i>68</i>
<i>Abbildung 3-16: Das Hilfsmittel der Simulation zur experimentellen Ermittlung der Funktionsparameter</i>	<i>72</i>

<i>Abbildung 3-17: Die Schritte und Grundlagen bei der Bestimmung der Produktionsbereichskennfläche</i>	73
<i>Abbildung 4-1: Primäreinflussfaktoren von P_{Trans}</i>	74
<i>Abbildung 4-2: Bausteine bei der deduktiv-empirischen Quantifizierung von P_{Trans}</i>	75
<i>Abbildung 4-3: Modell des Materialflusses eines Bereichs (Abstraktionsstufe I)</i>	76
<i>Abbildung 4-4: Das Modell der „gestutzten“ Materialflüsse (Abstraktionsstufe II)</i>	78
<i>Abbildung 4-5: Das „Zwei-Schenkel“-Modell (Abstraktionsstufe III)</i>	78
<i>Abbildung 4-6: Abstrahierte Worst- und Best-Case-Betrachtung des Materialflusses in Produktionsbereichen</i>	82
<i>Abbildung 4-7: Der Verlauf des Spreizungswinkels γ in Abhängigkeit von l/b</i>	83
<i>Abbildung 4-8: Die Schritte auf dem Weg zu P_{Trans}^*</i>	84
<i>Abbildung 4-9: Die Definition der Betrachtungsbereiche</i>	85
<i>Abbildung 4-10: Die Grenzen des Terms g – die möglichen Minimal- und Maximalwerte für g in Abhängigkeit von l/b und k_S</i>	88
<i>Abbildung 4-11: Prinzipieller Zusammenhang $P_{Trans} - A - V$</i>	89
<i>Abbildung 4-12: Primär- und Sekundäreinflussfaktoren von P_{Hand}</i>	90
<i>Abbildung 4-13: Bausteine bei der deduktiv-empirischen Bestimmung von P_{Hand}</i>	91
<i>Abbildung 4-14: Prinzipieller Zusammenhang Durchsatz - Stellplatz-Belegung - Handlungszeit</i>	92
<i>Abbildung 4-15: Auswirkungen eines dynamischen Durchflussverhaltens</i>	93
<i>Abbildung 4-16: Modell einer Produktion - parallel- und hintereinandergeschaltete Handlungsbereiche</i>	95
<i>Abbildung 4-17: Das (flächen-) modifizierte Durchlaufdiagramm</i>	97

Abbildung 4-18: Vorgehensweise zur Bestimmung des Bestandsverlaufs in der Ausgangssituation	98
Abbildung 4-19: Die direkte Proportionalität der Ressource und der „Erzeugten Fläche“ – am Beispiel der Engpass- Ressource „Personaleinsatz“	102
Abbildung 4-20: Zu- und Abgänge eines Handlingsbereichs – exemplarisches Beispiel.....	103
Abbildung 4-21: Der Flächenkorrekturfaktor zur Kompensation der Abweichungen der Näherungslösung vom tatsächlichen Verlauf.....	105
Abbildung 4-22: Vorgehensweise zur Bestimmung des Flächenkorrekturfaktors	106
Abbildung 4-23: Vorgehensweise zur Bestandsermittlung der Soll- Situationen der multiplen Zukunft.....	107
Abbildung 4-24: Vorgehensweise zur exakten Bestimmung der Mengenströme in der Ist-Situation	110
Abbildung 4-25: Vorgehensweise zur Ermittlung der Mengenströme der Soll-Situationen der multiplen Zukunft.....	112
Abbildung 4-26: Prinzipieller Zusammenhang Bestandsgrenze $x_{j,i}$ und Durchflussmenge $M_{j,i}$ am Beispiel	114
Abbildung 4-27: Bestandsgrenzen eines Handlingsbereiches	117
Abbildung 4-28: Verfahren zur quantitativen Ermittlung von $T_{j,i}$ und $x_{j,i}$	118
Abbildung 4-29: Visualisierung des Zusammenhangs A_P - V - P_{Hand} mit Hilfe von Kennpunkten	120
Abbildung 4-30: Der Schritte auf dem Weg zu P_{Hand}	121
Abbildung 4-31: Die „Teil-Kennlinien“ der Produktionsbereichskennfläche ...	122
Abbildung 4-32: Exemplarische Produktionsbereichskennfläche	123
Abbildung 4-33: Kennlinien des Personalbedarfs je Volumeneinheit	124

<i>Abbildung 5-1: Unternehmenszweck, -umfeld und Anforderungen eines Airline-Catering-Betriebes.....</i>	<i>127</i>
<i>Abbildung 5-2: Der Flugplan als Auslöser der „Vertikalen Welle“</i>	<i>129</i>
<i>Abbildung 5-3: Funktionsbereiche und Materialflüsse in einem Airline-Catering-Betrieb.....</i>	<i>130</i>
<i>Abbildung 5-4: Entwicklung der Terminal-Passagierzahlen der letzten 10 Jahre in Heathrow, Gatwick und Stansted</i>	<i>132</i>
<i>Abbildung 5-5: Das Layout des Fallbeispielbetriebs CSC LHR</i>	<i>133</i>
<i>Abbildung 5-6: Materialflussdarstellung und Produktionsvolumina in der CSC LHR bei Projektstart</i>	<i>134</i>
<i>Abbildung 5-7: Die Produktionsprogramm-Szenarien des Praxisbeispiels im Betrachtungszeitraum</i>	<i>135</i>
<i>Abbildung 5-8: Erste Stufe der Abstraktion bei der Festlegung der Betrachtungsbereiche</i>	<i>136</i>
<i>Abbildung 5-9: Grundlagen zur Ermittlung von l und b des abstrahierten Betrachtungsbereichs (zweite Stufe der Abstraktion)</i>	<i>137</i>
<i>Abbildung 5-10: Materialfluss-Schaubild der Ist-Situation der CSC LHR.....</i>	<i>138</i>
<i>Abbildung 5-11: Parameter des abstrahierten Betrachtungsbereichs.....</i>	<i>139</i>
<i>Abbildung 5-12: Der Verlauf des Streckenfaktors k_S in Abhängigkeit von A^*/A.....</i>	<i>140</i>
<i>Abbildung 5-13: Die Ermittlung der γ^*-Werte im Praxisbeispiel</i>	<i>141</i>
<i>Abbildung 5-14: Die Veränderung des Transport-Personalbedarfs in Abhängigkeit von Fläche und Durchflussvolumen im Praxisbeispiel.....</i>	<i>142</i>
<i>Abbildung 5-15: Layout- und Materialflussplanung mit MATFLOW für den Ist- und einen Erweiterungszustand („2“) im Praxisbeispiel.....</i>	<i>143</i>
<i>Abbildung 5-16: Gegenüberstellung der berechneten und der praktisch ermittelten P^*_{Trans}-Werte im Praxisbeispiel</i>	<i>143</i>

Abbildung 5-17: Die Handlings- und Kapazitätsbereiche im Praxisbeispiel ..	145
Abbildung 5-18: Die Handlings- und Kapazitätsbereichs- Beziehungsmatrix im Praxisbeispiel	146
Abbildung 5-19: Verläufe des Personaleinsatzes für einzelne Szenarien im Kapazitätsbereich Endfertigung innerhalb eines Tages .	148
Abbildung 5-20: Visualisierter Teilausschnitt des Handlingsbereichs Equipmentlagerung	149
Abbildung 5-21: Digitalisierte (x, T) -Kurve im Handlingsbereich „Equipmentlagerung“	149
Abbildung 5-22: Die Zu- und Abgänge des Handlingsbereichs „Vorlauf Kühlhäuser“	150
Abbildung 5-23: Das Ergebnis der statischen Pseudo-Simulation – Flächenbelegung für den Handlingsbereich „Vorlauf Kühlhäuser“	151
Abbildung 5-24: Die Schnittpunkte von Bestandsverläufen und Bestandsgrenzen – Basis zur Bestimmung der Durchflussmengen	152
Abbildung 5-25: Die prozentuale Durchflussverteilung zweier Szenarien im Handlingsbereich „Vorlauf Kühlhäuser“	153
Abbildung 5-26: Quantität und Qualität der Einflussfaktoren von $M_{j,i}$ und $T_{j,i}$	154
Abbildung 5-27: Die Abhängigkeit des Handlings-Personalbedarfs von Fläche und Durchflussvolumen im Fallbeispiel	155
Abbildung 5-28: Die Produktionsbereichskennfläche für das Praxisbeispiel	156
Abbildung 6-1: P_{TRANS} in Abhängigkeit von V ($A=\text{konst.}$) und in Abhängigkeit von A ($V=\text{konst.}$)	158
Abbildung 6-2: Die sieben theoretischen Anwendungsfälle und ihre Praxisrelevanz	160
Abbildung 6-3: Die Kriterien und Dimensionen der Bewertung	162

<i>Abbildung 6-4: Der Gesamtfehler für P^*_{Trans} in Abhängigkeit der maximalen Einzel-Fehlertoleranzen der Parameter γ, γ^* und k_S</i>	<i>164</i>
<i>Abbildung 6-5: Definition „kritischer“ und „unkritischer“ Bereiche bei der Ermittlung von P^*_{Trans} mittels Produktionsbereichskennfläche</i>	<i>165</i>
<i>Abbildung 6-6: Die Bewertung der drei Dimensionen bezüglich der Ermittlung von P^*_{Trans} mittels Produktionsbereichskennfläche</i>	<i>167</i>
<i>Abbildung 6-7: Die Bewertung der drei Dimensionen bezüglich der Ermittlung von P^*_{Hand} mittels Produktionsbereichskennfläche – mit und ohne Änderung der Produktionsfläche A_P.....</i>	<i>169</i>
<i>Abbildung 7-1: Die Abweichung der Produktionsbereichskennfläche vom Ergebnis des konventionellen Verfahrens im Fallbeispiel</i>	<i>171</i>
<i>Abbildung A-1: Erläuterungen zu den Kriterienbewertungen</i>	<i>187</i>
<i>Abbildung A-2: Bewertung der Schritte auf dem Weg zu P^*_{Trans}</i>	<i>188</i>
<i>Abbildung A-3: Bewertung der Schritte auf dem Weg zu P^*_{Hand}.....</i>	<i>189</i>

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
Aufl.	Auflage
Best-Practise	Richt- bzw. Bestwert, der von einem Unternehmen in einem bestimmten Bereich bzw. in einem bestimmten Prozess erreicht wird
BDE	Betriebsdatenerfassung
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAD	Computer Added Design
CSC	Customer Service Center (hier: Airline Catering-Betrieb)
d	day(s) (Tag(e))
d.h.	das heisst
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
et al.	et alii (lat.), und andere
etc.	et cetera (lat.), und weiteres
e.V.	eingetragener Verein
evtl.	eventuell
f	folgende
ff	fortfolgende
ggf.	gegebenenfalls
h	hour(s) (Stunde(n))

Hrsg.	Herausgeber
http	hypertext transfer protocol
IATA	International Air Transport Association
IFA	Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover
konst.	konstant
lat.	lateinisch
LHR	3-letter-code von Flughafen London Heathrow
LVS	Lagerverwaltungssystem
min	minute(s) (Minute(n))
MDE	Maschinendatenerfassung
MMH	Multimoment-Häufigkeitsverfahren
MMZ	Multimoment-Zeitmessverfahren
MTM	Methods of Time Measurements
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health, USA
Nr.	Nummer
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
REFA	REFA-Verband für Arbeitsstudien, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e.V., Darmstadt
S.	Seite
SvZ	Systeme vorbestimmter Zeiten
u.a.	und andere(s), unter anderem, unter anderen
USA	United States of America (Vereinigte Staaten von Amerika)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf
Verl.	Verlag

vgl.	vergleiche
Vol.	Volumen
VR	Virtual Reality (Virtuelle Realität)
WF	work factor (Arbeitsfaktor)
WIP	work in process (Umlaufbestand)
www	world wide web
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
ZWF	Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation

Produzierende Unternehmen operieren heute in einem turbulenten Umfeld, welches vor allem durch die Technik, die Internationalisierung der Märkte und durch die permanente Veränderung von Angebot und Nachfrage bestimmt wird [EVERSHEIM ET AL. 2000; MILBERG 1997]. Durch die fortschreitende Globalisierung der Märkte sind die Produzenten einem permanent steigenden Konkurrenzdruck ausgesetzt [OSTERLOH & FROST 1998; REINHART & HOFFMANN 2000].

Damit Unternehmen im weltweiten Verdrängungswettbewerb bestehen können, ist es erforderlich, Kundenbedürfnisse unter besonderer Beachtung wirtschaftlicher Aspekte optimal zu bedienen. Dies umfasst die konkrete Forderung nach einer raschen Anpassung an veränderte Marktbedingungen, um einen Verlust an Marktanteilen zu vermeiden [GÜNTNER ET AL. 2004; ZÄH ET AL. 2003A]. Um in dem dynamischen, immer komplexer werdenden Unternehmensumfeld langfristig erfolgreich agieren zu können, ist neben der Attraktivität – für Mitarbeiter wie auch für die Kunden – in besonderem Maße die Wandlungsfähigkeit anzustreben [WIENDAHL 2001]. Neben der Agilität als Summe von Schnelligkeit und Flexibilität stellt diesbezüglich vor allem die Innovationskraft einen weiteren Baustein dar, Komplexität mittels neuer Methoden, Prozesse und Produkte zu beherrschen [MILBERG 2002]. Seitens der Produktentwicklung wurden in den letzten Jahren bereits große Fortschritte erzielt, basierend auf innovativen Technologien, Methoden und neuen Organisationsformen konkurrenzfähige Produkte in immer kürzeren Zeiten zu entwickeln.

Dadurch gerät aber auch zusehends die Produktion und mit ihr die innerbetriebliche Logistik unter Zugzwang. Vor dem Hintergrund der turbulenten Einflussfaktoren ist festzustellen, dass die Planung der Prozesse, Abläufe und Strukturen eine Wettbewerbs entscheidende Bedeutung erhält [GÜNTNER 2005; WESTKÄMPER 2004; ZÄH ET AL. 2003B]: Stetig komplexer werdende logistische Systeme sind immer öfter und in kürzerer Zeit umzugestalten oder neu zu planen.

Um die Diskrepanz zwischen verkürzten Planungszeiten und der Forderung nach qualitativ hochwertigen Planungsergebnissen zu minimieren, müssen

neue Methoden und Werkzeuge entwickelt werden [GÜNTNER ET AL. 2004]. Gerade den ersten Planungsstufen kommt diesbezüglich große Bedeutung zu, da die Möglichkeit der Kostenbeeinflussung in den konzeptionellen Schritten am Anfang besonders groß ist und mit zunehmendem Planungsfortschritt laufend zurückgeht (siehe *Abbildung 1-1*).

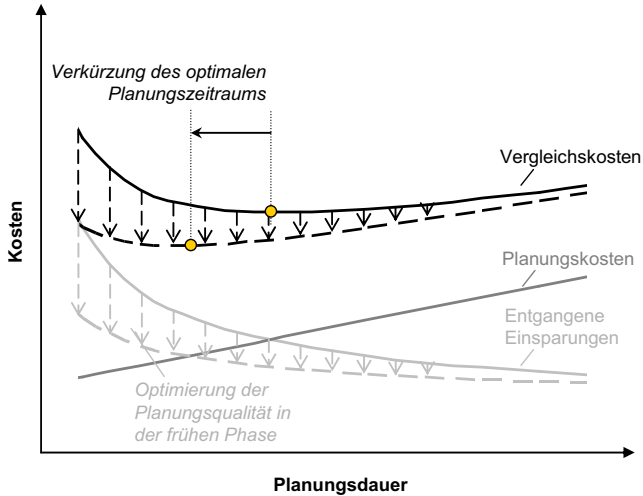


Abbildung 1-1: Der Einfluss der Optimierung der Planungsqualität in der frühen Planungsphase (in Anlehnung an [FREY 1975, S.7] und [KETTNER 1984, S.8])

Insbesondere im Rahmen der Fabrikplanung wird eine Beschleunigung des Fabrikplanungsprozesses bei gleichzeitiger Verbesserung der Qualität der Planungsergebnisse als essentiell für eine zielgerichtete, proaktive Anpassung der Strukturen eingestuft [WESTKÄMPER 2001B]. Hierbei wird die Bestimmung der Betriebsfläche in der Literatur als eine zentrale Aufgabe im Rahmen der Fabrikplanung beurteilt [AGGTELEKY 1970; BRACHT 1984; PODOLSKY 1977; ROCKSTROH 1968]. Die Betriebsfläche fungiert im komplexen System „Fabrik“ als zentrale Struktur- und Betriebsgröße [VETTER 1983, S.55].

Das Ziel der Betriebsflächendimensionierung sollte sein, trotz der Turbulenz, Dynamik und Komplexität des Umfeldes stets in den Grenzbereichen von Technik und Leistung am wirtschaftlich optimalen Betriebspunkt operieren zu können [WESTKÄMPER 2001A].