

# **Organisation der kundenindividuellen Massenproduktion**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grads

Doctor rerum politicarum (Dr. rer. pol.)

der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock

Vorgelegt von

Ines Teichner

geboren am 21.08.1979 in Rostock

Rostock, 2. November 2011

Erstgutachter: Prof. Dr. Dr. Theodor Nebl  
Universität Rostock, Institut für Produktionswirtschaft

Zweitgutachter: Prof. Dr. Karl-Heinz Brillowski  
emeritiert

Tag der Einreichung: 2. November 2011

Tag der Verteidigung: 19. Dezember 2011

## Verkürztes Inhaltsverzeichnis

<b>VERKÜRZTES INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>I</b>
<b>AUSFÜHRLICHES INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>X</b>
<b>1        EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1        Ausgangspunkt und Problemansatz .....	1
1.2        Ziele und Aufbau der Arbeit.....	6
<b>2        PRODUKTIONSORGANISATION .....</b>	<b>11</b>
2.1        Vorbemerkungen .....	11
2.2        Organisation der Fertigungshauptprozesse.....	17
2.3        Organisation fertigungsnaher industrieller Dienstleistungsprozesse.....	48
2.4        Integrierte Produktionssysteme .....	141
<b>3        KUNDENINDIVIDUELLE MASSENPRODUKTION .....</b>	<b>146</b>
3.1        Literaturüberblick .....	146
3.2        Individualisierung.....	162
3.3        Typisierung des Mengenaspekts .....	173
3.4        Konzeptionen.....	199
3.5        Anforderungen an die Produktionsorganisation .....	207
<b>4        INTEGRIERTE PRODUKTIONSSYSTEME AUSGEWÄHLTER KONZEPTIONEN</b>	
<b>         KUNDENINDIVIDUELLER MASSENPRODUKTION.....</b>	<b>216</b>
4.1        Vorbemerkungen .....	216
4.2        Konzeptionsgerechte Organisationsprinzipien der Teilefertigung .....	217
4.3        Konzeptionsgerechte Organisationsformen der Teilefertigung .....	229
4.4        Konzeptionsgerechte Organisationsprinzipien der Montage .....	236
4.5        Konzeptionsgerechte Organisationsformen der Montage .....	248
4.6        Konzeptionsgerechte integrierte Produktionssysteme .....	252
4.7        Zusammenfassung .....	264
<b>5        SCHLUSSBETRACHTUNGEN .....</b>	<b>268</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>272</b>
<b>ANLAGENVERZEICHNIS .....</b>	<b>290</b>

## Ausführliches Inhaltsverzeichnis

<b>VERKÜRZTES INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>I</b>
<b>AUSFÜHRLICHES INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>X</b>
<b>1        EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1        Ausgangspunkt und Problemansatz .....	1
1.2        Ziele und Aufbau der Arbeit .....	6
<b>2        PRODUKTIONSORGANISATION .....</b>	<b>11</b>
2.1        Vorbemerkungen .....	11
2.2        Organisation der Fertigungshauptprozesse .....	17
2.2.1       Organisation der Teilefertigung.....	17
2.2.1.1     Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung .....	18
2.2.1.2     Klassische Organisationsformen der Teilefertigung .....	22
2.2.1.3     Moderne Organisationsformen der Teilefertigung .....	29
2.2.2       Organisation der Montage.....	35
2.2.2.1     Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der Montage.....	36
2.2.2.2     Klassische Organisationsformen der Montage .....	41
2.2.2.3     Moderne Organisationsformen der Montage .....	47
2.3        Organisation fertigungsnahe industrieller Dienstleistungsprozesse.....	48
2.3.1       Vorbemerkungen .....	48
2.3.2       Organisation des innerbetrieblichen Transports .....	52
2.3.2.1     Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports ....	53
2.3.2.2     Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports .....	55
2.3.2.3     Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Teilefertigung .....	61
2.3.2.4     Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Montage .....	66
2.3.3       Organisation der innerbetrieblichen Lagerung .....	79
2.3.3.1     Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung.....	80
2.3.3.2     Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung .....	82
2.3.3.3     Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Teilefertigung .....	86
2.3.3.4     Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Montage .....	90
2.3.4       Organisation des Informationsmanagement.....	101
2.3.4.1     Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien des Informationsmanagement.....	104
2.3.4.2     Organisationsformen des Informationsmanagement .....	106
2.3.4.3     Organisationsformen des Informationsmanagement für die Teilefertigung .....	110
2.3.4.4     Organisationsformen des Informationsmanagement für die Montage .....	117

2.3.5	Organisation der Instandhaltung .....	121
2.3.5.1	Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der Instandhaltung .....	122
2.3.5.2	Organisationsformen der Instandhaltung .....	125
2.3.5.3	Organisationsformen der Instandhaltung für die Teilefertigung .....	128
2.3.5.4	Organisationsformen der Instandhaltung für die Montage .....	136
<b>2.4</b>	<b>Integrierte Produktionssysteme .....</b>	<b>141</b>
<b>3</b>	<b>KUNDENINDIVIDUELLE MASSENPRODUKTION .....</b>	<b>146</b>
<b>3.1</b>	<b>Literaturüberblick .....</b>	<b>146</b>
<b>3.2</b>	<b>Individualisierung .....</b>	<b>162</b>
3.2.1	Sozialwissenschaftliche Erklärungsansätze .....	162
3.2.2	Betriebswirtschaftliche Erklärungsansätze .....	166
3.2.3	Zusammenfassung zur Individualisierung .....	170
<b>3.3</b>	<b>Typisierung des Mengenaspekts .....</b>	<b>173</b>
3.3.1	Zweck und Methode .....	173
3.3.2	Abgrenzung des Untersuchungsbereichs .....	177
3.3.3	Auswahl geeigneter Merkmale .....	181
3.3.4	Festlegung von Merkmalsausprägungen .....	188
3.3.5	Bildung von Typen durch Merkmalskombination .....	189
3.3.6	Zusammenfassung zur Typisierung des Mengenaspekts .....	197
<b>3.4</b>	<b>Konzeptionen .....</b>	<b>199</b>
3.4.1	Kundenindividuelle End- oder Vorproduktion .....	200
3.4.2	Modularisierung .....	201
3.4.3	Massenhafte Fertigung von Unikaten .....	204
<b>3.5</b>	<b>Anforderungen an die Produktionsorganisation .....</b>	<b>207</b>
3.5.1	Allgemeine Anforderungen .....	207
3.5.2	Anforderungsprofile der Konzeptionen .....	210
3.5.2.1	Anforderungen der kundenindividuellen End- bzw. Vorproduktion .....	210
3.5.2.2	Anforderungen der Modularisierung .....	212
3.5.2.3	Anforderungen der massenhaften Fertigung von Unikaten .....	214
<b>4</b>	<b>INTEGRIERTE PRODUKTIONSSYSTEME AUSGEWÄHLTER KONZEPTIONEN KUNDENINDIVIDUELLER MASSENPRODUKTION .....</b>	<b>216</b>
<b>4.1</b>	<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>216</b>
<b>4.2</b>	<b>Konzeptionsgerechte Organisationsprinzipien der Teilefertigung .....</b>	<b>217</b>
4.2.1	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die kundenindividuelle Endpro- duktion .....	217
4.2.2	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die kundenindividuelle Vorpro- duktion .....	220
4.2.3	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Modularisierung .....	222
4.2.4	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die massenhafte Fertigung von Unikaten .....	227

---

<b>4.3</b>	<b>Konzeptionsgerechte Organisationsformen der Teilefertigung .....</b>	<b>229</b>
<b>4.4</b>	<b>Konzeptionsgerechte Organisationsprinzipien der Montage.....</b>	<b>236</b>
4.4.1	Organisationsprinzipien der Montage für die kundenindividuelle Endproduktion.....	237
4.4.2	Organisationsprinzipien der Montage für die kundenindividuelle Vorproduktion .....	240
4.4.3	Organisationsprinzipien der Montage für die Modularisierung.....	242
4.4.4	Organisationsprinzipien der Montage für die massenhafte Fertigung von Unikaten ...	246
<b>4.5</b>	<b>Konzeptionsgerechte Organisationsformen der Montage.....</b>	<b>248</b>
<b>4.6</b>	<b>Konzeptionsgerechte integrierte Produktionssysteme .....</b>	<b>252</b>
<b>4.7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>264</b>
<b>5</b>	<b>SCHLUSSBETRACHTUNGEN .....</b>	<b>268</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>272</b>
	<b>ANLAGENVERZEICHNIS .....</b>	<b>290</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Bewertung des Einflusses der Produktionserfolgsfaktoren auf die Markterfolgsskoren .....	2
Abb. 1-2:	Umsetzung der Markterfolgsskoren in Unternehmen .....	4
Abb. 1-3:	Haupt- und Teilzielstellungen .....	8
Abb. 1-4:	Allgemeine Vorgehensweise für die Herleitung integrierter Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion .....	10
Abb. 2-1:	Prozesstypen .....	13
Abb. 2-2:	Produktionsorganisatorisches Forschungsmodell nach NEBL .....	15
Abb. 2-3:	Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung .....	19
Abb. 2-4:	Durchlaufzeit und technologischer Zyklus .....	19
Abb. 2-5:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung .....	21
Abb. 2-6:	Charakteristik zeitlicher Organisationsprinzipien der Teilefertigung .....	22
Abb. 2-7:	Klassische Organisationsformen der Teilefertigung .....	23
Abb. 2-8:	Eigenschaften klassischer Organisationsformen der Teilefertigung .....	24
Abb. 2-9:	Fähigkeiten klassischer Organisationsformen der Teilefertigung .....	25
Abb. 2-10:	Zusammenhang zwischen Prozesstypen und Einflussgrößen der Produktionsorganisation .....	28
Abb. 2-11:	Klassische Organisationsformen der Teilefertigung im Spannungsfeld der Einflussfaktoren auf die Produktionsorganisation .....	29
Abb. 2-12:	Ausgestaltungsvarianten der Technikteilsysteme .....	30
Abb. 2-13:	Klassische und moderne Organisationsformen der Teilefertigung .....	32
Abb. 2-14:	Automatisierungspotenziale der Technikteilsysteme .....	33
Abb. 2-15:	Fähigkeiten moderner Organisationsformen der Teilefertigung .....	34
Abb. 2-16:	Moderne Organisationsformen der Teilefertigung im Spannungsfeld der Einflussfaktoren auf die Produktionsorganisation .....	34
Abb. 2-17:	Varianten des kinematischen Verhaltens der Elementarfaktoren in der Montage .....	37
Abb. 2-18:	Klassische Organisationsformen der Montage .....	42
Abb. 2-19:	Eigenschaften der Organisationsformen der Montage .....	43
Abb. 2-20:	Fähigkeiten der Organisationsformen der Montage .....	44
Abb. 2-21:	Organisationsformen der Montage im Spannungsfeld der Einflussfaktoren auf die Produktionsorganisation .....	47
Abb. 2-22:	Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen .....	50
Abb. 2-23:	Einordnung der Produktionslogistik .....	53
Abb. 2-24:	Räumliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports .....	55
Abb. 2-25:	Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports .....	56
Abb. 2-26:	Charakteristik der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports .....	57
Abb. 2-27:	Fähigkeiten der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports .....	58
Abb. 2-28:	Originäre und derivative Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports .....	60
Abb. 2-29:	Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports .....	62
Abb. 2-30:	Interdependenzen zwischen Teilefertigung und innerbetrieblichem Transport .....	64

Abb. 2-31: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports.....	66
Abb. 2-32: Interdependenzen zwischen räumlichen Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports .....	68
Abb. 2-33: Interdependenzen zwischen zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports .....	70
Abb. 2-34: Ableitung passgerechter Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Organisationsformen der Montage.....	73
Abb. 2-35: Wechselwirkungen zwischen den Organisationsformen der Montage und des innerbetrieblichen Transports .....	77
Abb. 2-36: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports.....	78
Abb. 2-37: Räumliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung.....	81
Abb. 2-38: Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung.....	83
Abb. 2-39: Charakteristik der Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung....	84
Abb. 2-40: Fähigkeiten der Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung .....	85
Abb. 2-41: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung .....	87
Abb. 2-42: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung .....	89
Abb. 2-43: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung .....	90
Abb. 2-44: Interdependenzen zwischen räumlichen Organisationsprinzipien der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung.....	92
Abb. 2-45: Interdependenzen zwischen zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung.....	94
Abb. 2-46: Ableitung passgerechter Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Organisationsformen der Montage .....	96
Abb. 2-47: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung .....	101
Abb. 2-48: Räumliche Organisationsprinzipien des Informationsmanagement.....	105
Abb. 2-49: Organisationsformen des Informationsmanagement.....	107
Abb. 2-50: Charakteristika der Organisationsformen des Informationsmanagement... ..	108
Abb. 2-51: Fähigkeiten der Organisationsformen des Informationsmanagement.....	109
Abb. 2-52: Originäre und derivative Organisationsformen des Informationsmanagement.....	110
Abb. 2-53: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des Informationsmanagement.....	112
Abb. 2-54: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Teilefertigung und des Informationsmanagement.....	114
Abb. 2-55: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des Informationsmanagement.....	116



Abb. 2-56:	Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den originären Organisationsformen des Informationsmanagement.....	117
Abb. 2-57:	Interdependenzen der Organisationsformen der Montage und des Informationsmanagement.....	118
Abb. 2-58:	Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des Informationsmanagement.....	120
Abb. 2-59:	Räumliche Organisationsprinzipien der Instandhaltung .....	124
Abb. 2-60:	Organisationsformen der Instandhaltung .....	125
Abb. 2-61:	Charakteristik der Organisationsformen der Instandhaltung .....	127
Abb. 2-62:	Fähigkeiten der Organisationsformen der Instandhaltung .....	128
Abb. 2-63:	Passgerechte Organisationsformen der Instandhaltung für die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung .....	131
Abb. 2-64:	Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der Instandhaltung .....	134
Abb. 2-65:	Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der Instandhaltung .....	135
Abb. 2-66:	Passgerechte Organisationsformen der Instandhaltung für die Organisationsformen der Montage.....	139
Abb. 2-67:	Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der Instandhaltung .....	140
Abb. 2-68:	Subsysteme eines Unternehmens .....	142
Abb. 2-69:	Ebenenmodell für die Organisation integrierter Produktionssysteme .....	144
Abb. 3-1:	Grundverständnis der kundenindividuellen Massenproduktion .....	148
Abb. 3-2:	Maßnahmen des Komplexitätsmanagement in der Produktion.....	151
Abb. 3-3:	Vor- und Nachteile der Modularisierung .....	155
Abb. 3-4:	Ausgewählte Systematisierungsansätze für die kundenindividuelle Massenproduktion.....	159
Abb. 3-5:	Prozesse der Individualisierung .....	165
Abb. 3-6:	Trade Off zwischen Auswahlmöglichkeiten und Individualisierung des Produkts.....	171
Abb. 3-7:	Auswahlmöglichkeiten bei Produkten nach Kundenwunsch .....	172
Abb. 3-8:	Anzahl der Bezeichnungen mit dem Stammwort Typen.....	179
Abb. 3-9:	Untersuchte Merkmale der Literaturanalyse.....	181
Abb. 3-10:	Entscheidungsalgorithmus Produktionstypen .....	184
Abb. 3-11:	Zuordnung der deskriptiven Merkmale zu den Makrostrukturbereichen....	187
Abb. 3-12:	Konstitutive Merkmale und ihre Ausprägungen .....	188
Abb. 3-13:	Deskriptive Merkmale und ihre Ausprägungen .....	188
Abb. 3-14:	Typ Massenfertigung .....	190
Abb. 3-15:	Typ Einzelfertigung .....	192
Abb. 3-16:	Typ Sortenfertigung .....	193
Abb. 3-17:	Typ Serienfertigung .....	195
Abb. 3-18:	Aufteilung des Produktionsprozesses bei kundenindividueller Endproduktion .....	201
Abb. 3-19:	Aufteilung des Produktionsprozesses bei kundenindividueller Vorproduktion .....	201
Abb. 3-20:	Formen der Modularisierung .....	202
Abb. 3-21:	Vorteile, Nachteile und Wirkungen der Konzeptionen der Hard Customization .....	205

Abb. 3-22:	Anforderungen der Produktindividualisierung an den Produktionsprozess.	209
Abb. 3-23:	Anforderungsprofil der kundenindividuellen Endproduktion.....	211
Abb. 3-24:	Anforderungsprofil der kundenindividuelle Vorproduktion .....	212
Abb. 3-25:	Anforderungsprofile der Varianten der Modularisierung.....	213
Abb. 3-26:	Anforderungsprofil der massenhaften Fertigung von Unikaten .....	214
Abb. 3-27:	Zuordnung der Konzeptionen zu den Prozesstypen .....	215
Abb. 4-1:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion .....	218
Abb. 4-2:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion .....	219
Abb. 4-3:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion .....	220
Abb. 4-4:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion .....	222
Abb. 4-5:	Modulanzahl und -arten bei den Modularisierungsvarianten .....	222
Abb. 4-6:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die generische Modularisierung .....	223
Abb. 4-7:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die quantitative Modularisierung .....	224
Abb. 4-8:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die individuelle Modularisierung .....	225
Abb. 4-9:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die freie Modularisierung ...	226
Abb. 4-10:	Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die massenhafte Fertigung von Unikaten .....	228
Abb. 4-11:	Bildung klassischer Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion.....	230
Abb. 4-12:	Klassische Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion .....	233
Abb. 4-13:	Ebenenmodell der Konzeptionen und klassischen Organisationsformen der Teilefertigung .....	234
Abb. 4-14:	Moderne Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion .....	235
Abb. 4-15:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion.....	238
Abb. 4-16:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion.....	239
Abb. 4-17:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion .....	240
Abb. 4-18:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion .....	242
Abb. 4-19:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Varianten der Modularisierung .....	246
Abb. 4-20:	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die massenhafte Fertigung von Unikaten .....	247
Abb. 4-21:	Bildung von Organisationsformen der Montage für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion.....	248
Abb. 4-22:	Organisationsformen der Montage für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion.....	251

---

Abb. 4-23: Ebenenmodell der konzeptionsgerechten Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse .....	252
Abb. 4-24: Ebenenmodell zur Organisation integrierter Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion.....	254
Abb. 4-25: Kontinuität und Flexibilität der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion.....	264

## Abkürzungsverzeichnis

AF .....	Auftragsfertigung
AL .....	Aufnahmelagerung
ALP .....	Absorbierendes Lagerungsprinzip
AP .....	Arbeitsplatz
BAZ .....	Bearbeitungszentrum
BL .....	Bereitstellungslagerung
BLP .....	Bearbeitungsintegriertes Lagerungsprinzip
BS .....	Bearbeitungsstation
CNC .....	Computerized Numerical Control
DAL .....	Dezentrale Aufnahmelagerung
DBL .....	Dezentrale Bereitstellungslagerung
DLP .....	Dezentrales Lagerungsprinzip
DPL .....	Dezentrale Pufferlagerung
DZL .....	Dezentrale Zwischenlagerung
EF .....	Einzelfertigung, Elementarfaktor
E <sub>i</sub> .....	Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion
ELP .....	Emittierendes Lagerungsprinzip
EPF .....	Einzelplatzfertigung
EPM .....	Einzelplatzmontage
E <sub>s</sub> .....	Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion
EV .....	Echtzeitverlauf
F & E .....	Forschung und Entwicklung
FA .....	Fertigungsauftrag
FF .....	Fließfertigung
FFF .....	Flexible Fließfertigung
FFS .....	Flexibles Fertigungssystem
FgU .....	Fremdbezug in größerem Umfang
FiD .....	Fertigungsnahe industrielle Dienstleistung
FM .....	Fließmontage
Fu .....	Fremdbezug unbedeutend
Fw .....	Fremdbezug weitestgehend
GET .....	Gerichteter Einzelteiltransport
GFA .....	Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt
GFR .....	Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe
GIP .....	Gerichtetes Informationsflussprinzip
GM .....	Gruppenmontage
GMo .....	Grundmodul
GOI .....	Gerichteter objektspezifischer Informationsfluss
GP .....	Gruppenprinzip
GTE .....	Geringteilige Erzeugnisse
GTI .....	Gerichteter teillosspezifischer Informationsfluss
GTP .....	Gerichtetes Transportprinzip
GTT .....	Gerichteter Teillostransport
GZI .....	Generalisierte zentrale Instandhaltung
i. A. a. ....	In Anlehnung an
IAL .....	Integrierte Aufnahmelagerung

---

IBL .....	Integrierte Bereitstellungslagerung
iEF .....	Instationäre Elementarfaktoren
IF .....	Informationsfluss
IH.....	Instandhaltung
iL.....	Innerbetriebliche Lagerung
IL .....	Integrierte Lagerung
IM.....	Informationsmanagement
iMO .....	Instationäre Montageobjekte
iPF .....	Instationäre Potenzialfaktoren
IPL .....	Integrierte Pufferlagerung
iT .....	Innerbetrieblicher Transport
IZL.....	Integrierte Zwischenlagerung
KI .....	Kundenindividuelle Erzeugnisse
KV.....	Kombinierter Verlauf
KWF.....	Kontinuierliche Werkstattfertigung
LF.....	Lagerfertigung
M.....	Standardisiertes Modul
M <sub>F</sub> .....	Freie Modularisierung
MF .....	Massenfertigung
M <sub>G</sub> .....	Generische Modularisierung
M <sub>i</sub> .....	Individualisiertes Modul
M <sub>I</sub> .....	Individuelle Modularisierung
MIF.....	Mischfertigung
Mo.....	Montage
MO .....	Montageobjekt
M <sub>Q</sub> .....	Quantitative Modularisierung
MTE.....	Mehrteilig einfache Erzeugnisse
MTK.....	Mehrteilig komplexe Erzeugnisse
n/a.....	not applicable im Sinne von entfällt
n <sub>L</sub> .....	Losgröße
OF.....	Organisationsform
OLP.....	Oszillierendes Lagerungsprinzip
oOV .....	Ohne Ortsveränderung
oW .....	Ohne Weitergabe
OZI.....	Objektorientierte zentrale Instandhaltung
PL .....	Pufferlagerung
PS .....	Produktionssystem
PT .....	Prozesstyp
PV.....	Parallelverlauf
RIP .....	Richtungsvariables Informationsflussprinzip
RLI .....	Richtungsvariabler losspezifischer Informationsfluss
RLT .....	Richtungsvariabler Lostransport
RM.....	Reihenmontage
ROP .....	Räumliches Organisationsprinzip
RP .....	Reihenprinzip
RTI .....	Richtungsvariabler teillosspezifischer Informationsfluss
RTP .....	Richtungsvariables Transportprinzip
RTT .....	Richtungsvariabler Teillostransport

---

RV.....	Reihenverlauf
SF .....	Serienfertigung
SFF.....	Starre Fließfertigung
SLP.....	Statisches Lagerungsprinzip
StaV.....	Standard mit anbieterspezifischen Varianten
StkV.....	Standard mit kundenindividualisierten Varianten
StoV.....	Standard ohne Varianten
TF .....	Teilefertigung
$t_i$ .....	Bearbeitungszeit
$t_{i+1}$ .....	Bearbeitungszeit der nachfolgenden Bearbeitungsstation
TOP .....	Technisches Organisationsprinzip
U.....	Massenhafte Fertigung von Unikaten
UIP.....	Ungerichtetes Informationsflussprinzip
ULI.....	Ungerichteter losspezifischer Informationsfluss
ULT.....	Ungerichteter Lostransport
UTI.....	Ungerichteter teillosspezifischer Informationsfluss
UTP.....	Ungerichtetes Transportprinzip
UTT.....	Ungerichteter Teillostransport
VAI.....	Verketteter arbeitgangspezifischer Informationsfluss
VET.....	Verketteter Einzelteiltransport
$V_i$ .....	Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion
VIP.....	Verkettetes Informationsflussprinzip
VOI.....	Verketteter objektspezifischer Informationsfluss
$V_s$ .....	Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion
VTI.....	Verketteter teillosspezifischer Informationsfluss
VTP.....	Verkettetes Transportprinzip
VTT.....	Verketteter Teillostransport
VZI.....	Verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung
WF.....	Werkstattfertigung
WM .....	Werkstattmontage
WP.....	Werkstattprinzip
WS.....	Werkstoff
ZAL .....	Zentrale Aufnahmelagerung
ZBL .....	Zentrale Bereitstellungslagerung
ZGD .....	Zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung
ZGI.....	Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung
ZI .....	Zentrale Instandhaltung
ZL.....	Zwischenlagerung
ZLP.....	Zentrales Lagerungsprinzip
ZOI.....	Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung
ZOP.....	Zeitliches Organisationsprinzip
ZPL.....	Zentrale Pufferlagerung
Zul .....	Zustandsorientierte Instandhaltung
ZZL.....	Zentrale Zwischenlagerung

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangspunkt und Problemansatz

Eine international im Jahr 2003 erhobene empirische Produktionsstudie<sup>1</sup> untersuchte mit Hilfe eines linearen Strukturgleichungsmodells (LISREL), welche Potenziale im Produktionsbereich die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen nachhaltig beeinflussen. In einem dreistufigen Verfahren wurden zunächst branchenübergreifend über 800 Manager aus Industrieunternehmen im deutschsprachigen Raum befragt. Die Studie deckt im ersten Teil signifikante Markterfolgskriterien auf, die sich positiv auf die Steigerung des Absatzes auswirken. Die Befragten sind der Meinung, dass vor allem ein günstiger Preis (53 %) und eine hohe Kundenorientierung (50 %) die stärksten Auswirkungen haben. Dicht darauf folgen im mittleren Bereich die Faktoren kurze Lieferzeit (47 %), hohe Liefertreue (44 %) sowie guter Service (38 %). Überraschenderweise werden den Faktoren hohe Qualität (18 %) und gute Konstruktion (15 %) keine weit reichenden absatzsteigernden Wirkungen beigemessen.<sup>2</sup> Die Studie kommt zu dem Schluss, dass diese beiden Faktoren für den Kunden selbstverständlich sind und als branchenüblicher Standard vorausgesetzt werden<sup>3</sup>. Im zweiten Teil der Studie werden aus den Befragungsergebnissen sieben Erfolgsfaktoren im Bereich der Produktion abgeleitet, die in der Praxis eine hohe Relevanz für „aktuelle Aufgaben und Lösungsansätze“<sup>4</sup> besitzen. Sie bildeten die Grundlage für das sich anschließende Strukturmodell, das die Zusammenhänge zwischen den Markterfolgskriterien und den Produktionserfolgskriterien herausstellen sollte.

Durch das Strukturmodell konnten die identifizierten Produktionserfolgskriterien in eine Reihenfolge gebracht werden, wie sie einen maßgeblichen Einfluss auf die oben genannten Markterfolgskriterien ausüben. Die Produktionserfolgskriterien besitzen eine unterschiedlich starke, indirekte Wirkung auf die Steigerung des Absatzes:<sup>5</sup>

1. Fokussierung auf Kernkompetenzen (marktgerechte Make or Buy-Entscheidungen)
2. Systematisiertes Technologiemanagement

---

<sup>1</sup> Vgl. o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003).

<sup>2</sup> Vgl. o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003), S. 7.

<sup>3</sup> Vgl. o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003), S. 6.

<sup>4</sup> ELDERS/ ZIMMERMANN et al. (2003) - Erfolgsfaktoren Produktion, S. 30.

<sup>5</sup> ELDERS/ ZIMMERMANN et al. (2003) - Erfolgsfaktoren Produktion, S. 29.

3. Enge Synchronisation der Produktions- und Beschaffungsprozesse
4. Konsequente Vereinfachung [der] Aufbau- und Ablauforganisation
5. Reduktion der Produktkomplexität
6. Klare Standortstrategie
7. Teamarbeit

Die Kombination der aufgezeigten Erfolgsfaktoren mit den absatzsteigernden Marktfaktoren lässt die Darstellung folgender Matrix zu, die eine Gesamtbewertung aus beiden Blickwinkeln ermöglicht. Abb. 1-1 stellt die ermittelten Wirkungszusammenhänge zwischen den Erfolgsfaktoren der Produktion (in der Horizontalen) und den absatzsteigernden Markterfolgsfaktoren (in der Vertikalen) grafisch dar.

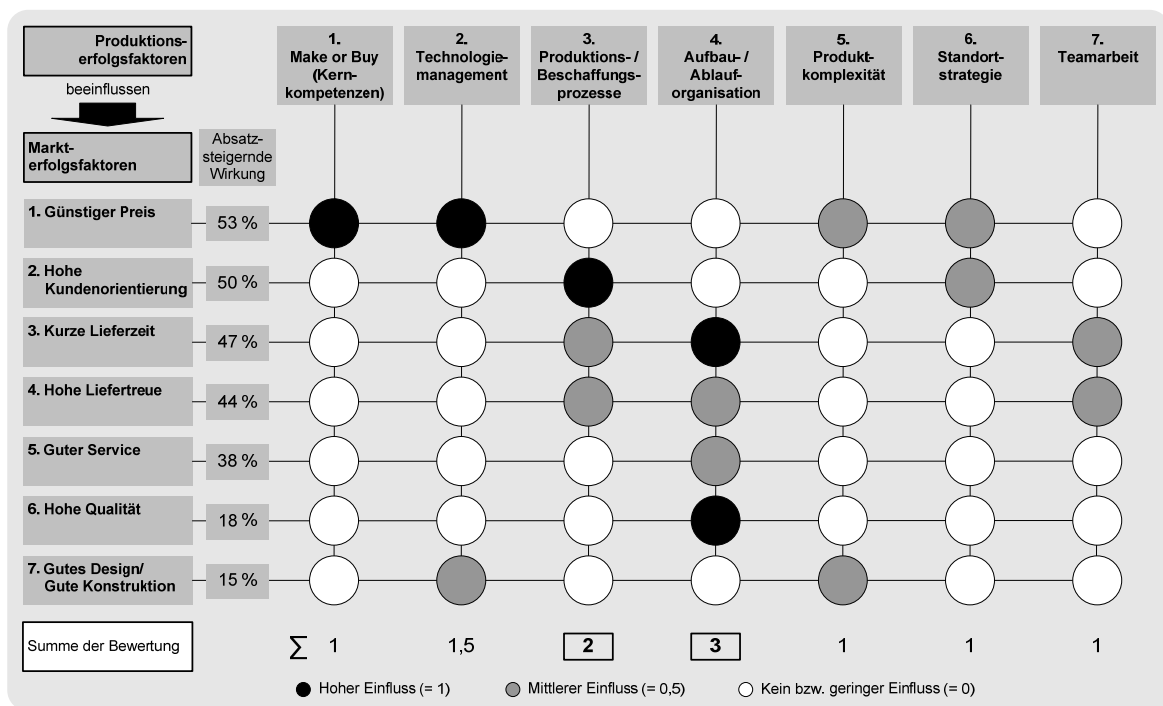


Abb. 1-1: Bewertung des Einflusses der Produktionserfolgsfaktoren auf die Markterfolgsfaktoren<sup>6</sup>

Die Studie kommt zu der Schlussfolgerung, dass „eine Verschiebung der Stellhebel hin zur Kundenorientierung“<sup>7</sup> festgestellt werden kann. Insbesondere die ersten vier Produktionserfolgsfaktoren besitzen eine hohe Einflussnahme auf die Markterfolgsfaktoren<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> Nach o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003), S. 7, 11.

<sup>7</sup> ELDERS/ ZIMMERMANN et al. (2003) - Erfolgsfaktoren Produktion, S. 33.

<sup>8</sup> Vgl. ELDERS/ ZIMMERMANN et al. (2003) - Erfolgsfaktoren Produktion, S. 31.



Die von der Studie vorgenommenen verbalen Einschätzungen über die Einflussstärken in der oben dargestellten Matrix können mit Hilfe von Zahlenwerten quantifiziert werden: ein hoch eingeschätzter Einfluss (●) wird mit 1,0 Punkten, ein mittlerer Einfluss (◐) mit 0,5 Punkten und kein bzw. ein geringer Einfluss (○) wird mit 0 Punkten bewertet. Über die Summe der Einzelbewertungen kann eine Rangordnung über die Erfolgsfaktoren der Produktion aufgestellt werden, die eine absatzsteigernde Wirkung besitzen. Infolge dieser Bewertung ist feststellbar, dass vor allem eine schlanke Aufbau- und Ablauforganisation (3 Punkte) sowie die Synchronisation der Produktions- und Beschaffungsprozesse (2 Punkte) die allgemeinen Markterfolgsfaktoren am stärksten beeinflussen. Insgesamt wird ihnen ein hoher bzw. mittlerer Einfluss bei fünf der sieben Markterfolgsfaktoren eingeräumt, so dass davon ausgegangen werden kann, dass sie für den Erfolg eines Unternehmens entscheidend verantwortlich sind.

Der Einschätzung der Studie, dass synchronisierte Produktionsprozesse sowie abgestimmte Aufbau- und Ablauforganisationen nur einen geringen bzw. keinen Einfluss auf einen günstigen Preis haben, kann nicht zugestimmt werden. Anforderungsgerechte Organisationsstrukturen fokussieren auf unterbrechungsfreie und hoch kontinuierliche Produktionsprozesse. Durch die Reduzierung von Warte- und Stillstandszeiten können vor allem die Lohnkosten auf Seiten der Arbeitskräfte und die Maschinenkosten bei den Betriebsmitteln eingespart werden. Liegezeiten lassen sich durch die Senkung von Beständen dezimieren, wodurch unter anderem geringere Lagerungs- und Kapitalbindungskosten sowie eine höhere Umschlagshäufigkeit erreicht werden können. Infolgedessen sind vor allem sinkende Inputfaktorkosten generierbar, die einen niedrigeren Preis begünstigen könnten. Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen sind die Bewertungen der beiden einflussstärksten Produktionserfolgsfaktoren noch weitaus höher einzuschätzen. Schon 1957 erkannte MELLEROWICZ, dass „das Schwergewicht [...] der Fließproduktion auf ihrer Organisation liegt“<sup>9</sup>.

Obwohl den Teilnehmern der Studie die Bedeutsamkeit von Preis, Kundenorientierung und Lieferzeit für die unternehmerische Leistung am Markt bekannt ist, ist der Anteil der-

---

<sup>9</sup> MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 377. MELLEROWICZ' Aussage fand viele Fürsprecher, u. a. GUTENBERG (1983), BERGER (1967), FACKELMEYER (1966), WÖLLZENMÜLLER (1961), KRAMER (1969) wie in DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 173 f. nachzulesen ist.

jenigen Unternehmen, bei denen die einflussreichen Markterfolgskriterien zufriedenstellend umgesetzt sind, nur gering<sup>10</sup> (vgl. Abb. 1-2).

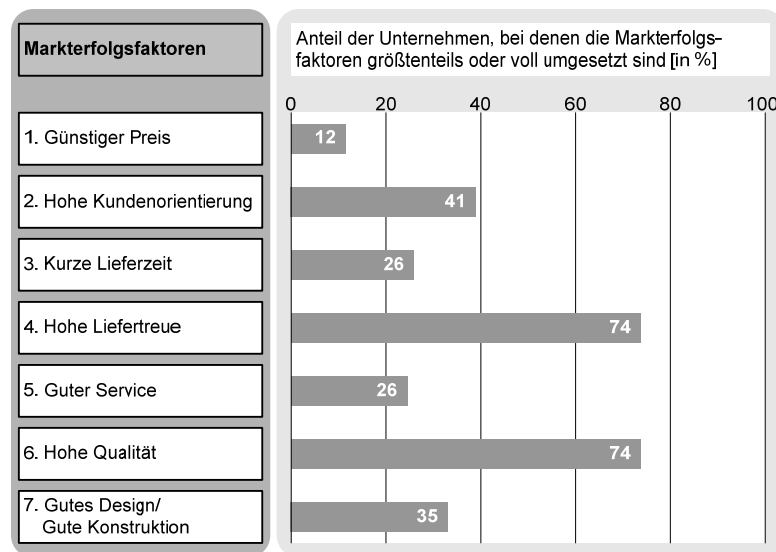


Abb. 1-2: Umsetzung der Markterfolgskriterien in Unternehmen<sup>11</sup>

Ein Großteil der von der Studie Befragten gab an, dass sie ihre unternehmerischen Möglichkeiten nicht vollständig ausschöpfen<sup>12</sup>, was daran liegen könnte, dass maßgebliche Einflussfaktoren nicht erkannt, nicht bestmöglich gestaltet bzw. unterbewertet werden. Gerade einmal 12 % der beteiligten Unternehmen sind davon überzeugt, dass sie ihre Erfolgsfaktoren so realisiert haben, dass sie einen günstigen Preis unterstützen. Damit nimmt der wichtigste Markterfolgskriterium die letzte Stelle bei der Umsetzung ein. Demgegenüber sind sich knapp drei Viertel der Unternehmen gewiss, dass sie qualitativ hochwertige Produkte anbieten – dies wird jedoch vom Kunden kaum honoriert. Es reicht nicht mehr aus, qualitativ hochwertige Erzeugnisse termingerecht liefern zu können. Viel mehr rücken die spezifischen Wünsche eines jeden Kunden immer stärker in den Fokus der Unternehmen. Eine hohe Kundenorientierung haben aber nur 41 % der befragten Unternehmen größtenteils oder voll umgesetzt.

Die Produktionsstudie deckt auf, dass ein beachtlicher Handlungsbedarf seitens der Unternehmen besteht, sich den marktseitigen Veränderungen aus Sicht der Gestaltung ablaufender Produktionsprozesse anpassen zu können. Die gegenwärtige Herausforderung

<sup>10</sup> Vgl. o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003), S. 8 f.

<sup>11</sup> Nach o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003), S. 8.

<sup>12</sup> Vgl. o. V. - Internationale Produktionsstudie (2003), S. 8 f.

besteht vielfach darin, Produkte anzubieten, die einerseits den spezifischen Wünschen der Kunden entsprechen und andererseits zu einem konkurrenzfähigen Preis angeboten werden können. Dazu sind übersichtliche und gleichlaufende Produktionsprozesse nötig<sup>13</sup>, die im Hinblick auf die Erfüllung differenzierter Anforderungsprofile aufbau- und ablauforganisatorisch bestmöglich gestaltet sind. Für den wirtschaftlichen Erfolg ist es entscheidend, dass die Unternehmensorganisation und folglich auch die Produktionsorganisation in der Lage sind, diesen Anforderungsprofilen durch spezifische Fähigkeitsprofile zu entsprechen. Eine passgerechte Organisation der Produktionsprozesse unterstützt sowohl die absatzsteigernden Markterfolgskriterien wie Preis, Kundenorientierung und Lieferzeit, als auch die produktionswirtschaftlichen Erfolgsfaktoren Synchronisation der Prozesse, schlanke Aufbau- und Ablauforganisation sowie die Reduzierung der Produktkomplexität.

In der Vergangenheit wurde eine Vielzahl von Organisationsformen der Produktionsprozesse auf der Basis von Organisationsprinzipien entwickelt, die es auf deren Verwendung für die Fähigkeitsprofile zu prüfen und gegebenenfalls neu zu kombinieren gilt. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der produktionsorganisatorischen Gestaltung für die sogenannte kundenindividuelle Massenproduktion. Es gilt diejenigen Organisationslösungen in Form von Fähigkeitsprofilen der Produktion zu finden, die dem Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion gerecht werden oder unter Umständen angepasst werden müssen. Schon 1970 stellte TOFFLER fest, dass „das Ende der Standardisierung [...] bereits in Sicht“<sup>14</sup> ist und dass sich die Verbraucherwünsche immer stärker differenzieren. Er sagte voraus, dass Kunden künftig Produkte verlangen werden, die „ihnen die Illusion vermitteln, sie besäßen ein Einzelstück“<sup>15</sup>. Darauf stützend prägte DAVIS 1987 erstmalig den Begriff „Mass Customization“, als er die entstandenen Effekte an einem Beispiel der Bekleidungsindustrie beschrieb. Zugang zur breiten wissenschaftlichen Diskussion bekam dieses Thema durch die Veröffentlichung von PINE im Jahr 1993. Daraufhin folgte eine Vielzahl von Veröffentlichungen, die das Thema der Mass Customization vor allem in Verbindung mit den Teildisziplinen der Betriebswirtschaftslehre brachten<sup>16</sup>.

---

<sup>13</sup> Vgl. LASCH/ GIEßMANN (2009) - Komplexitätsmanagement Beschaffungslogistik, S. 195.

<sup>14</sup> TOFFLER (1970) - Zukunftsschock, S. 211.

<sup>15</sup> TOFFLER (1970) - Zukunftsschock, S. 214.

<sup>16</sup> Vgl. Übersichten in PILLER (2006) - Mass Customization, S. 155-157, die weitere Unterteilungen der Teildisziplinen vornehmen.

Der Terminus „Mass Customization“ ist eine Synthese aus den gegensätzlichen Begriffen „Mass Production“ (Massenproduktion) und „Customization“ (Anpassung an Kundenwünsche)<sup>17</sup>. Als deutsche Übersetzung des englischen Begriffs hat sich „kundenindividuelle Massenproduktion“ durchgesetzt<sup>18</sup>. Aus diesem dreigeteilten Begriff erfolgt einerseits die Notwendigkeit zu prüfen, was in diesem Zusammenhang individuell bedeutet. Andererseits ist zu prüfen, unter welchen Bedingungen es sich um eine Massenproduktion handelt und durch welche Merkmale diese charakterisiert wird. Daraus ableitend werden in dieser Arbeit die Rahmenbedingungen für das Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion an die zu gestaltende Produktionsorganisation entwickelt<sup>19</sup>. Ziel ist es, die Organisationsformen der Produktionsprozesse zu ermitteln, die durch ihre Fähigkeitsprofile in der Lage sind, die Anforderungen der kundenindividuellen Massenproduktion auf ökonomisch akzeptable Weise umzusetzen.

## 1.2 Ziele und Aufbau der Arbeit

Das Hauptziel dieser theoretisch-konzeptionellen Arbeit ist die Ableitung zweckmäßiger Gestaltungsvarianten für die Produktionsorganisation, die für die organisatorische Realisierung einer kundenindividuellen Massenproduktion eingesetzt werden können. Die Basis dafür bilden theoretisch relevante

- Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse und die sie begleitenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen sowie die
- Spezifik der kundenindividuellen Massenproduktion.

Mittels jeweiliger Teilergebnisse werden Fähigkeits- und Anforderungsprofile formuliert, aus deren Gegenüberstellung Kombinationen abzuleiten sind, die sinnvolle Gestaltungsvarianten für die organisatorische Strukturierung produktiver Produktionsprozesse aufzeigen. Aus der Hauptzielstellung sind drei Teilziele ableitbar.

---

<sup>17</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 63.

<sup>18</sup> Vgl. REICHWALD/ PILLER (2006) - Interaktive Wertschöpfung, S. 198. Weitere Übersetzungsvarianten sind maßgeschneiderte Massenproduktion bzw. maßgeschneiderte Massenfertigung, individualisierte Massenproduktion u. Ä.

<sup>19</sup> Auf die Analyse des dritten Teilbereichs Kunde wird im Rahmen dieser produktionswirtschaftlich orientierten Arbeit verzichtet.

### Teilziel 1 :      Systematisierung grundlegender Fähigkeitsprofile in der Produktion

Mit diesem ersten Teilziel soll untersucht werden, ob der gegenwärtige Forschungsstand zur Produktionsorganisation Organisationsprinzipien und -formen beinhaltet, die eine kundenindividuelle Massenproduktion mit hoher Ergiebigkeit ermöglichen.

Es werden Wirkungszusammenhänge zwischen den Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse – Teilefertigung und Montage – und denen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen – innerbetrieblicher Transport, innerbetriebliche Lagerung, Informationsmanagement und Instandhaltung – analysiert. Die festzustellenden Interdependenzen bilden die Grundlage für eine wirtschaftlich sinnvolle und praktikable Verknüpfung einzelner Organisationsformen zu integrierten Produktionssystemen. Sie charakterisieren die Fähigkeitsprofile der Produktionsorganisation und sind in der Lage, differenzierte Fertigungsaufgaben der kundenindividuellen Massenproduktion auszuführen.

### Teilziel 2 :      Charakterisierung der kundenindividuellen Massenproduktion durch Anforderungsprofile

Der zweite Schwerpunkt dieser Arbeit umfasst die Einordnung, Definition und Abgrenzung des Konstrukts der kundenindividuellen Massenproduktion. Es werden die Fragen zu beantworten sein, was unter kundenindividuell zu verstehen ist, und ob die Massenproduktion den Mengenaspekt darstellt, der die kundenindividuelle Massenproduktion verdeutlicht. Nach der Untersuchung möglicher Erfolgsfaktoren werden Konzeptionen dargestellt, wie ein Unternehmen kundenindividuell produzieren kann und welche Anforderungen sich daraus an die Organisation der Produktionsprozesse ergeben. Es werden spezifische Anforderungsprofile für die jeweiligen Konzeptionen herausgearbeitet.

Die Realisierung einer kundenindividuellen Massenproduktion wird ganzheitliche Veränderungen für das Unternehmen zur Folge haben, die sich nicht nur auf Bereiche beziehen, die einen direkten Kundenbezug aufweisen. Demgemäß kann davon ausgegangen werden, dass Veränderungen auch im Bereich der Produktion und deren Gestaltung vorgenommen werden müssen.

### Teilziel 3 : Gestaltung der Produktionsorganisation für eine kundenindividuelle Massenproduktion

In diesem Teilziel werden die zuvor ermittelten Fähigkeits- und Anforderungsprofile gegenübergestellt. Aus dieser Analyse ergeben sich passgerechte Gestaltungsvarianten der Produktionsorganisation für eine kundenindividuelle Massenproduktion. Aus dieser Gegenüberstellung können konkrete Handlungsempfehlungen formuliert werden, wie die Fertigungshauptprozesse und die sie unterstützenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen aus räumlicher und zeitlicher Sicht zu organisieren sind, um eine produktive kundenindividuelle Massenproduktion realisieren zu können. Die folgende Abb. 1-3 stellt das Hauptziel und die Vorgehensweise der Arbeit im Zusammenhang mit der Realisierung der aufgezeigten Teilziele dar.

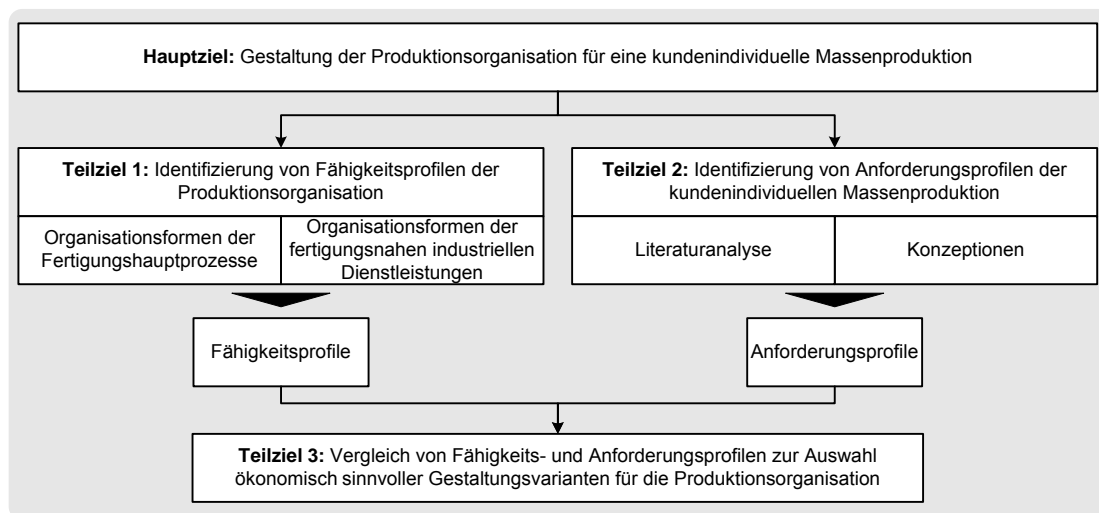


Abb. 1-3: Haupt- und Teilzielstellungen

Mit Hilfe einer Literaturanalyse erfolgt eine inhaltliche Vorbereitung der Teilzielbearbeitung. Nach der Reihenfolge der Bearbeitung der Teilziele ergibt sich der inhaltliche Aufbau dieser Arbeit.

Basierend auf der Formulierung des Hauptziels und der Teilziele im ersten Kapitel erfolgt in Kapitel zwei die Untersuchung der Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse sowie der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen. Nach einem Vergleich zwischen den Anforderungen der Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse – Teilefertigung (TF) und Montage (Mo) – und den Fähigkeiten der sie unterstützenden Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen werden ausgewählte Or-

ganisationsformen sinnvoll miteinander verknüpft. Im Fokus stehen dabei die fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen innerbetrieblicher Transport (iT), innerbetriebliche Lagerung (iL), Informationsmanagement (IM) und Instandhaltung (IH). Die Synthese passender Organisationsformen führt zur Bildung integrierter Produktionssysteme, die differenzierte Fähigkeiten zur Lösung von Fertigungsaufgaben aufweisen. Im Ergebnis liegt ein Ebenenmodell vor, das die verknüpften Organisationsformen der integrierten Produktionssysteme systematisch darstellt.

Das dritte Kapitel widmet sich der kundenindividuellen Massenproduktion. Zuerst erfolgen eine nähere Bestimmung des Begriffs Individualisierung sowie die Typisierung des Mengenaspekts Massenproduktion. Anschließend werden die Anforderungen analysiert, die durch Produktionsprogramme der kundenindividuellen Massenproduktion an die Organisation eines Produktionssystems gestellt werden. Dazu werden Anforderungsprofile für die relevanten Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion identifiziert.

Den Kern dieser Arbeit stellt das zusammenführende Kapitel vier dar. Es wird aufgezeigt, wie die Produktionsorganisation industrieller Produktionsunternehmen gestaltet werden kann, um den Ansprüchen der kundenindividuellen Massenproduktion gerecht zu werden. Es werden die Fähigkeitsprofile der integrierten Produktionssysteme den Anforderungsprofilen der kundenindividuellen Massenproduktion gegenübergestellt. Ein Vergleich der Profile erlaubt Aussagen zur deren Passgerechtigkeit. Ziel ist es, konkrete Gestaltungsempfehlungen für organisatorische Lösungen aufzuweisen, wie wertschöpfende und nicht direkt wertschöpfende Prozesse im Produktionsbereich zweckmäßig aufeinander abgestimmt und verknüpft werden können, um produktionsprogrammabhängigen Anforderungen auf einem hohen wirtschaftlichen Niveau zu entsprechen. Den Abschluss der Arbeit bilden die Schlussbetrachtungen in Kapitel fünf.

Die Abb. 1-4 fasst den Fortgang der Arbeit zusammen und dient als Leitfaden für den weiteren Verlauf. Am Anfang der nachfolgenden Kapitel wird diese Abbildung zum einen den Gesamtzusammenhang der Untersuchung und zum anderen den Fokus des jeweiligen Kapitels verdeutlichen.

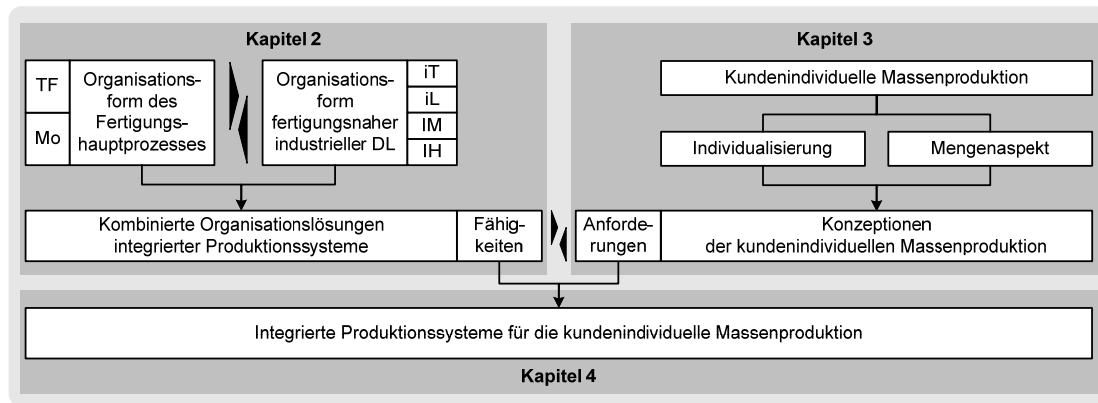


Abb. 1-4: Allgemeine Vorgehensweise für die Herleitung integrierter Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion



## 2 Produktionsorganisation

### 2.1 Vorbemerkungen

Eine zentrale Stellung in der Betriebswirtschaftslehre nimmt das Unternehmen als wirtschaftlich kleinste Einheit ein und ist damit das Objekt der Untersuchung. Makroökonomisch betrachtet treten Unternehmen in allen drei volkswirtschaftlichen Sektoren – Urproduktion, industrieller Sektor, Dienstleistungssektor – auf. Der für diese Arbeit relevante Sektor ist der Sekundärsektor, der handwerkliche und industrielle Unternehmen zum produzierenden Gewerbe zusammenfasst.<sup>20</sup> Insbesondere steht die industrielle Produktion<sup>21</sup> im Mittelpunkt der Betrachtungen. Vornehmlich geht es um die Strukturierung der Produktionsprozesse und deren wirtschaftlich sinnvolle organisatorische Gestaltung in Industriebetrieben. Eine integrierte und übergreifende Betrachtung der wertschöpfenden Fertigungshauptprozesse und der sie unterstützenden Teilprozesse der innerbetrieblichen Dienstleistungen sind aufgrund ihrer engen Interdependenzen notwendig. Ziel ist es, aus organisatorischer Sicht integrierte Produktionssysteme zu entwickeln, die aufeinander abgestimmte Fertigungshaupt- und Dienstleistungsprozesse auf hohem wirtschaftlichem Niveau ermöglichen. Das fokussiert insbesondere auf die Ableitung eines integrierten Produktionssystems für die kundenindividuelle Massenproduktion.

Die organisatorische Gestaltung der Produktion und ihrer ablaufenden Teilprozesse beeinflusst maßgeblich die produktive Erfüllung der Fertigungsaufgaben.<sup>22</sup> Auf die Produktivität eines Unternehmens – Verhältnis von Wertschöpfung zu Kosten der Einsatzfaktoren – wirkt sich die Produktionsorganisation über den Throughput zweidimensional aus. Zum einen beeinflusst sie die Outputgröße Wertschöpfung bzw. Umsatz im Zähler der Formel: eine passgerechte Produktionsorganisation ermöglicht kontinuierliche Produktionsprozesse, die einen höheren Erzeugnisdurchsatz und somit eine höhere Wertschöpfung erlauben. Zum anderen sinken die Kosten der Inputfaktoren im Nenner durch einen kontinuierlicheren und ressourcenschonenderen Einsatz der Elementarfaktoren Arbeitskraft,

---

<sup>20</sup> Der Primärsektor spiegelt die landwirtschaftliche Produktion wider, der Tertiärsektor den Bereich der Dienstleistungen. Vgl. KORTZFLEISCH (1996) - Industrielle und handwerkliche Produktionen, Sp. 675.

<sup>21</sup> Merkmale industrieller Produktion sind u. a. die Arbeitserlegung, Maschinisierung des Prozesses und Leistungserstellung in Fabriken. Vgl. dazu ausführlicher JACOB (1979) - Industriebetriebslehre, Sp. 757 f.; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 3-5.

<sup>22</sup> Vgl. BLOECH (2001) - Einführung Produktion, S. 252.

Betriebsmittel und Werkstoff. Insgesamt besitzt die Produktionsorganisation einen ausgeprägten Einfluss auf die Ergiebigkeit von Produktionsprozessen.<sup>23</sup> Ein zentrales Anliegen besteht darin, eine Organisation der Produktionsprozesse und deren Teilprozesse zu schaffen, die zu einem weitgehend unterbrechungsfreien Herstellungsprozess führen.

Die Produktionsorganisation ist als Aufgabenbereich dem dispositiven Faktor zuzuordnen und nimmt eine interdisziplinäre Querschnittsfunktion im Unternehmen ein. Sie ist Teil der Unternehmensorganisation, deren Organisationsobjekt der Produktionsprozess ist. Infolge der Arbeitsteilung werden die Aufgaben des Produktionsprozesses in Teilaufgaben gegliedert und konzentrieren sich beispielsweise auf die Fertigung von Einzelteilen bzw. Teileklassen, auf die Montage von Erzeugnissen oder auf den Transport und die Lagerung von unfertigen oder fertigen Erzeugnissen. Es obliegt der Produktionsorganisation, die strukturellen und ablauforganisatorischen Voraussetzungen so zu gestalten, dass zu fertigende Aufträge im Funktionalbereich Produktion bestmöglich realisiert werden können.<sup>24</sup> Unterschiedlichste Fertigungsaufträge werden durch differenzierte Produktionsprogramme und deren Anforderungsprofile an den Produktionsprozess gerichtet. Diese Anforderungsprofile sind mittels relevanter Merkmale und Merkmalsausprägungen systematisierbar und lassen sich nach ZOPFF in vier Prozesstypen<sup>25</sup> einordnen (vgl. Abb. 2-1). Das Anforderungsprofil des Prozesstyps 1 beispielsweise beansprucht einen Produktionsprozess, der mehrteilig komplexe (MTK) und mehrteilig einfache (MTE), kundenindividuelle Produkte (KI) und Standarderzeugnisse mit kundenindividualisierten Varianten (StkV) herstellen kann. Der Produktionsprozess wird vorwiegend auftragsorientiert (AF) ausgelöst und findet in der Einzel- bzw. Kleinserienfertigung (EF/ SF) statt. Der Anteil des Fremdbezugs von Materialien (Fu/ FgU) wird eher als gering eingeschätzt.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 36 f.

<sup>24</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 757.

<sup>25</sup> Vgl. zur Clusteranalyse für die Ermittlung der vier Prozesstypen ZOPFF (2005) – Informationsmanagement KMU, S. 54-79.

<sup>26</sup> Vgl. ZOPFF (2005) – Informationsmanagement KMU, S. 79 f.

Prozesstyp 1					Prozesstyp 2				
Merkmale	Merkmalsausprägungen				Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV	Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV
Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE	GTE		Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE	GTE	
Auftragsauslösungsart	AF	MIF	LF		Auftragsauslösungsart	AF	MIF	LF	
Produktionstyp	EF	SF	MF		Produktionstyp	EF	SF	MF	
Anteil Fremdbezug	Fu	FgU	Fw		Anteil Fremdbezug	Fu	FgU	Fw	

Prozesstyp 3					Prozesstyp 4				
Merkmale	Merkmalsausprägungen				Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV	Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV
Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE	GTE		Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE	GTE	
Auftragsauslösungsart	AF	MIF	LF		Auftragsauslösungsart	AF	MIF	LF	
Produktionstyp	EF	SF	MF		Produktionstyp	EF	SF	MF	
Anteil Fremdbezug	Fu	FgU	Fw		Anteil Fremdbezug	Fu	FgU	Fw	

AF... Auftragsfertigung	KI... Kundenindividuelle Erzeugnisse	MTK... Mehrteilig komplexe Erzeugnisse
EF... Einzelfertigung	LF... Lagerfertigung	SF... Serienfertigung
FgU... Fremdbezug in größerem Umfang	MF... Massenfertigung	StaV... Standard mit anbieterspezifischen Varianten
Fu... Fremdbezug unbedeutend	MIF... Mischfertigung	StkV... Standard mit kundenindividualisierten Varianten
Fw... Fremdbezug weitestgehend	MTE... Mehrteilig einfache Erzeugnisse	StoV... Standard ohne Varianten
GTE... Geringteilige Erzeugnisse		

Abb. 2-1: Prozesstypen<sup>27</sup>

Im Rahmen dieser Arbeit ist zum einen zu überprüfen, zu welchem Prozesstyp die kundenindividuelle Massenproduktion zu zählen ist und welche Merkmalsausprägungen ihr Anforderungsprofil kennzeichnen. Zum anderen ist aus organisatorischer Sicht zu analysieren, wie der Produktionsprozess den gestellten Anforderungen wirtschaftlich gerecht werden kann. Es ist dafür ein Fähigkeitsprofil über alle Teilprozesse zu entwickeln.

Generell ist der zu gestaltende Produktionsprozess ein mehrdimensionales Ereignis, das nach räumlichen und zeitlichen Merkmalen strukturierbar ist<sup>28</sup>. Die räumliche Struktur wird durch die Aufbauorganisation festgelegt – im Allgemeinen sind es Funktionen und Kompetenzen innerhalb eines Systems – aus Sicht der Produktion ist es die Art der räumlichen Gestaltung der Prozesse und somit das Zusammenwirken der Potenzialfaktoren Arbeitskraft und Betriebsmittel innerhalb der Kapazitätseinheiten. Die unterschiedlichen Anordnungsmöglichkeiten von Betriebsmitteln werden als räumliche Organisationsprinzipien zusammengefasst. Die zeitliche Struktur, ausgedrückt durch die Ablauforganisation,

<sup>27</sup> Nach ZOPFF (2005) – Informationsmanagement KMU, S. 80-82.

<sup>28</sup> Vgl. BLOECH (2001) - Einführung Produktion, S. 256; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 131; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 91; WENZEL/ FISCHER et al. (2001) - Industriebetriebslehre, S. 153.

beschreibt die Art und Weise, wie der Repetierfaktor Werkstoff durch den Prozess bewegt wird. Die verschiedenen Möglichkeiten der Teileweitergabe werden als zeitliche Organisationsprinzipien bezeichnet.<sup>29</sup> Diese Arbeit baut auf den erzielten Forschungsleistungen des Instituts für Produktionswirtschaft der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock auf und folgt dem dort zugrunde liegenden produktionsorganisatorischen Forschungsmodell<sup>30</sup>: Durch die Verknüpfung eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips wird eine klassische Organisationsform gebildet. Sie bestimmt die Art und Weise der Faktorkombination im Throughput. Dieses zweidimensionale Spannungsfeld kann durch die Integration einer dritten Dimension, den Grad der Mechanisierung bzw. Automatisierung, vervollständigt werden. Durch sie wird die Bildung moderner Organisationsformen ermöglicht. Die Ausgestaltungsvarianten der Automatisierung werden als technische Organisationsprinzipien charakterisiert. Sie beschreiben das technische Niveau der Technikteilsysteme in einem Fertigungssystem<sup>31</sup>.

In der Praxis kann es vorkommen, dass die Gestaltung der Prozesse nach einer einzigen Organisationsform nicht durchführbar oder unrentabel ist. Durch deren Modifizierung ergeben sich Mischformen, die jedoch alle auf denselben Organisationsprinzipien basieren<sup>32</sup>. Aus diesem Grund wird auf die Darstellung von Mischformen verzichtet.

Nicht alle Autoren in der Fachliteratur teilen dieses produktionsorganisatorische Modell, das sich auf die Kombination von räumlichen, zeitlichen und gegebenenfalls technischen Organisationsprinzipien stützt.<sup>33</sup> Vielfach wird nur das räumliche Merkmal als alleiniges Bildungskriterium für Organisationsformen angewendet oder es wird die technische Komponente ausgeblendet. Dies führt jedoch zu einem unvollständigen Abbild der Mög-

<sup>29</sup> Vgl. KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 77 f.; MALLON/ WARNER (1997) - Unternehmensorganisation, S. 16 f.; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 331, 334; VAHS (2005) - Organisation, S. 30; WARNECKE (1993) - Produktionsbetrieb 1, S. 199-221; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 111, 124, 345.

<sup>30</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik; GRYSCH (2011) - Informationsmanagement; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft; PETERSEN (2005) - Montage; RUNGE (2001) - Gestaltung der Instandhaltung; SILBERBACH (1997) - Organisationsformen; THEBUD (2007) - Rationalisierungspotenzial Werkstattfertigung.

<sup>31</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 334; SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 86, 140.

<sup>32</sup> Vgl. NEBL (2007) - Teilefertigung, S. 367-369.

<sup>33</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 16-21; BLOECH (2001) - Einführung Produktion, S. 256 f.; CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 30-35; EVERSHEIM (1989) - Produktionstechnik, S. 25-29; GÜNTHER; TEMPELMEIER (2005) - Produktion und Logistik, S. 13-21; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 233-255; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 89-95; WALTHER (1993) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 17-30; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 12-15; ZÄPFEL (2000) - Taktisches Produktions-Management, S. 157-187.



teilloptimale Lösungen zwischen einzelnen Teilprozessen, sondern um einen holistischen Ansatz, der die wesentlichen Interdependenzen beteiligter Fertigungshauptprozesse und fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen herausstellt. Durch die Spezifik verschiedener Fähigkeitsprofile integrierter Produktionssysteme können unterschiedliche Produktionsaufgaben mit hoher Wirtschaftlichkeit realisiert werden.

Im Hinblick auf die Auswahl passgerechter Organisationsformen für die kundenindividuelle Massenproduktion ist einerseits zu analysieren, welche Fähigkeiten die einzelnen Teilprozesse aufweisen und wie diese miteinander sinnvoll zu integrierten Produktionssystemen zu verknüpfen sind. Andererseits sind die Anforderungen zu formulieren, die durch das Produktionsprogramm der kundenindividuellen Massenproduktion an den Produktionsprozess gestellt werden. Die anschließende Gegenüberstellung von Fähigkeits- und Anforderungsprofil gewährt eine anforderungsgerechte und produktive Gestaltung des gesamten Produktionsprozesses, der in der Lage ist, die Erfordernisse der kundenindividuellen Massenproduktion umzusetzen.

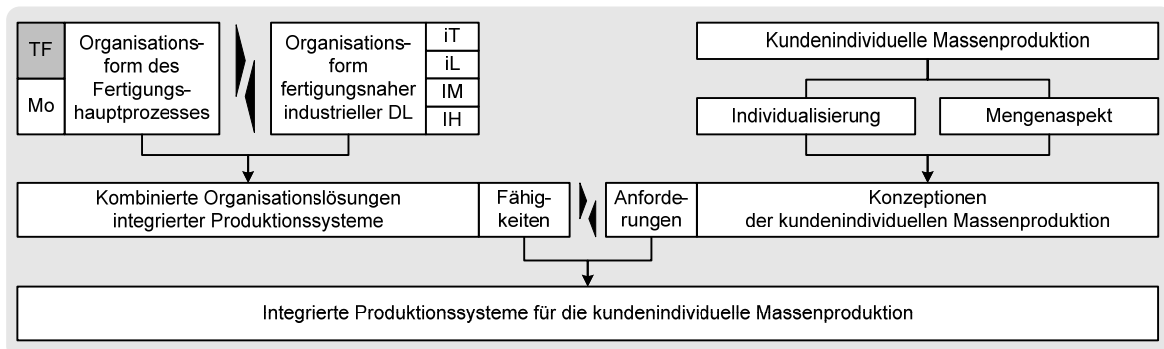
Nachstehend werden die Fähigkeiten der Fertigungshauptprozesse herausgearbeitet. Die Fertigung umfasst die Teilefertigung und die Montage<sup>36</sup>. Dementsprechend werden zuerst die Fähigkeiten der Organisationsformen der Teilefertigung und danach die der Montage dargestellt. Die Fähigkeiten der Fertigungshauptprozesse sind gleichzeitig die Anforderungen, die sich an die nicht wertschöpfenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungsprozesse richten.

---

<sup>36</sup> Vgl. DIN 8580, VDI-Richtlinie 2815.

## 2.2 Organisation der Fertigungshauptprozesse

### 2.2.1 Organisation der Teilefertigung



#### Kapitel 2.2.1: Teilefertigung

Die Teilefertigung ist ein wertschöpfender Fertigungshauptprozess. In der Teilefertigung werden schrittweise aus Rohmaterialien geometrisch definierte, feste Stückgüter mit bestimmten Eigenschaften, wie beispielsweise Halbzeuge, Roh- und Einzelteile mit bestimmter Festigkeit oder Oberflächenbeschaffenheit gefertigt<sup>37</sup>. Vor allem die Fertigungsverfahren des Urformens, Umformens, Trennens und Beschichtens kommen in diesem Fertigungsbereich zur Anwendung (z. B. Gießen, Stanzen, Drehen, Bohren und Schleifen)<sup>38</sup>. Die Teilefertigung liefert die Inputfaktoren für den sich möglicherweise anschließenden Fertigungsbereich Montage.

Die Organisation der Teilefertigung fokussiert auf ein zielgerichtetes Zusammenwirken der Elementarfaktoren Arbeitskraft, Betriebsmittel und Werkstoff im Bearbeitungsprozess. Der Werkstoff wird in der Teilefertigung als Arbeitsobjekt bezeichnet. Ziel ist es, durch eine rationale Organisation ablaufender Prozesse im Fertigungsbereich Teilefertigung einen größtmöglichen Beitrag zum Unternehmensziel zu leisten.

Welche unterschiedlichen organisatorischen Lösungen in der Teilefertigung gestaltbar sind und welche Fähigkeiten sie aufweisen können, wird nachfolgend diskutiert.

<sup>37</sup> Vgl. DANGELMAIER (2001) - Fertigungsplanung, S. 505; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 133; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 8; WESTKÄMPER/ WARNECKE (2004) - Fertigungstechnik, S. 4.

<sup>38</sup> Vgl. WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 3; WESTKÄMPER/ WARNECKE (2004) - Fertigungstechnik, S. 6-10; WENZEL/ FISCHER et al. (2001) - Industriebetriebslehre, S. 153; WITT/ DÜRR (2006) - Taschenbuch Fertigungstechnik, S. 19, 57, 103.

### 2.2.1.1 Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung

Die Organisation der Teilefertigung und ihre Fähigkeiten basieren auf den oben angeführten räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien von Produktionsprozessen. Das räumliche Organisationsprinzip spiegelt die Aufbauorganisation wider und kennzeichnet die Art der Aufstellung der Bearbeitungsstationen im Produktionsprozess. Es ist so zu wählen, dass es räumliche Voraussetzungen für bestmögliche Prozessabläufe schafft. Die räumlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung werden unterschieden in:<sup>39</sup>

- Werkstattprinzip: Alle Betriebsmittel, die zum selben Fertigungsverfahren gehören, sind in einer Werkstatt räumlich zusammengefasst.
- Erzeugnisprinzip: Betriebsmittel mit gleichen oder unterschiedlichen Fertigungsverfahren, die ein Erzeugnis oder ein Einzelteil herstellen, werden räumlich zusammengefasst. Das Erzeugnisprinzip ist in drei weitere Prinzipien gliederbar:
  - Gruppenprinzip: Alle Betriebsmittel unterschiedlicher Fertigungsverfahren, die zur Herstellung eines begrenzten Teilesortiments notwendig sind, werden in räumlicher Nähe angeordnet.
  - Reihenprinzip: Alle Betriebsmittel unterschiedlicher Fertigungsverfahren, die zur Herstellung eines begrenzten Teilesortiments erforderlich sind, werden zum einen räumlich zusammengefasst und zum anderen in der für alle Teile übereinstimmenden Reihenfolge der Bearbeitung angeordnet.
  - Einzelplatzprinzip: Durch die Integration unterschiedlicher Fertigungsverfahren in einem Betriebsmittel kann eine weitgehende Komplettbearbeitung von Teilen erfolgen, ohne dass Ortsveränderungen notwendig werden.

Nur das Werkstattprinzip ist verfahrensbezogen, alle anderen Prinzipien folgen der Gegenstandsspezialisierung bzw. sind objektbezogen.<sup>40</sup> Insgesamt umfassen sie die vier räumlichen Gestaltungsvarianten des Fertigungshauptprozesses Teilefertigung (vgl. Abb. 2-3).

---

<sup>39</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 334 f.

<sup>40</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 335 f.; WENZEL/ FISCHER et al. (2001) - Industriebetriebslehre, S. 256.



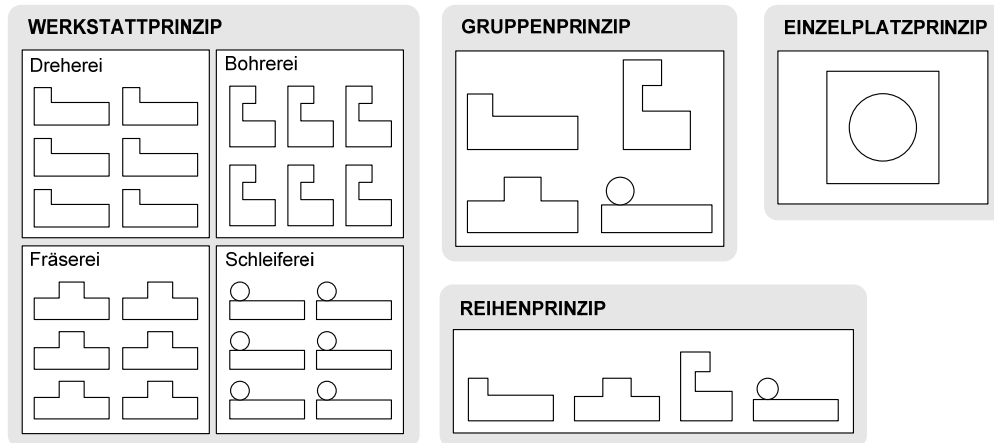


Abb. 2-3: Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung<sup>41</sup>

Die Ablauforganisation wird durch das zeitliche Organisationsprinzip verdeutlicht, das die Art und Weise der Teileweitergabe von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation während des Produktionsprozesses bestimmt. Die zeitlichen Organisationsprinzipien orientieren sich am technologischen Zyklus. Der technologische Zyklus ist die Zeit, den ein Fertigungsauftrag zur Erzeugung benötigt. Er umfasst sowohl die wertschöpfenden Arbeitsprozesse als auch die Dauer der natürlichen Prozesse (z. B. Alterung, Trocknung, Gärung). Die Durchlaufzeit umfasst den technologischen Zyklus und die technisch-organisatorischen Unterbrechungen, die sich aus den Wartezeiten der Arbeitskräfte, den Stillstandszeiten der Betriebsmittel und den Liegezeiten der Arbeitsobjekte zusammensetzen (vgl. Abb. 2-4).

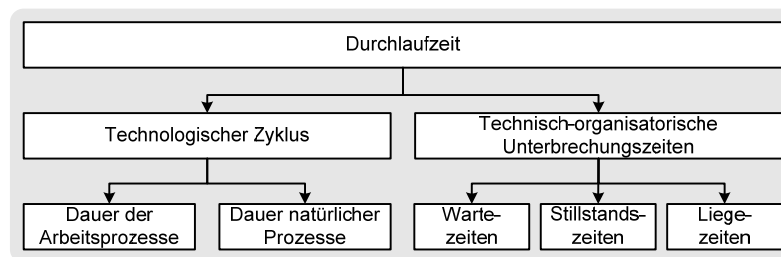


Abb. 2-4: Durchlaufzeit und technologischer Zyklus<sup>42</sup>

Grundsätzlich werden bei den zeitlichen Organisationsprinzipien die beiden Prinzipien mit Weitergabe und ohne Weitergabe unterschieden, die sich teilweise weiter untergliedern:<sup>43</sup>

<sup>41</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 336-338.

<sup>42</sup> Nach ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 34; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 343 f.

<sup>43</sup> Vgl. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 38-42; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 334, 347-359.

- Prinzip ohne Weitergabe: Ein Teil wird an einer Bearbeitungsstation ohne Ortsveränderung komplett bearbeitet.
- Zum Prinzip mit Weitergabe zählen:
  - Reihenverlauf: Nach der Bearbeitung aller Teile eines kompletten Fertigungsloses erfolgt die Weitergabe dieses Fertigungsloses von einem Arbeitsplatz zum nächsten. Es entstehen lange Liegezeiten, denen geringe Rüstzeiten gegenüberstehen. Stillstands- und Wartezeiten treten nicht auf, wenn vor und nach dem Los weitere Fertigungsaufträge ausgeführt werden.
  - Parallelverlauf: Es erfolgt eine sofortige Weitergabe jedes Teils des Loses nach Bearbeitung an einem Arbeitsplatz. Es kommt zu gleichzeitiger (paralleler) Bearbeitung von Teilen desselben Loses auf verschiedenen Arbeitsplätzen. Liegezeiten treten nur in Störsituationen auf, wodurch die Durchlaufzeit verkürzt, aber auch die Transporthäufigkeit erhöht wird. Stillstands- und Wartezeiten sind die Regel, wenn die Bearbeitungszeit einer nachfolgenden Bearbeitungsstation  $t_{i+1}$  kürzer ist als die vorhergehende  $t_i$  ( $t_i > t_{i+1}$ ).
  - Kombinierte Verlauf: Die Weitergabe erfolgt in unterschiedlich großen Teilloosen, abhängig von der Belegung und dem Zeitbedarf der nachfolgenden Bearbeitungsstation. Angestrebt wird eine unterbrechungsfreie Bearbeitung der Teile. Unter der Bedingung  $t_i \leq t_{i+1}$  sind kombinierter Verlauf und Parallelverlauf identisch – also die sofortige Weitergabe eines Arbeitsobjekts nach Beendigung des Arbeitsgangs ist realisierbar. Unter der Bedingung  $t_i > t_{i+1}$  wird die Weitergabe des letzten Teils des Teillooses nach seiner Fertigstellung auf Arbeitsplatz  $i$  so angestrebt, dass auf dem Arbeitsplatz  $i+1$  sofort weitergearbeitet werden kann. Alle anderen Teile desselben Teillooses werden vorher losweise weitergegeben, so dass an der Nachfolgestation unterbrechungsfrei gefertigt wird. Stillstands- und Wartezeiten entstehen in der Regel nicht. Liegezeiten werden verkürzt, entfallen aber nicht.

Abb. 2-5 stellt die zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung grafisch dar und vergleicht die Länge ihrer technologischen Zyklen.

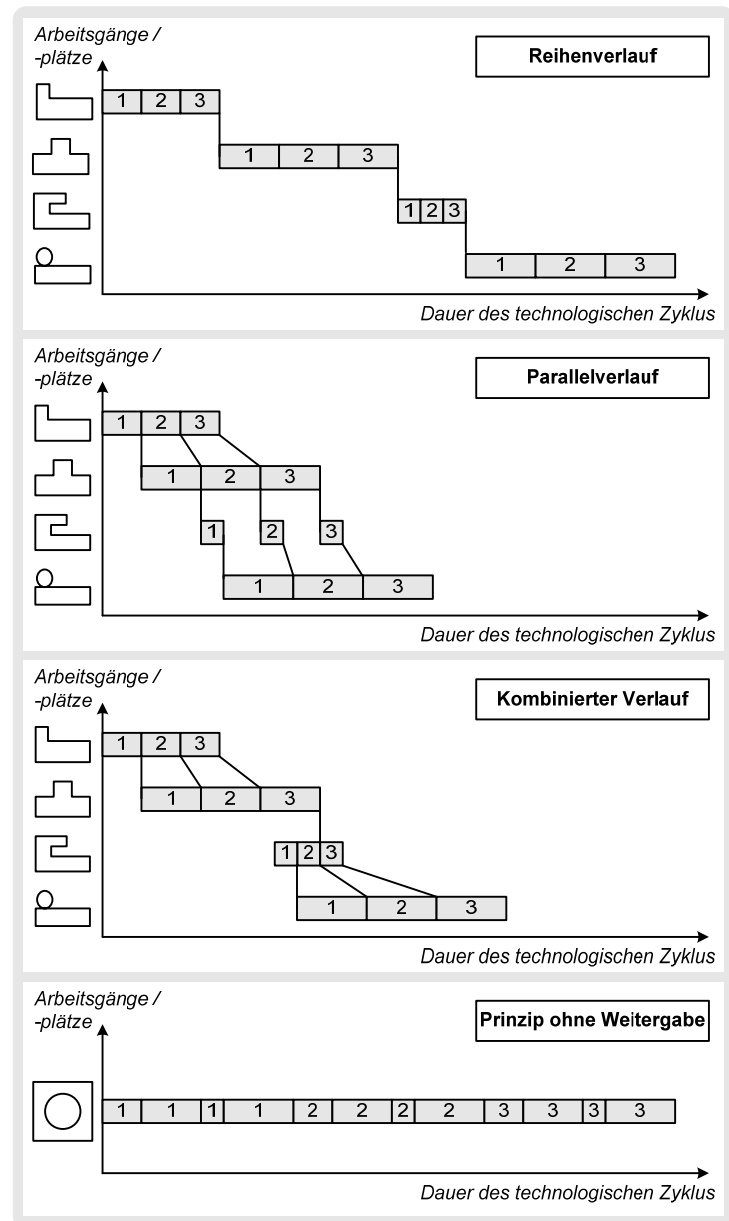


Abb. 2-5: Zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung<sup>44</sup>

An einem Fertigungsprozess mit vier Arbeitsgängen und drei Bauteilen pro Fertigungslos wird für die oben dargestellten Weitergabevarianten aufgezeigt, dass die technologischen Zyklen in Abhängigkeit vom zeitlichen Organisationsprinzip unterschiedlich lang sind. Es wird deutlich, dass ein Produktionsprozess nach dem Reihenverlauf den längsten technologischen Zyklus aufweist – nachteilig wirken die langen Liegezeiten, Warte- und Stillstandszeiten treten in der Regel nicht auf. Nach dem Parallelverlauf ist der technologische Zyklus am kürzesten – bestenfalls fallen keine Liegezeiten, dafür aber Warte- und Still-

<sup>44</sup> NEBL (2007) - Teilefertigung, S. 719. Vgl. auch ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 38-41; PETERSEN (2005) - Montage, S. 88.

standszeiten an. Der kombinierte Verlauf vereint die Vorteile von Reihen- und Parallelverlauf, das heißt kürzere Liegezeiten bei vertretbaren Warte- und Stillstandszeiten bedingen eine mittlere Zeitdauer des technologischen Zyklus. Beim Prinzip ohne Weitergabe werden alle Arbeitsgänge an einem Teil ohne Ortswechsel nacheinander ausgeführt. Nach Beendigung des letzten Arbeitsgangs des ersten Teils startet die Bearbeitung des zweiten Teils usw. Es treten keine Unterbrechungszeiten in Form von Liege-, Stillstands- oder Wartezeiten auf, dennoch ist der technologische Zyklus genauso lang wie der des Reihenverlaufs, da keine parallele Bearbeitung von Bauteilen möglich ist.

Der Vergleich in Abb. 2-6 stellt die Charakteristiken der zeitlichen Organisationsprinzipien gegenüber.

Merkmale	Reihenverlauf	Kombinierter Verlauf	Parallelverlauf	Ohne Weitergabe
Transportobjekt	Fertigungslos	Transportlos	Einzelteil	-
Zeitpunkt	Nach komplettem Fertigungslos	Nach Teilmenge (Transportlos) oder nach Einzelteil	Nach Einzelteil	-
Häufigkeit	Einmal pro Fertigungslos	Mehrmals pro Fertigungslos	$n_L$ -mal pro Fertigungslos	Nie
Kontinuität	Diskontinuierlich	Tendenziell kontinuierlich	Kontinuierlich	-
Transportbedarf	Unstetig	Tendenziell stetig	Stetig	-
Dauer des technologischen Zyklus	Lang	Mittel	Kurz	Lang
Koordinationsaufwand	Mittel	Sehr hoch	Gering	Mittel

Abb. 2-6: Charakteristik zeitlicher Organisationsprinzipien der Teilefertigung

### 2.2.1.2 Klassische Organisationsformen der Teilefertigung

Durch die sinnvolle Kombination von je einem räumlichen und einem zeitlichen Organisationsprinzip ergeben sich die fünf klassischen Organisationsformen der Teilefertigung (vgl. Abb. 2-7).<sup>45</sup>

- Werkstattfertigung
- Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt
- Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe
- Fließfertigung
- Einzelplatzfertigung

<sup>45</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 359-362.

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> <math>ROP_{TF}</math>  <math>ZOP_{TF}</math> </div>		Werkstattprinzip	Erzeugnisprinzip		
			Gruppenprinzip	Reihenprinzip	Einzelplatzprinzip
Mit Weitergabe	Reihenverlauf	Werkstattfertigung (WF)	Gegenstands-spezialisierter Fertigungsabschnitt (GFA)		
	Kombinierter Verlauf			Gegenstands-spezialisierte Fertigungsreihe (GFR)	
	Parallelverlauf			Fließfertigung (FF)	
Ohne Weitergabe					Einzelplatzfertigung (EPF)

Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

$ROP_{TF}...$  Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung

$ZOP_{TF}...$  Zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung

Abb. 2-7: Klassische Organisationsformen der Teilefertigung<sup>46</sup>

Die Einzelplatzfertigung wird durch ein Einmaschinensystem – Komplettbearbeitung an einer Bearbeitungsstation – realisiert, die vier anderen Varianten durch ein Mehrmaschinensystem – mindestens zwei Bearbeitungsstationen sind notwendig<sup>47</sup>. Alle Organisationsformen sind in der Lage, Arbeitsobjekte durch Komplettbearbeitung fertig zu stellen.

Aufgrund der räumlich-zeitlichen Verknüpfung besitzt jede Organisationsform der Teilefertigung charakteristische Eigenschaften zur Lösung von Fertigungsaufgaben. In der folgenden Abb. 2-8 sind solche Eigenschaften exemplarisch aufgeführt. Je nach Blickwinkel der Betrachtung ist diese Systematik um weitere Merkmale erweiterbar (z. B. Störanfälligkeit, Lagermittel, Produkteigenschaften, faktorbezogene Teilproduktivitäten). Die Ausprägungen der Merkmale sind in Relation zueinander zu verstehen, es sind keine trennscharfen und absoluten Angaben, sondern tendenzielle Aussagen.

<sup>46</sup> Nach NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 361.

<sup>47</sup> Vgl. SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 139; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 18.

Merkmale	Klassische Organisationsformen der Teilefertigung				
	Werkstatt- fertigung	Gegenstands- spezialisierte Fertigungsabschnitt	Gegenstands- spezialisierte Fertigungsreihe	Fließ- fertigung	Einzelplatz- fertigung
	Werkstattprinzip	Gruppenprinzip	Reihenprinzip	Reihenprinzip	Einzelplatzprinzip
Räumliches Organisationsprinzip	Reihenverlauf	Reihenverlauf	Kombinierter Verlauf	Parallelverlauf	Ohne Weitergabe
Zeitliches Organisationsprinzip					
Durchlaufzeit	Lang	Lang bis mittel	Kurz	Sehr kurz	Sehr kurz
Kapazitätsauslastung	Sehr schwankend	Schwankend	Hoch	Hoch	Schwankend bis hoch
Lagerbestände	Hoch	Hoch bis mittel	Gering	Gering	Sehr gering
Transportwege	Lang	Mittel	Kurz	Kurz	n/a
Transporthäufigkeit	Gering	Gering	Hoch	Sehr hoch	n/a
Transportobjekt	Fertigungslos	Fertigungslos	Teillos	Einzelteil	n/a
Übersichtlichkeit	Sehr unübersichtlich	Unübersichtlich	Übersichtlich	Übersichtlich	Übersichtlich
Steuerbarkeit	Schlecht	Mittel	Gut	Sehr gut	Gut
Qualifikation des Bedienpersonals	Sehr hoch	Hoch	Mittel	Niedrig	Hoch
Fixkosten	Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Variable Kosten	Hoch	Mittel	Niedrig	Sehr niedrig	Sehr niedrig

Abb. 2-8: *Eigenschaften klassischer Organisationsformen der Teilefertigung*<sup>48</sup>

Die Fülle von Merkmalen, die zur Charakterisierung der Organisationsformen aufgeführt werden könnten, ist sehr groß. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit werden zur Darstellung der Fähigkeiten insbesondere solche Merkmale benannt, die einen maßgeblichen Einfluss auf andere Merkmale ausüben und/ oder das Ergebnis verschiedener Merkmalsausprägungen sind:

- Die technologische Bearbeitungsfolge und die Menge identischer Teile beeinflussen beispielsweise die Ausprägungen der Merkmale Lagerbestände, Übersichtlichkeit, Steuerbarkeit und Qualifikation des Bedienpersonals.
- Die Proportionalität der Zeitbedarfe zwischen den Arbeitsplätzen bestimmt unter anderem die Ausprägungen der Merkmale Durchlaufzeit und Kapazitätsauslastung.
- Die Flexibilität und die Kontinuität sind Eigenschaften, die eine Gesamtaussage zur Fähigkeit des Objekts treffen und somit mehrere Merkmalsausprägungen subsumieren (z. B. Durchlaufzeit, Transporthäufigkeit, Kapazitätsauslastung, fixe und variable Kosten):

<sup>48</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 369.

- Die Flexibilität trifft eine Aussage darüber, inwieweit das betrachtete Objekt in der Lage ist, sich an Marktveränderungen anzupassen<sup>49</sup>.
- Die Kontinuität drückt das Maß der Beherrschung eines arbeitsteiligen Produktionsprozesses aus<sup>50</sup>. Es spiegelt „das Niveau der Prozeßorganisation“<sup>51</sup> wider und äußert sich im Idealfall in einem ununterbrochen ablaufenden Prozess<sup>52</sup>.

Abb. 2-9 veranschaulicht die Fähigkeiten der klassischen Organisationsformen der Teilefertigung.

Merkmale	Klassische Organisationsformen der Teilefertigung				
	Werkstattfertigung	Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt	Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe	Fließfertigung	Einzelplatzfertigung
Menge identischer Teile	Sehr klein bis 1	Mittel bis 1	Groß bis mittel	Groß	Mittel bis 1
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend	Variierend	Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen	Variierend
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. AP	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Bedingt vorhanden	Vorhanden	n/a
Flexibilität	Sehr hoch	Hoch	Niedrig	Sehr niedrig	Hoch
Kontinuität	Sehr gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch

Abb. 2-9: Fähigkeiten klassischer Organisationsformen der Teilefertigung<sup>53</sup>

In der Werkstattfertigung werden viele, sehr unterschiedliche Fertigungsaufträge in variierenden technologischen Bearbeitungsreihenfolgen realisiert. Die Zeitbedarfe an den einzelnen Bearbeitungsstationen sind sehr unterschiedlich, wodurch eine nur sehr geringe Kontinuität erzielbar ist. Demgegenüber steht eine sehr hohe Flexibilität, sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht.<sup>54</sup>

Der gegenstandsspezialisierte Fertigungsabschnitt weist eine hohe Flexibilität bei mittlerer Kontinuität aus. Dies resultiert unter anderem aus den mittleren bis kleinen Mengen identischer Teile, die zu bearbeiten sind, aus den unproportionalen Zeitbedarfen an den

<sup>49</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 57; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 17.

<sup>50</sup> Vgl. GUSTMANN/ WOLFF (1976) - Wirkungsweise Gesetzmäßigkeiten, S. 31 f.; LUKAS (1979) - Ablauf von Fertigungsprozessen, S. 41; RIMANE/ KLUGE (1990) - Prozessgesetzmäßigkeiten, S. 50, 52.

<sup>51</sup> RIMANE/ KLUGE (1990) - Prozessgesetzmäßigkeiten, S. 50.

<sup>52</sup> Vgl. GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 134; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 363.

<sup>53</sup> I. A. a. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 369.

<sup>54</sup> Vgl. GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 58; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 136; KISTNER/ STEVEN (2001) - Produktionsplanung, S. 240; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 361; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 15 f.; WENZEL/ FISCHER et al. (2001) - Industriebetriebslehre, S. 256; ZÄPFEL (2000) - Taktisches Produktions-Management, S. 158.

Bearbeitungsstationen und aus den unterschiedlichen Pfaden, auf denen die heterogenen Fertigungsaufträge die Fertigung durchlaufen können.<sup>55</sup>

Die großen bis mittleren Mengen identischer Teile durchlaufen in der gegenstandsspezialisierten Fertigungsreihe in gleichen technologischen Bearbeitungsfolgen den Fertigungsprozess. Diese Fertigungsflussorientierung eröffnet einerseits die Möglichkeit, dass ähnliche Zeitbedarfe an den einzelnen Arbeitsplätzen organisierbar sind. Dann wäre auch eine getaktete Teileweitergabe denkbar. Andererseits schränkt der gerichtete Fertigungsfluss die Flexibilität stark ein. Das Überspringen einzelner Bearbeitungsstationen bietet dennoch eine gewisse Flexibilität. Insgesamt läuft der Fertigungsprozess hoch kontinuierlich ab.<sup>56</sup>

In der Fließfertigung ist durch die gleiche technologische Bearbeitungsfolge ohne Überspringen jeder Fertigungsauftrag auf allen Bearbeitungsstationen zu bearbeiten. Die größtenteils homogenen Fertigungsaufträge bedingen große Mengen identischer Teile. Die Anwendung derselben Fertigungsverfahren ermöglichen proportionale Zeitbedarfe zwischen den Bearbeitungsstationen. Insgesamt sind eine sehr hohe Kontinuität und eine sehr geringe Flexibilität realisierbar.<sup>57</sup>

Die Einzelplatzfertigung nimmt eine Sonderstellung innerhalb der Organisationsformen der Teilefertigung ein. Sie ist in der Lage, sowohl hoch flexibel als auch hoch kontinuierlich zu fertigen. Die Voraussetzung dafür ist, dass technisch-technologisch überwiegend alle notwendigen Fertigungsverfahren in eine Bearbeitungsstation integrierbar sind. Die zu verarbeitenden Mengen identischer Teile werden mittleren Umfangs sein. Die Teilemenge von eins ist ebenfalls denkbar. Große Mengen sind vermutlich abzulehnen, da aus Kostengründen eine andere Organisationsform passgerechter wäre. Durch die Integration der Fertigungsverfahren in einem Arbeitsplatz können Arbeitsgänge in unterschiedlicher

---

<sup>55</sup> Vgl. GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 58 f.; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 361; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 131; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 12.

<sup>56</sup> Vgl. GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 61; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 136; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 361; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 131; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 13; ZÄPFEL (2000) - Taktisches Produktions-Management, S. 186.

<sup>57</sup> Vgl. GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 61; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 136 f.; KISTNER/ STEVEN (2001) - Produktionsplanung, S. 240; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 361; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 132; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 13 f.; WENZEL/ FISCHER et al. (2001) - Industriebetriebslehre, S. 257; ZÄPFEL (2000) - Taktisches Produktions-Management, S. 186 f.



Reihenfolge ausgeführt werden, wodurch variierende technologische Bearbeitungsfolgen organisierbar sind.<sup>58</sup>

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass jede klassische Organisationsform der Teilefertigung spezifische Fähigkeiten bezüglich ihrer Kontinuität und Flexibilität besitzt. Beide Fähigkeiten verhalten sich meist gegenläufig. Je größer die Flexibilität einer Organisationsform ist, desto größer ist ihr Potenzial sich an geänderte Anforderungen der Produktionsprogramme anpassen zu können, desto geringer ist aber auch ihre Kontinuität im Prozessablauf. Ähnliches kann auch für die produzierbare Stückzahl und Variantenanzahl festgestellt werden. Eine hohe Stückzahl geht vorwiegend mit einer geringen Variantenanzahl einher. Das bedeutet, dass der Produktionsprozess und seine Organisation auf eine geringe Flexibilität und eine hohe Kontinuität auszurichten ist. Die Ausnahme bildet die Einzelplatzfertigung. Sie ist deshalb als Sonderfall anzusehen, weil an einem Arbeitsplatz eine Vielzahl verschiedener Arbeitsgänge ohne räumliche Transformation des Arbeitsobjekts realisiert werden kann, die, wenn die fertigungstechnischen Voraussetzungen gegeben sind, zu einer kompletten Bearbeitung eines Fertigungsauftrags über alle Arbeitsgänge seiner technologischen Bearbeitungsfolge führt.

Die Charakterisierung dieser zentralen Einflussgrößen auf die Produktionsorganisation – Stückzahl, Variantenanzahl, Kontinuität und Flexibilität – fällt für jede Organisationsform unterschiedlich aus und beschreibt im Wesentlichen ihr Fähigkeitsprofil. Das Spannungsfeld der vier Einflussgrößen steht in einer starken Beziehung zu den fünf Merkmalen, durch die die Anforderungsprofile der Prozesstypen charakterisiert werden – Standardisierungsgrad, Struktur der Erzeugnisse, Auftragsauslösungsart, Produktionstyp und Anteil Fremdbezug (vgl. Abb. 2-1, S. 13). Einflussgrößen und Prozesstypenmerkmale bedingen sich gegenseitig wie Abb. 2-10 darstellt.

---

<sup>58</sup> Vgl. GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 58; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 134; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 362.

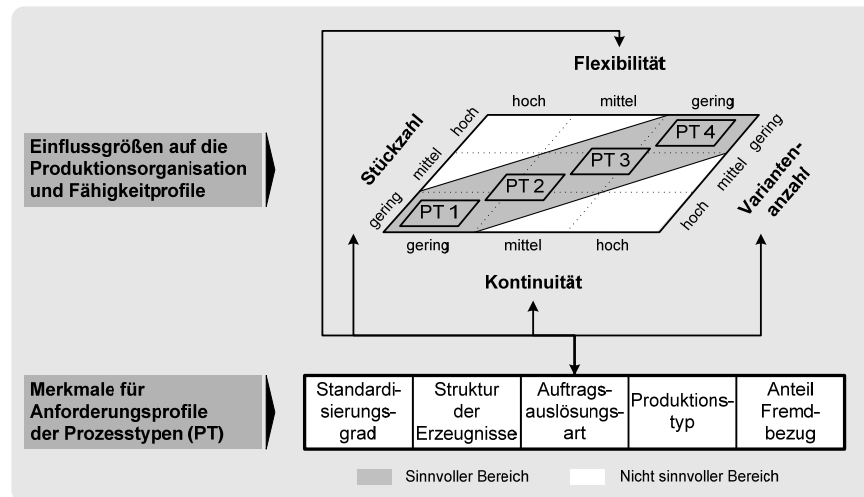


Abb. 2-10: Zusammenhang zwischen Prozessstypen und Einflussgrößen der Produktionsorganisation<sup>59</sup>

Vor allem technisch-technologische Voraussetzungen und ökonomische Zielvorstellungen grenzen das Spannungsfeld der Einflussgrößen auf einen praktisch sinnvollen Bereich ein, in dem effektive Produktionsprozesse ablaufen können. Die Skalierung der Einflussgrößen von gering bis hoch sind keine absoluten Werte, sie sollen eher eine Relation zueinander verdeutlichen und keine trennscharfe Abgrenzung darstellen<sup>60</sup>. Eine geringe Stückzahl geht meistens mit einer geringen Kontinuität, einer hohen Flexibilität und einer hohen Variantenanzahl einher. Das wiederum beeinflusst den umsetzbaren Standardisierungsgrad, bedingt eine bestimmte Erzeugnisstruktur mit für sie relevanten Produktionstypen und hängt mit der entsprechenden Art der Auftragsauslösung sowie mit einem angemessenen Anteil an Fremdbezug zusammen. Die beschriebenen Beziehungen bestehen zwischen allen neun Faktoren und sind wechselseitiger Natur. In den sinnvollen Korridor des Spannungsfelds können die vier Prozessstypen aufgrund ihrer Merkmalsausprägungen eingeordnet werden. Bis auf den Sonderfall Einzelplatzfertigung können in gleicher Weise alle klassischen Organisationsformen der Teilefertigung in dasselbe Spannungsfeld übertragen werden (vgl. Abb. 2-11).

<sup>59</sup> Vgl. SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 132; ZOPFF (2005) – Informationsmanagement KMU, S. 59.

<sup>60</sup> Vgl. RÜER (2011) - Organisation Dienstleistungen, S. 26.

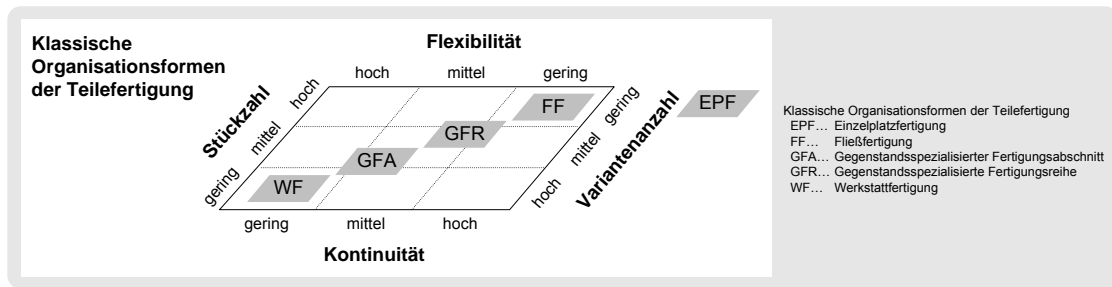


Abb. 2-11: Klassische Organisationsformen der Teilefertigung im Spannungsfeld der Einflussfaktoren auf die Produktionsorganisation

### 2.2.1.3 Moderne Organisationsformen der Teilefertigung

Moderne Organisationsformen der Teilefertigung bauen auf den klassischen Organisationsformen auf. Basierend auf denselben räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien integrieren sie eine dritte Komponente – das technische Organisationsprinzip. Es spiegelt den Grad der Automatisierung und damit die technische Ausgestaltung des Produktionsprozesses wider.<sup>61</sup> Die Formen des technischen Organisationsprinzips werden durch die Ausgestaltungsvarianten des Techniksystems beschrieben, das aus den folgenden Teilsystemen besteht:<sup>62</sup>

- Das Bearbeitungssystem umfasst alle Bearbeitungsmittel, die Zustandsänderungen der Arbeitsobjekte auf mechanische, physikalische oder chemische Art erzeugen.
- Das Handhabungssystem besteht aus Handhabungsmitteln, die Lageveränderungen an Arbeitsobjekten oder deren Übergabe vornehmen.
- Das Transportsystem beinhaltet alle Transportmittel, die überwiegend der räumlichen Transformation von Arbeitsobjekten dienen.
- Das Lagersystem setzt sich aus Lagermitteln zusammen, die überwiegend zur zeitlichen Transformation von Arbeitsobjekten dienen.

Alle Technikteilsysteme laufen parallel ab und können je nach Organisationsform ein unterschiedliches Niveau zur Automatisierung besitzen.<sup>63</sup> SILBERBACH und NEBL beschreiben, wie die einzelnen Technikteilsysteme in den jeweiligen modernen Organisationsformen

<sup>61</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 382.

<sup>62</sup> Vgl. GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 89, 187 f.; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 384-391; SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 115-127; ZÄPFEL (2000) - Taktisches Produktions-Management, S. 235; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 18.

<sup>63</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 382-395.

der Teilefertigung wirtschaftlich ausgestaltet werden können<sup>64</sup>. Für diese Ausgestaltungsvarianten unterscheiden sie im Bearbeitungssystem zwischen Universal- und Spezialmaschinen, im Handhabungssystem zwischen variabel und konstant arbeitenden Handhabungsmitteln, im Transportsystem zwischen Unstetig- und Stetigförderern und im Lagersystem zwischen statischen und dynamischen Lagermitteln. Die nicht trennscharfen Stufen der Automatisierung sind nach SILBERBACH und NEBL in manuell, maschinell und automatisiert einteilbar. Basierend auf dieser zweidimensionalen Einteilung weist Abb. 2-12 mögliche Bearbeitungs-, Handhabungs-, Transport- und Lagermittel aus.

	Bearbeitungssystem		Handhabungssystem		Transportsystem		Lagersystem	
	Universalmaschinen	Spezialmaschinen	Variabel handhabend	Konstant handhabend	Unstetigförderer	Stetigförderer	Statisch lagernd	Dynamisch lagernd
<b>Manuell</b>	Manuelle Bearbeitung	Manuelle Bearbeitung	Manuelle Handhabung zur Lageveränderung und/oder Ortsveränderung	Manuelle Handhabung zur Lageveränderung	Manueller Transport (z. B. Handwagen, Brückenkrane mit Flaschenzug, Trolleybahn, Rollbahn, Flaschenzug)	n/a	n/a	Manuell angetriebenes Durchlaufregal, manuell angetriebenes Verschiebe- bzw. Verschiebelaufregal, Handwagen
<b>Maschinisiert</b>	Handbediente Universalmaschine (manueller Werkzeugwechsel)	Handbediente Spezialmaschine (manueller Werkzeugwechsel)	Verfahrbare oder ortsfeste Manipulatoren bzw. Teleope- ratoren	Ortsfeste Manipulatoren bzw. Teleope- ratoren mit wenigen Bewegungsachsen	Gabelstapler, Schlepper, Portalkran, Brückenkrane, Hängekrane, Hydraulikaufzug, Seilaufzug, Elektrohängen- bahn, Säulen- drehkran	Paternoster, Bandförderer, Wandertisch	n/a	Maschinell angetriebenes Durchlaufregal, maschinell angetriebenes Umlaufregal
<b>Automatisch</b>	Bearbeitungs- zentrum (z. B. CNC-Ma- schine, automa- tischer Werkzeug- und Werk- stückwechsel, Werkzeug- speicher)	Automat (z. B. nockengesteu- erter Dreh- automat, auto- matischer Werkzeug- und Werkstück- wechsel, Werkzeug- speicher)	Mobiler Roboter (z. B. fahrerloses Transportsys- tem und Indus- trieroboter), stationärer Ro- boter (z. B. In- dustrieroboter)	Einlegegeräte, Einzweckein- richtungen	Fahrerloses Transportsys- tem, automa- tisches Regal- bediengerät, automatischer Kran, automati- sches Kanal- und Verteil- fahrzeug, automatischer Aufzug	Automatischer Schleppkreis- und Kippscha- lenförderer, Fallrohr, Rutsche	n/a	Durchlaufregal mit automati- schem Kanal- bzw. Verteil- fahrzeug, Regal auf fah- rerlosem Transpor- tsystem

Abb. 2-12: Ausgestaltungsvarianten der Technikteilsysteme<sup>65</sup>

Bei allen statischen Lagermitteln gibt es keinen Ansatz zur Automatisierung, da keine Bewegung der eingelagerten Arbeitsobjekte vorgesehen ist<sup>66</sup>. Manuelle Stetigförderer sind technisch nicht sinnvoll. Die Übergänge zwischen den Automatisierungsstufen und zwischen den einzelnen Technikteilsystemen können nicht immer eindeutig vollzogen wer-

<sup>64</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 384-395; SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 103-128.

<sup>65</sup> Nach SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 116-127.

<sup>66</sup> Vgl. SILBERBACH (1997) - Organisationsformen, S. 126.

den. Überschneidungen werden wahrscheinlich auftreten, werden hier jedoch nicht weiter betrachtet.<sup>67</sup>

Der Ausdruck „moderne“ Organisationsformen beschreibt hier nicht den gegenwärtigen Zustand eines Produktionssystems, sondern drückt aus, dass das technische Niveau der eingesetzten Betriebsmittel höher ist als bei klassischen bzw. konventionellen Organisationsformen.<sup>68</sup> Außerdem verdeutlicht der Ausdruck auch, dass das betrachtete Produktionssystem neben der tatsächlichen Bearbeitung ebenso die Funktionen des Transportierens, Handhabens und Lagerns als integrierte Bestandteile umfassen kann. In der Literatur sind in diesem Zusammenhang ebenfalls die Begriffe automatisiert, flexibel, komplex und integriert zu finden, die das gleiche kennzeichnen sollen<sup>69</sup>.

Die räumlich-zeitlichen Verknüpfungen (räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien) und die Ausgestaltungsvarianten der Technikteilsysteme (technische Organisationsprinzipien) lassen einen dreidimensionalen Raum entstehen, in den sich die modernen Organisationsformen einsortieren lassen. Die fünf modernen Organisationsformen der Teilefertigung sind:<sup>70</sup>

- Kontinuierliche Werkstattfertigung basierend auf der Werkstattfertigung
- Flexibles Fertigungssystem basierend auf dem gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt
- Flexible Fließfertigung basierend auf der gegenstandsspezialisierten Fertigungsreihe
- Starre Fließfertigung basierend auf der Fließfertigung
- Bearbeitungszentrum basierend auf der Einzelplatzfertigung

Abb. 2-13 verdeutlicht die Struktur und den Bildungsaufbau von klassischen und modernen Organisationsformen der Teilefertigung.

---

<sup>67</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 385-390.

<sup>68</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 199.

<sup>69</sup> Vgl. ADAM/ BACKHAUS et al. (2004) - Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 266; GRUNDIG (2009) - Fabrikplanungssystematik, S. 138; MÄRZ/ LANGSDORFF (2001) - Flexibilität und Marktorientierung, S. 13; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 18; WENZEL/ FISCHER et al. (2001) - Industriebetriebslehre, S. 161; ZÄPFEL (2000) - Strategisches Produktions-Management, S. 184.

<sup>70</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 395-400.

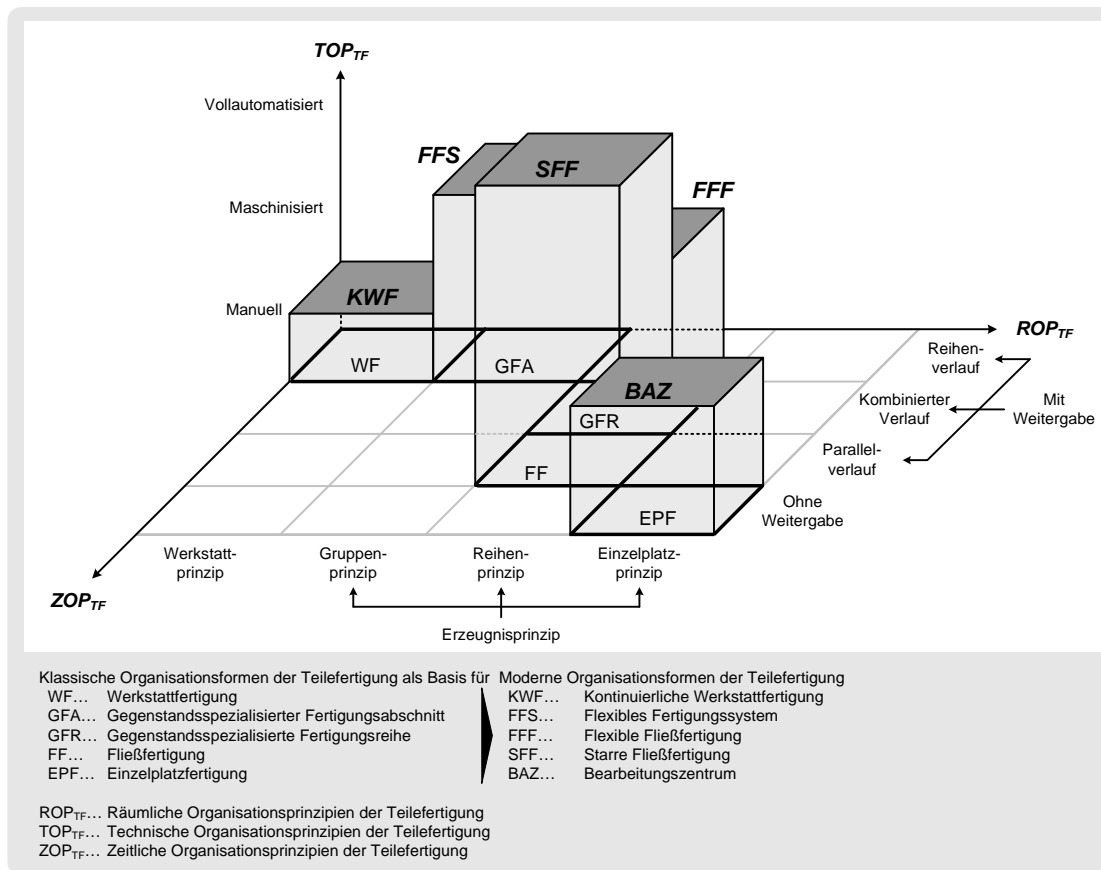



















Abb. 2-13: Klassische und moderne Organisationsformen der Teilefertigung<sup>71</sup>

Die Säulen zeigen eine grundsätzliche Tendenz der betreffenden modernen Organisationsformen hinsichtlich ihrer Potenziale zur Automatisierung auf. Die jeweiligen Säulenhöhen können in der Praxis in gewissen Grenzen variieren – je nachdem wie stark und in welcher Stufe die einzelnen Teilsysteme automatisiert werden können. Insbesondere die Höhe der Säule des Bearbeitungszentrums ist ungewiss, weil nur das Bearbeitungssystem automatisiert werden kann und alle anderen Technikteilsysteme nicht auftreten. Eine Vollautomatisierung aller Teilsysteme in jeder modernen Organisationsform ist vor allem aus Gründen der technisch-technologischen Realisierbarkeit und aus Kostengründen abzulehnen. Ein Fertigungssystem ist nur soweit zu automatisieren, wie es das Anforderungsprofil erfordert.

Abb. 2-14 verdeutlicht die erreichbaren Automatisierungspotenziale der einzelnen modernen Organisationsformen der Teilefertigung. Für eine größere Genauigkeit wurde hier das ebenso mögliche fünfstufige Automatisierungsmaß angewendet<sup>72</sup>.

<sup>71</sup> I. a. NEBL (2008) - Produktion Lexikon, S. 588.

Technikteilsystem	Moderne Organisationsformen der Teilefertigung				
	Kontinuierliche Werkstattfertigung	Flexibles Fertigungssystem	Flexible Fließfertigung	Starre Fließfertigung	Bearbeitungszentrum
Bearbeitungssystem	Universal 	Universal 	Spezial 	Spezial 	Universal/Spezial 
Handhabungssystem	Variabel 	Variabel 	Konstant 	Konstant 	n/a
Transportsystem	Unstetig 	Unstetig 	Stetig 	Stetig 	n/a
Lagersystem	Statisch 	Statisch 	Dynamisch 	Dynamisch 	n/a






 Manuelle Mittel  
  Mechanisierte Mittel  
  Maschinisierte Mittel  
  Teilautomatisierte Mittel  
  Automatische Mittel

Abb. 2-14: Automatisierungspotenziale der Technikteilsysteme

Das grundsätzliche räumliche und zeitliche Zusammenwirken der Potenzialfaktoren Arbeitskraft und Betriebsmittel in den modernen Organisationsformen wird nicht entscheidend durch die unterschiedlichen Niveaus der Automatisierung verändert. Demzufolge werden die charakteristischen Eigenschaften der klassischen Organisationsformen auch größtenteils für die modernen Organisationsformen der Teilefertigung zutreffen (vgl. Abb. 2-8, S. 24). Allerdings werden die Fähigkeiten der Organisationsformen bezüglich ihrer Flexibilität und Kontinuität beeinflusst<sup>72</sup>. Eine höhere Automatisierung ermöglicht einen unterbrechungsfreieren Fertigungsprozess und somit einen kontinuierlicheren Prozess. Aufgrund des diametralen Verhaltens von Kontinuität und Flexibilität wird insgesamt die Flexibilität bei zunehmendem Automatisierungsgrad weniger stark ansteigen. Durch das Verknüpfen der verschiedenen Technikteilsysteme wird der gesamte Fertigungsprozess vielschichtiger und vernetzter, so dass ein Reagieren auf veränderte Anforderungen seitens des Produktionsprogramms (z. B. bei Produktartänderungen) erschwert wird. Partielle qualitative oder quantitative Flexibilitätseinbußen werden vermutlich sehr gering ausfallen, beispielsweise wenn ein Transportmittel nur für eine bestimmte Objektgröße oder Produktart ausgelegt ist.

Ein passgerecht gestaltetes Techniksystem kann die Produktivität einer zu Grunde liegenden Organisationsform über das Automatisierungsniveau zwar positiv beeinflussen, verändert aber ihren prinzipiellen Aufbau nicht. Abb. 2-15 zeigt die Fähigkeiten moderner Organisationsformen der Teilefertigung.

<sup>72</sup> Vgl. ENGEL/ BÖSHERZ (1967) - Automation, S. 211-214; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 58.

<sup>73</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 402.

Merkmale	Moderne Organisationsformen der Teilefertigung				
	Kontinuierliche Werkstattfertigung	Flexibles Fertigungssystem	Flexible Fließfertigung	Starre Fließfertigung	Bearbeitungszentrum
Menge identischer Teile	Sehr klein bis 1	Mittel bis 1	Groß bis mittel	Groß	Mittel bis 1
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend	Variierend	Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen	Variierend
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. AP	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Bedingt vorhanden	Vorhanden	n/a
Flexibilität	Hoch	Mittel bis hoch	Niedrig	Sehr niedrig	Mittel bis hoch
Kontinuität	Gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch	Mittel bis hoch

Abb. 2-15: Fähigkeiten moderner Organisationsformen der Teilefertigung

Im Vergleich zu den Fähigkeiten der klassischen Organisationsformen (vgl. Abb. 2-9, S. 25) kann festgestellt werden, dass zum einen die Ausprägungen der Merkmale Menge identischer Teile, technologische Bearbeitungsfolge und Proportionalität der Zeitbedarfe zwischen Arbeitsplätzen gleich geblieben sind. Zum anderen steigt insgesamt die Kontinuität in allen modernen Organisationsformen. Die Flexibilität wird weniger stark beeinflusst, sie bleibt aufgrund der zunehmenden Verkettung und Vernetzung der Teilprozesse in etwa gleich. Eine zunehmende Automatisierung der Technikteilsysteme bewirkt insgesamt eine Verstetigung des Produktionsablaufs und führt zu einer geringeren Anpassungsfähigkeit. Das Bearbeitungszentrum nimmt auch hier eine Sonderstellung ein, da es einerseits nicht nur in der Lage ist hoch flexibel, sondern auch hoch kontinuierlich zu fertigen, wenn alle notwendigen Fertigungsverfahren integrierbar sind. Andererseits ist nur eins von vier Technikteilsystemen automatisierbar. Die Einordnung der modernen Organisationsformen der Teilefertigung in das Spannungsfeld der Einflussfaktoren der Produktionsorganisation ist in Abb. 2-16 dargestellt.

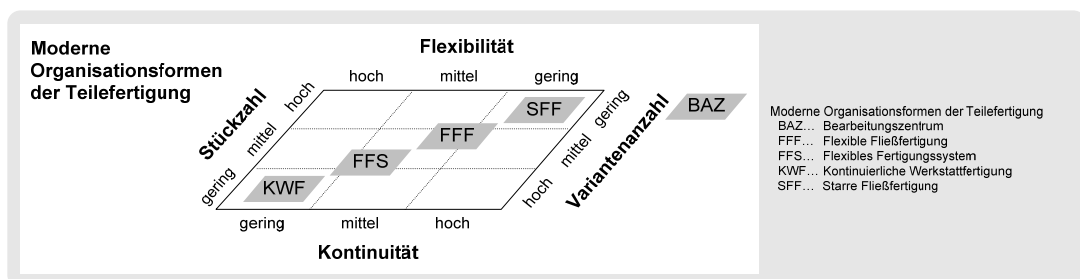
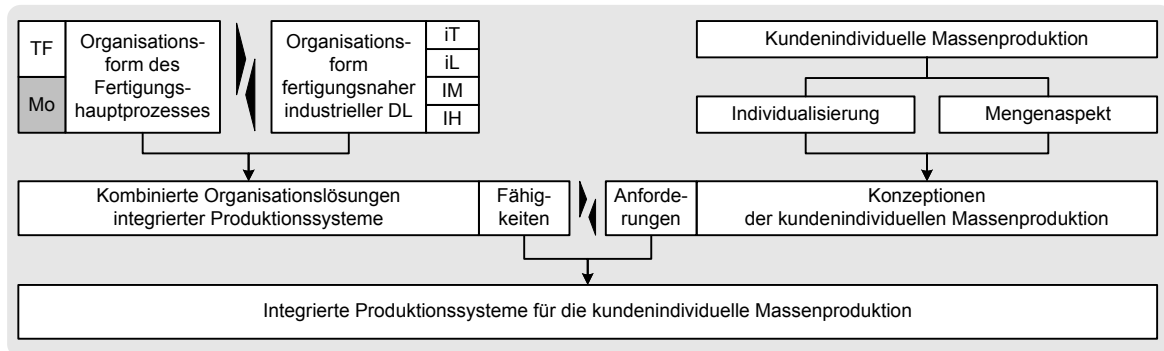


Abb. 2-16: Moderne Organisationsformen der Teilefertigung im Spannungsfeld der Einflussfaktoren auf die Produktionsorganisation



## 2.2.2 Organisation der Montage



Kapitel 2.2.2: Montage

Neben der Teilefertigung ist der Fertigungshauptprozess Montage ein wertschöpfender Produktionsprozess. Aus technologischer Sicht ist die Montage der Teilefertigung nachgelagert und verbindet Einzelteile zu Baugruppen unterschiedlicher Ordnungen und Fertigerzeugnissen. Überwiegend kommt das Fertigungsverfahren Fügen zum Einsatz (z. B. Schweißen, Nieten, Löten, Kleben).<sup>74</sup> Der Montageprozess kann in mehreren Stufen ablaufen<sup>75</sup>:

- In der Vormontage werden Einzelteile zu Baugruppen 1. Ordnung montiert.
- Die Baugruppenmontage fügt Einzelteile und Baugruppen niedriger Ordnung zu Baugruppen höherer Ordnung. Diese Stufe wird auch Zwischenmontage genannt<sup>76</sup>.
- In der Endmontage werden die Fertigerzeugnisse aus Baugruppen verschiedener Ordnungen und Einzelteilen montiert. Diese Stufe wird auch Fertigmontage genannt<sup>77</sup>.

Die Komplexität und die Wertsteigerung der zu bearbeitenden bzw. zu montierenden Arbeits- bzw. Montageobjekte nehmen über die Fertigungsstufen Teilefertigung und Montage zu.<sup>78</sup> Das Ziel der Organisation der Montage ist es, durch rationale Strukturen im Fertigungsbereich Montage einen größtmöglichen Beitrag zum Unternehmensziel zu leisten. Es sind räumliche und zeitliche Voraussetzungen zu schaffen, die ein bestmögliches Zu-

<sup>74</sup> Vgl. DANGELMAIER (2001) - Fertigungsplanung, S. 505; GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 152; MÄRZ/ LANGSDORFF (2001) - Flexibilität und Marktorientierung, S. 6; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 153; SPUR (1986) - Handbuch Fertigungstechnik, S. 16-18.

<sup>75</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 421.

<sup>76</sup> Vgl. GIENKE/ KÄMPF (2007) - Handbuch Produktion, S. 64.

<sup>77</sup> Vgl. HESSE (2006) - Automatische Montagemaschinen, S. 233.

<sup>78</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 11; WARNECKE (1995) - Produktionsbetrieb 2, S. 39.

sammenwirken der Elementarfaktoren Arbeitskraft, Betriebsmittel und Werkstoff im Montageprozess ermöglichen. Der Werkstoff wird in der Montage als Montageobjekt bezeichnet. Im Folgenden werden die in der Montage auftretenden Organisationsvarianten und deren Fähigkeiten untersucht.

### **2.2.2.1 Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der Montage**

Dieselben räumlichen Organisationsprinzipien wie die in der Teilefertigung bieten im Fertigungshauptprozess Montage „bestmögliche räumliche Voraussetzungen“<sup>79</sup> für die Gestaltung eines unterbrechungsarmen Prozessablaufs<sup>80</sup>. Die vier räumlichen Organisationsprinzipien Werkstatt-, Gruppen-, Reihen- und Einzelplatzprinzip (vgl. Abschnitt 2.2.1.1, S. 18) stellen auch in Montageprozessen theoretisch mögliche Gestaltungsvarianten dar.

Die zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung hingegen können nicht uneingeschränkt für den Montageprozess übernommen werden. Einerseits gilt in beiden Fertigungshauptprozessarten, dass die Verlaufsformen des technologischen Zyklus die Basis für die Bildung der zeitlichen Organisationsprinzipien beschreiben. Das heißt, dass der Reihenverlauf, der Parallelverlauf und der kombinierte Verlauf auch in der Montage angewendet werden können. Andererseits liegt der Organisation der Teilefertigung die Annahme zugrunde, dass sich Arbeitskräfte und Betriebsmittel überwiegend stationär und nur das Arbeitsobjekt sich instationär verhalten. Im Gegensatz dazu können sich in Montageprozessen alle drei Elementarfaktoren (Arbeitskraft, Betriebsmittel und Montageobjekt<sup>81</sup>) stationär oder instationär verhalten. Infolgedessen reflektieren die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage nicht nur die einfache Teileweitergabe von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz, sondern beziehen sich auch auf das kinematische Verhalten aller drei Elementarfaktoren und deren Kombinationen.<sup>82</sup> Die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage charakterisieren demzufolge „die Art und Weise der Bewegung der Elementarfaktoren im Montageprozess“<sup>83</sup>. Aus den zwei kinematischen Zuständen (stationär, in-

---

<sup>79</sup> Vgl. SCHMIGALLA (1970) - Maschinenanordnung, S. 24.

<sup>80</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 426; PETERSEN (2005) - Montage, S. 62-70.

<sup>81</sup> In der Montage wird das Arbeitsobjekt zum Montageobjekt.

<sup>82</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 428 f.; PETERSEN (2005) - Montage, S. 76 f.

<sup>83</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 428.

stationär) und den drei Elementarfaktoren (Arbeitskraft, Betriebsmittel, Montageobjekt) ergeben sich acht theoretische Varianten des kinematischen Verhaltens der Elementarfaktoren, die in der Abb. 2-17 dargestellt sind.

Varianten	Kinematisches Verhalten der Elementarfaktoren		
	Stationär		Instationär
1	Arbeitskraft	Betriebsmittel	Montageobjekt
2	Arbeitskraft		Betriebsmittel Montageobjekt
3		Montageobjekt	Arbeitskraft Betriebsmittel
4		Betriebsmittel Montageobjekt	Arbeitskraft
5		Betriebsmittel	Arbeitskraft Montageobjekt
6	Arbeitskraft	Betriebsmittel Montageobjekt	
7			Arbeitskraft Betriebsmittel Montageobjekt
8	Arbeitskraft	Montageobjekt	Betriebsmittel

Abb. 2-17: Varianten des kinematischen Verhaltens der Elementarfaktoren in der Montage<sup>84</sup>

Die Varianten, bei denen sich Arbeitskraft und Betriebsmittel gemeinsam stationär oder instationär verhalten (Varianten 1 und 3) und die Varianten, bei denen sich alle Elementarfaktoren gemeinsam stationär oder instationär verhalten (Varianten 6 und 7), treten überwiegend in der Praxis auf<sup>85</sup>.

Aus diesen Überlegungen ist zu schließen, dass sich die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage sowohl am technologischen Zyklus als auch an den instationären Faktoren orientieren. PETERSEN analysiert, welche Interdependenzen zwischen den Varianten des technologischen Zyklus (Reihen-, Parallel- und kombinierter Verlauf) und den Varianten des kinematischen Verhaltens der Elementarfaktoren sinnvolle und einsetzbare Kombinationen erwirken. Folgende zeitliche Organisationsprinzipien stellen in der Montage mögliche Gestaltungslösungen dar:<sup>86</sup>

- Prinzip ohne Ortsveränderung: Ein Montageobjekt wird komplett an einer Montagestation ohne räumliche Transformation bearbeitet. Alle Elementarfaktoren verhalten sich stationär.

<sup>84</sup> NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 423.

<sup>85</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 59.

<sup>86</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 76-97. Kombinationsmöglichkeiten, die keine sinnvolle Verknüpfung erwirken, sind für diese Arbeit nicht relevant und hier nicht aufgeführt.

- Zum Prinzip mit Ortsveränderung zählen:
  - Reihenverlauf: Es wird stets ein komplettes Fertigungslos abgearbeitet, bevor sich der instationäre Faktor von einer Station zur nächsten Station weiter bewegt oder weiter bewegt wird. Abhängig vom instationären Faktor werden entweder das Montageobjekt oder die Arbeitskraft unter Mitnahme der notwendigen Betriebsmittel gemeinsam durch den Produktionsprozess geführt. Infolgedessen existieren zwei Varianten des Reihenverlaufs:
    - Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten: Die Montageobjekte verhalten sich instationär und werden fertigungslosweise durch den Prozess bewegt. Nach der Bearbeitung aller Teile eines Fertigungsloses erfolgt die Weitergabe des kompletten Loses von einem Arbeitsplatz zum nächsten. Arbeitskräfte und Betriebsmittel hingegen sind stationär und bewegen sich nicht.
    - Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren: Das Montageobjekt ist ortsgebunden bzw. stationär, die Arbeitskräfte sind instationär und bewegen sich unter Mitnahme ihrer Betriebsmittel (auch instationär) von einem Montageobjekt zum nächsten. Bei jedem Arbeitsgang wird das komplette Fertigungslos bestehend aus mehreren Montageobjekten bearbeitet. Das heißt, die Arbeitskraft führt mit Hilfe ihrer Betriebsmittel am ersten Montageobjekt des Loses einen Arbeitsgang aus. Danach bewegt sie sich zum zweiten Montageobjekt desselben Loses und führt dort denselben Arbeitsgang aus. Ist an allen Montageobjekten desselben Loses der erste Arbeitsgang beendet, geht die Arbeitskraft wieder zum ersten Montageobjekt zurück und beginnt mit dem zweiten Arbeitsgang usw.
  - Parallelverlauf: Es wird nur ein Arbeitsgang pro Montageobjekt ausgeführt, bevor dieses entweder sofort weitergegeben wird oder andere Potenzialfaktoren den nachfolgenden Arbeitsgang an demselben Montageobjekt abarbeiten. Abhängig von der Art des instationären Faktors treten drei Varianten des Parallelverlaufs auf:
    - Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten: Die Montageobjekte verhalten sich instationär. Arbeitskräfte und Betriebsmittel haben eine feste, stationäre Anordnung. Jedes Bauteil eines Fertigungsloses wird sofort

nach Bearbeitung an einem Arbeitsplatz zum nächsten weitergegeben. Es kommt zu gleichzeitiger (paralleler) Bearbeitung von Teilen desselben Loses auf verschiedenen Arbeitsplätzen.

- Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren: Das Montageobjekt ist stationär und die Potenzialfaktoren (Arbeitskraft und Betriebsmittel) verhalten sich instationär. Jede Arbeitskraft führt mit seinen mitgeführten Betriebsmitteln genau einen Arbeitsgang an einem Montageobjekt aus, bevor sie sich zum nächsten bewegt. Das heißt, die erste Arbeitskraft beginnt am ersten Montageobjekt den ersten Arbeitsgang. Nach Beendigung des ersten Arbeitsgangs begibt sich die erste Arbeitskraft zum zweiten Montageobjekt, um dort denselben Arbeitsgang auszuführen. Eine zweite Arbeitskraft kann jetzt an dem ersten Montageobjekt ihre Verrichtung ausführen usw. Dies führt zu einem hoch arbeitsteiligen Montageprozess, bei dem mehrere Arbeitskräfte bzw. Arbeitskräftegruppen an mehreren Montageobjekten parallel arbeiten.
- Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren: Alle drei Elementarfaktoren verhalten sich instationär und bewegen sich durch den Produktionsprozess. Wie schon beim vorherigen Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren führt eine Arbeitskraft unter Mitnahme ihrer notwendigen Betriebsmittel einen Arbeitsgang am ersten Montageobjekt aus, bevor diese Arbeitskraft zum nächsten Montageobjekt weitergehen kann. Erst danach kann eine zweite Arbeitskraft seinen Arbeitsgang am ersten Montageobjekt verrichten. Der Unterschied besteht in diesem Fall darin, dass auch das Montageobjekt ununterbrochen bewegt wird (beispielsweise durch ein Fließband) und sich die Potenzialfaktoren dieser Bewegung anpassen müssen. Das hat zur Folge, dass einerseits die Potenzialfaktoren ihre Arbeitsaufgabe innerhalb eines bestimmten Streckenabschnitts ausführen müssen. Andererseits kehren sie nach Beendigung ihres Arbeitsgangs zum Ausgangspunkt ihrer Verrichtung zurück, um denselben Arbeitsgang am nächsten Montageobjekt durchzuführen. Ein hohes Maß an Synchronisation ist notwendig.

- Kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten: Die Weitergabe der Montageobjekte erfolgt in unterschiedlich großen Teillosten, abhängig von der Belegung und dem Zeitbedarf an der nachfolgenden Montagestation. Die Montageobjekte verhalten sich instationär und werden durch den Produktionsprozess geleitet. Arbeitskräfte und Betriebsmittel sind stationär. Bei jedem Arbeitsgang wird jedes Bauteil eines Fertigungsloses nacheinander bearbeitet. Die Weitergabe zum nächsten Arbeitsplatz erfolgt dabei so früh wie möglich, damit der nächste Arbeitsgang am nachfolgenden Arbeitsplatz durchgeführt werden kann. Das heißt, wenn der nachfolgende Arbeitsplatz frei ist, wird das Montageobjekt sofort weitergegeben. Ist der nachfolgende Arbeitsplatz belegt, erfolgt eine zeitversetzte Weitergabe in Teillosten. Angestrebt wird ein unterbrechungsfreies Montieren der Teile.

Aus den Beschreibungen der sieben zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage ist zu entnehmen, dass sich einige mit denen der Teilefertigung decken. Diese sind:

- Der Reihenverlauf der Teilefertigung entspricht in der Montage dem Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten.
- Der Parallelverlauf der Teilefertigung entspricht in der Montage dem Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten.
- Der kombinierte Verlauf der Teilefertigung entspricht in der Montage dem kombinierten Verlauf mit instationären Montageobjekten.
- Das Prinzip ohne Weitergabe der Teilefertigung entspricht in der Montage dem Prinzip ohne Ortsveränderung.

Es bleiben drei zeitliche Organisationsprinzipien der Montage übrig, die faktisch zusätzliche Gestaltungslösungen darstellen:

- Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren
- Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren
- Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren

Einen Montageprozess mit Hilfe von instationären Potenzialfaktoren zu organisieren, ist dann sinnvoll, wenn es sich beispielsweise um sehr sensible oder groß dimensionierte Montageobjekte handelt, wie im Großstahlbau die Montage von Hafenkränen oder Off-shore-Windenergieanlagen. Trotzdem der instationäre Faktor bei den Varianten der zeit-

lichen Organisationsprinzipien der Montage variiert, verändert sich nicht die Länge der jeweiligen Zeitdauer des technologischen Zyklus. Beispielsweise ist der technologische Zyklus des Reihenverlaufs mit instationären Montageobjekten genauso lang wie der technologische Zyklus des Reihenverlaufs mit instationären Potenzialfaktoren (vgl. Abb. 2-5, S. 21). Somit besitzt das kinematische Verhalten der Elementarfaktoren keinen Einfluss auf den technologischen Zyklus. Im Gegensatz dazu wird die Durchlaufzeit immer dann länger oder kürzer sein, wenn die Bewegung der instationären Potenzialfaktoren von einem zum nächsten Montageobjekt länger oder kürzer ist, als die Zeitdauer für den Transport des Montageobjekts.<sup>87</sup> Dementsprechend können die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage absteigend nach der Länge ihrer technologischen Zyklen wie folgt geordnet werden:

- Das Prinzip ohne Ortsveränderung, der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten und der Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren weisen den längsten technologischen Zyklus auf.
- Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten benötigt eine mittlere Dauer des technologischen Zyklus.
- Die Varianten Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten, mit instationären Potenzialfaktoren und mit instationären Elementarfaktoren bedingen den kürzesten technologischen Zyklus.

#### **2.2.2.2 Klassische Organisationsformen der Montage**

Durch die Verknüpfung eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips werden die Organisationsformen der Montage gebildet. Sie „stellen die Beziehungs- und Anordnungsmuster sowie das Regelsystem eines Montageprozesses dar“<sup>88</sup>. PETERSEN und NEBL charakterisieren folgende Organisationsformen der Montage<sup>89</sup>:

- Werkstattmontage
- Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten
- Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren

---

<sup>87</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 90 f.

<sup>88</sup> DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 24.

<sup>89</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 432 f.; PETERSEN (2005) - Montage, S. 113.

- Reihenmontage mit instationären Montageobjekten
- Reihenmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Fließmontage mit instationären Montageobjekten
- Fließmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren
- Einzelplatzmontage

Ihre Bildungsweise – Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips der Montage – wird in Abb. 2-18 aufgezeigt.

ZOP <sub>Mo</sub> \ ROP <sub>Mo</sub>			Werkstattprinzip	Erzeugnisprinzip		
				Gruppenprinzip	Reihenprinzip	Einzelplatzprinzip
Mit Ortsveränderung	Reihenverlauf	iMO	Werkstattmontage (WM)	Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten (GM <sub>iMO</sub> )		
		iPF		Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren (GM <sub>iPF</sub> )	Reihenmontage mit instationären Potenzialfaktoren (RM <sub>iPF</sub> )	
	Kombinierter Verlauf				Reihenmontage mit instationären Montageobjekten (RM <sub>iMO</sub> )	
	Parallelverlauf	iMO			Fließmontage mit instationären Montageobjekten (FM <sub>iMO</sub> )	
		iPF			Fließmontage mit instationären Potenzialfaktoren (FM <sub>iPF</sub> )	
		IEF			Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren (FM <sub>IEF</sub> )	
	Ohne Ortsveränderung					Einzelplatzmontage (EPM)

iEF... Instationäre Elementarfaktoren  
 iMO... Instationäre Montageobjekte  
 iPF... Instationäre Potenzialfaktoren  
 ROP<sub>Mo</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der Montage  
 ZOP<sub>Mo</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips  
☐ Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

Abb. 2-18: Klassische Organisationsformen der Montage

Neun der 28 theoretischen Kombinationsmöglichkeiten stellen praktische, technologische sowie wirtschaftlich sinnvolle Verknüpfungen dar. Sie verdeutlichen die grundsätzliche Struktur des jeweiligen Montagesystems, ohne eine spezielle technische Ausgestaltung<sup>90</sup>.

<sup>90</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 101.



Alle Organisationsformen der Montage besitzen aufgrund ihrer räumlich-zeitlichen Strukturierung charakteristische Eigenschaften zur Lösung von Montageaufgaben. In der folgenden Abb. 2-19 sind ausgewählte Eigenschaften aufgeführt.

Merkmale	Organisationsformen der Montage				
	Werkstattmontage	Gruppenmontage mit iMO	Gruppenmontage mit iPF	Reihenmontage mit iPF	Reihenmontage mit iMO
	Räumliches Organisationsprinzip Zeitliches Organisationsprinzip	Werkstattprinzip Reihenverlauf iMO	Gruppenprinzip Reihenverlauf iMO	Gruppenprinzip Reihenverlauf iPF	Reihenprinzip Reihenverlauf iPF Kombinierter Verlauf iMO
Durchlaufzeit	Lang	Lang bis mittel	Lang bis mittel	Lang	Mittel
Kapazitätsauslastung	Sehr schwankend	Schwankend	Schwankend	Schwankend	Hoch
Lagerbestände	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch	Mittel
Entfernung zw. Montageorten	Lang	Mittel	Mittel	Mittel bis gering	Gering
Transporthäufigkeit	Gering	Gering	n/a	n/a	Mittel bis hoch
Transportobjekt	Fertigungslos	Fertigungslos	n/a	n/a	Teillos
Übersichtlichkeit	Sehr unübersichtlich	Unübersichtlich	Unübersichtlich	Übersichtlich	Übersichtlich
Steuerbarkeit	Schlecht	Mittel	Schlecht	Mittel	Mittel bis gut
Qualifikation des Bedienpersonals	Sehr hoch	Hoch	Hoch bis mittel	Mittel	Gering bis mittel
Fixkosten	Gering	Mittel	Mittel	Hoch bis mittel	Hoch
Variable Kosten	Hoch	Mittel	Mittel	Hoch bis mittel	Niedrig
Merkmale	Fließmontage mit iMO	Fließmontage mit iPF	Fließmontage mit iEF	Einzelplatzmontage	
	Reihenprinzip Parallelverlauf iMO	Reihenprinzip Parallelverlauf iPF	Reihenprinzip Parallelverlauf iEF	Einzelplatzprinzip Ohne Ortsveränderung	
	Durchlaufzeit	Kurz	Kurz	Kurz	Sehr kurz
Kapazitätsauslastung	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch	Schwankend bis hoch
Lagerbestände	Gering	Gering	Gering	Gering	Sehr gering
Entfernung zw. Montageorten	Kurz	Kurz	Kurz	Kurz	n/a
Transporthäufigkeit	Hoch	n/a	Hoch	Hoch	n/a
Transportobjekt	Einzelteil	n/a	Einzelteil	Einzelteil	n/a
Übersichtlichkeit	Sehr übersichtlich	Übersichtlich	Übersichtlich	Übersichtlich	Sehr übersichtlich
Steuerbarkeit	Gut	Gut	Gut	Gut	Sehr gut
Qualifikation des Bedienpersonals	Gering	Gering	Gering	Gering	Hoch bis gering
Fixkosten	Sehr hoch	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Variable Kosten	Sehr gering	Hoch bis mittel	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering

iEF... Instationäre Elementarfaktoren  
iMO... Instationäre Montageobjekte  
iPF... Instationäre Potenzialfaktoren

Abb. 2-19: Eigenschaften der Organisationsformen der Montage<sup>91</sup>

<sup>91</sup> I. A. a. PETERSEN (2005) - Montage, S. 144 f.

In Anlehnung an die Vorgehensweise zur Ableitung von Fähigkeiten in der Teilefertigung präsentiert Abb. 2-20 die Fähigkeiten der Organisationsformen der Montage.

Merkmale	Organisationsformen der Montage				
	Werkstattmontage	Gruppenmontage mit iMO	Gruppenmontage mit iPF	Reihenmontage mit iPF	Reihenmontage mit iMO
Menge identischer Teile	Sehr klein bis 1	Mittel bis 1	Mittel bis 1	Groß bis mittel	Groß bis mittel
Technologische Fügefolge	Variierend	Variierend	Variierend	Gleich mit Überspringen	Gleich mit Überspringen
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. AP	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Bedingt vorhanden	Bedingt vorhanden
Flexibilität	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Gering	Gering
Kontinuität	Gering	Mittel bis niedrig	Niedrig	Mittel	Hoch

Merkmale	Fließmontage mit iMO	Fließmontage mit iPF	Fließmontage mit iEF	Einzelplatzmontage
	Groß	Groß bis mittel	Groß	Mittel bis 1
Menge identischer Teile	Gleich ohne Überspringen	Gleich ohne Überspringen	Gleich ohne Überspringen	Variierend
Technologische Fügefolge	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	n/a
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. AP	Sehr gering	Gering	Sehr gering	Sehr hoch
Flexibilität	Sehr hoch	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Kontinuität				

AP... Arbeitsplatz  
iEF... Instationäre Elementarfaktoren  
iMO... Instationäre Montageobjekte  
iPF... Instationäre Potenzialfaktoren

Abb. 2-20: Fähigkeiten der Organisationsformen der Montage

Die Werkstattmontage kann aufgrund einer variierenden technologischen Fügefolge sehr heterogene Fertigungsaufträge realisieren. Die Menge identischer Teile wird daher sehr klein oder sogar eins sein. Die räumlich getrennten Werkstätten erlauben keine proportionalen Zeitbedarfe zwischen den Arbeitsplätzen, wodurch nur eine geringe Kontinuität erzielt werden kann. Die Vielseitigkeit der Werkstattmontage sichert ein hohes Reaktionsvermögen auf sich verändernde Marktbedingungen und somit eine sehr hohe Flexibilität.

Beiden Varianten der Gruppenmontage liegt eine variierende technologische Fügefolge zugrunde, was das Lösen von sehr unterschiedlichen Fertigungsaufträgen erlaubt. Die Flexibilität ist jeweils hoch. Dies führt unter anderem allerdings zu unproportionalen Zeitbedarfen zwischen den Arbeitsplätzen und bedingt mittlere bis sehr kleine Mengen identischer Teile. Das Kontinuitätsniveau der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ist größer als das Niveau der Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren einzuschätzen. Dies ist auf die Varianten des räumlichen Organisationsprinzips Reihenverlauf zurückzuführen. Im Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren führt eine Ar-

beitskraft(-gruppe) mit ihren Betriebsmitteln den ersten Arbeitsgang an einem Montageobjekt des Loses aus. Danach wechselt sie zum nächsten Objekt und führt dort denselben Arbeitsgang aus. Erst wenn an allen Montageobjekten des Loses der erste Arbeitsgang beendet ist, kann der zweite Arbeitsgang am ersten Montageobjekt ausgeführt werden. Diese Zirkulation der Potenzialfaktoren findet so lange statt, bis an allen Montageobjekten eines Loses alle Arbeitsgänge beendet sind. Durch die sehr häufigen Ortswechsel der Arbeitskräfte und ihrer Betriebsmittel werden in der Regel im Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren längere Durchlaufzeiten als im Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten verursacht.

Wie auch schon bei der Gruppenmontage fallen die Ausprägungen der Merkmale Menge identischer Teile, Proportionalität und technologische Fügefolge bei beiden Varianten der Reihenmontage gleich aus. Durch die Richtungsorientierung ist ein begrenztes Teilesortiment aus überwiegend mittleren bis großen Mengen identischer Teile zu montieren. Eine gleiche technologische Fügefolge kann proportionale Zeitbedarfe zwischen den Arbeitsplätzen bedingen, reduziert die Flexibilität jedoch auf ein niedriges Niveau. Die unterschiedliche Bewertung bei der Kontinuität basiert wieder auf den verschiedenen räumlichen Organisationsprinzipien. Die Reihenmontage mit instationären Potenzialfaktoren verursacht wie auch schon bei der Gruppenmontage durch die häufigen Ortswechsel und langen Liegezeiten insgesamt lange Durchlaufzeiten. Bei der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten wird der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten angewendet. Das Bilden von kleineren Transportlosen verkürzt die Liegezeiten entscheidend. Infolgedessen kann der Montageprozess in der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten kontinuierlicher ablaufen als in der Reihenmontage mit instationären Potenzialfaktoren.

Auch die Merkmalsausprägungen bei den drei Varianten der Fließmontage ähneln sich stark. Das Montieren von überwiegend großen Mengen identischer Teile und die gleiche technologische Fügefolge ohne Überspringen ermöglichen eine zeitlich proportionale Abstimmung zwischen den Arbeitsplätzen, wenn die zu verrichtenden Arbeitsgänge an allen Montagestationen ungefähr gleich lang sind. Insgesamt kann ein sehr hoch kontinuierlicher Prozess eingerichtet werden. Die höchste Kontinuität ist aufgrund des stetigen Objektflusses aller drei Elementarfaktoren in der Fließmontage mit instationären Elemen-

tarfaktoren zu vermuten, die schlechteste aufgrund der häufigen Ortswechsel und Liegezeiten in der Fließmontage mit instationären Potenzialfaktoren. Diese Ortswechsel der Werker ermöglichen aber der Fließmontage mit instationären Potenzialfaktoren eine etwas höhere Flexibilität als der Fließmontage mit instationären Montageobjekten, da sie in der Lage sind, in Störfällen beispielsweise ortsveränderlich reagieren zu können. Ein ebenfalls etwas höheres Flexibilitätsniveau weist die Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren auf. Innerhalb eines begrenzten Abschnitts einer Montagestrecke, in der sich die Potenzialfaktoren zeitlich synchron zum Montageobjekt bewegen, können bei Bedarf Arbeitsaufgaben an Montagestationen dieses Abschnitts temporär und flexibel übernommen werden. Ebenso ist ein geringfügiges Überlappen der Arbeitsaufgaben von vor- bzw. nachgelagerten Montageabschnitten denkbar.<sup>92</sup> Insgesamt sind die Fähigkeitsunterschiede zwischen den drei Varianten der Fließmontage im Niveau der Kontinuität ( $FM_{iEF} > FM_{iMO} > FM_{iPF}$ ) und der Flexibilität ( $FM_{iPF} > FM_{iEF} > FM_{iMO}$ ) als marginal einzuschätzen.

Eine Sonderstellung nimmt abermals die Einzelplatzmontage ein. Unter der Voraussetzung, dass alle notwendigen Montageverfahren in einer Montagestation integrierbar sind, kann sie sowohl äußerst flexibel als auch sehr hoch kontinuierlich die ihr übertragenden Fertigungsaufgaben in einer variierenden Fügefolge abarbeiten. Die Menge identischer Teile variiert zwischen mittelgroßen Mengen und eins, eine Proportionalität der Kapazitätsbedarfe zwischen den Arbeitsplätzen liegt aufgrund des Einmaschinensystems nicht vor.

Resümierend ist festzuhalten, dass im Montageprozess die Kontinuität und die Flexibilität nicht nur durch die räumliche Anordnung der Betriebsmittel und die Varianten des technologischen Zyklus beeinflusst werden, sondern auch durch das kinematische Verhalten der Elementarfaktoren. Dieses Verhalten ist im Fertigungshauptprozess Teilefertigung bedeutungslos. Gemein ist beiden Hauptprozessarten, dass tendenziell die Niveaus der beiden Fähigkeiten Kontinuität und Flexibilität gegensätzlich ausfallen, außer bei der Einzelplatzfertigung bzw. -montage. Organisationsformen der Teilefertigung und Montage besitzen immer dann sehr ähnliche Ausprägungen in den Eigenschaften und Fähigkeiten, wenn sie auf derselben Kombination räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien

---

<sup>92</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 123.

beruhen. Die Anordnung der Organisationsformen der Montage in das Spannungsfeld der Einflussfaktoren der Produktionsorganisation erfolgt in Abb. 2-21.

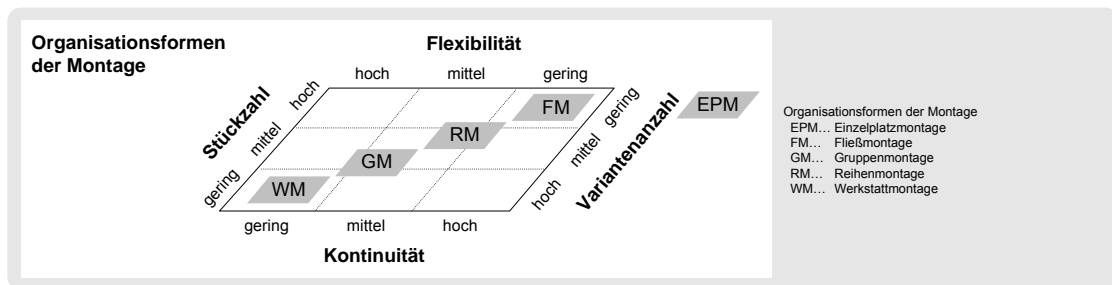


Abb. 2-21: Organisationsformen der Montage im Spannungsfeld der Einflussfaktoren auf die Produktionsorganisation

### 2.2.2.3 Moderne Organisationsformen der Montage

Die praktisch relevanten modernen Organisationsformen der Montage werden durch die sinnvolle Kombination eines räumlichen, eines zeitlichen und eines technischen Organisationsprinzips gebildet. Durch die Hinzunahme der dritten Dimension wird das Techniksyste in die Ausgestaltung integriert. In der Montage besteht das Techniksyste aus den fünf Technikteilsystemen Füge-, Förder-, Handhabungs-, Lager-, Mess- und Prüfsystem.<sup>93</sup> Durch den Einsatz differenzierter Betriebsmittel besitzen die verschiedenen modernen Organisationsformen der Montage unterschiedlich hohe technische Niveaus der Automatisierung.

Die Höhe des technischen Niveaus wird, wie auch schon in der Teilefertigung, durch die technischen Organisationsprinzipien in die Bildung moderner Organisationsformen integriert. Im Rahmen der Fähigkeitenanalyse moderner Organisationsformen der Teilefertigung konnte kein signifikanter Einfluss der technischen Dimension auf deren Fähigkeiten nachgewiesen werden. Die Ausprägungen der Merkmale Menge identischer Teile, technologische Bearbeitungsfolge und Proportionalität der Zeitbedarfe zwischen Arbeitsplätzen fielen stets gleich aus, lediglich kleinere Abweichungen treten bei der Kontinuität und der Flexibilität auf. Es wird daher angenommen, dass die folgenden Grundaussagen auch für Montageprozesse zu erwarten sind:

<sup>93</sup> Vgl. PETERSEN (2005) - Montage, S. 152. Eine Beschreibung der Technikteilsysteme erfolgt in PETERSEN (2005) - Montage, S. 1152-1173.

- Gleiche Kombinationen von einem räumlichen und einem zeitlichen Organisationsprinzip bestimmen über deren Eigenschaften die Fähigkeiten zur Kontinuität und Flexibilität einer Organisationsform maßgeblich.
- Das technische Organisationsprinzip beeinflusst kaum die Fähigkeiten einer modernen Organisationsform gegenüber einer klassischen Organisationsform.
- Das Kontinuitätsniveau wird bei modernen Organisationsformen in der Regel höher ausfallen als das Kontinuitätsniveau der zugrunde liegenden klassischen Organisationsform.
- Das Flexibilitätsniveau moderner Organisationsformen wird üblicherweise höher sein als das Flexibilitätsniveau der zugrunde liegenden klassischen Organisationsform. Vergleichsweise wird jedoch der Anstieg geringer ausfallen als der Kontinuitätsanstieg.

Zusätzlich gibt es, gegenüber den Bezeichnungen klassischer Organisationsformen der Montage, keine eigenständigen Begriffe für moderne Organisationsformen<sup>94</sup>. Aufgrund der aufgeführten Gründe wird im weiteren Verlauf der Arbeit auf eine detaillierte Betrachtung der modernen Organisationsformen der Montage verzichtet. Wie auch schon in der Teilefertigung werden ebenfalls in der Montage keine Mischformen untersucht.

## **2.3 Organisation fertigungsnaher industrieller Dienstleistungsprozesse**

### **2.3.1 Vorbemerkungen**

Grundlegende Voraussetzung für die Realisierung von wertschöpfenden Fertigungshauptprozessen ist das Vorhandensein von fertigungsnahen industriellen Dienstleistungsprozessen. Sie sind an der Wertschöpfung des Unternehmens nicht direkt beteiligt, beeinflussen dennoch dessen Ergiebigkeit maßgeblich. Eine anforderungsgerechte Gestaltung dieser Prozesse sichert einerseits einen produktiven Fertigungsprozess, andererseits können Wettbewerbsvorteile gegenüber Mitwettbewerbern am Markt generiert werden.

---

<sup>94</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 448.

Der Begriff fertigungsnahe industrielle Dienstleistung kann über dessen Teilbegriffe näher charakterisiert werden:

- **Fertigungsnahe:** Dieses Adjektiv bringt die funktionale Wirkungsrichtung bzw. den hauptsächlichsten Einsatzbereich der Leistung zum Ausdruck, also dass sich ihre Anwendung überwiegend im Fertigungsprozess auswirkt (z. B. innerbetrieblicher Transport, Instandhaltung, Arbeitsplanung). Es ist weiterhin möglich einen Unterschied nach unmittelbar fertigungsnahe und mittelbar fertigungsnahe zu treffen:<sup>95</sup>
  - Unmittelbar fertigungsnahe sind solche Leistungen, die einen direkten Bezug zum Wertschöpfungsprozess aufweisen, wie beispielsweise der innerbetriebliche Transport. Diese unmittelbar fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen beeinflussen maßgeblich die Wertschöpfung und damit die Produktivität des Unternehmens.
  - Mittelbare fertigungsnahe Leistungen dienen zur Vor- oder Nachbereitung des Produktionsprozesses (z. B. Produktionsvorbereitung, Forschung und Entwicklung) und weisen keinen direkten Bezug zur Wertschöpfung auf.
- **Industriell:** Das zweite Adjektiv drückt aus, dass es sich um eine Leistung handelt, die in einem Industrieunternehmen erbracht wird.<sup>96</sup>
- **Dienstleistung:** Dieses Nomen beschreibt die Art der Leistung, also dass es sich um ein Leistungsversprechen handelt, das überwiegend durch dessen Immaterialität gekennzeichnet ist und für einen externen Faktor erbracht wird.<sup>97</sup>

Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen sind weiterhin hinsichtlich ihrer Wirkungsrichtung des beteiligten Produktionsfaktors – dispositiv oder elementar (objektbezogen) – unterteilbar:<sup>98</sup>

---

<sup>95</sup> Vgl. CORSTEN/ GÖSSINGER (2007) - Dienstleistungsmanagement, S. 34; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 88 f., WILDEMAN (2002) - Anlagenproduktivität, S. 131.

<sup>96</sup> Vgl. GARBE (1998) - Industrielle Dienstleistungen, S. 23; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 81; RÜER (2011) - Organisation Dienstleistungen, S. 17.

<sup>97</sup> Vgl. weiterführende Literatur zum Dienstleistungsbegriff CORSTEN/ GÖSSINGER (2007) - Dienstleistungsmanagement, S. 19-31; ENGELHARDT/ KLEINALTENKAMP et al. (1993) - Leistungsbündel, S. 400; FLIEß (2009) - Dienstleistungsmanagement, S. 10; GÖSSINGER (2005) - Dienstleistungen als Problemlösungen, S. 21-31; KILLINGER (1999) - Kernproduktbegleitende Dienstleistungen, S. 133; KLOSE (1999) - Dienstleistungsproduktion, S. 6.

<sup>98</sup> Vgl. CORSTEN/ GÖSSINGER (2007) - Dienstleistungsmanagement, S. 33; GÖSSINGER (2005) - Dienstleistungen als Problemlösungen, S. 160; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 86 f.

- **Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen dispositiver Produktionsfaktoren:**  
Sie sind das Resultat des dispositiven Faktors bei der Leitung, Planung, Organisation und Kontrolle (z. B. Produktionsorganisation, Produktionscontrolling, Beschaffungsmanagement).
- **Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen elementarer Produktionsfaktoren:**  
Sie weisen einen Wirkungszusammenhang zu den Elementarfaktoren Arbeitskraft, Betriebsmittel und Werkstoff auf, wie beispielsweise die Weiterbildung von Mitarbeitern, die Instandhaltung oder die innerbetriebliche Lagerung.

CORSTEN und GÖSSINGER stellen fest, dass es aufgrund der Vielzahl an Systematisierungsansätzen zum Thema Dienstleistung häufig zu Überschneidungen kommt<sup>99</sup>. Beispielsweise weisen die Aufgaben des Beschaffungsmanagement einen dispositiven Charakter auf, fokussieren jedoch gleichzeitig auf den Elementarfaktor Werkstoff als Beschaffungsobjekt.

Abb. 2-22 fasst die beschriebenen Aussagen zu den Sichtweisen der fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen zusammen und gibt weitere Beispiele.

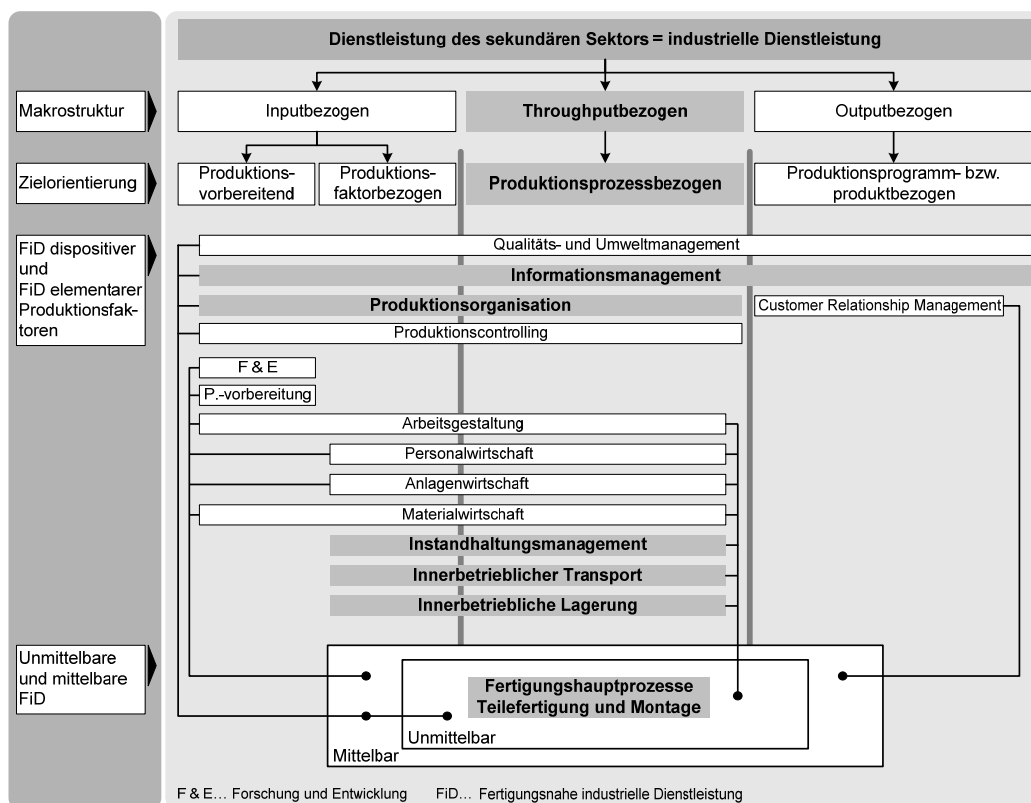


Abb. 2-22: *Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen*<sup>100</sup>

<sup>99</sup> Vgl. CORSTEN/ GÖSSINGER (2007) - Dienstleistungsmanagement, S. 34; GÖSSINGER (2005) - Dienstleistungen als Problemlösungen, S. 21-31.

<sup>100</sup> I. A. a. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 90.



Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen sind an Fertigungshauptprozesse gekoppelt, um diese bestmöglich zu unterstützen. Aufgrund dieser Kopplung müssen für eine anforderungsgerechte Gestaltung der Fertigung nicht nur die Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage wirtschaftlich organisiert sein, sondern auch beispielsweise die sie ver- und entsorgenden Prozesse der Produktionslogistik, bestehend aus innerbetrieblichem Transport und innerbetrieblicher Lagerung sowie des Informationsmanagement und der Instandhaltung (u. a.). Für die Ergiebigkeit von integrierten Produktionssystemen ist insbesondere die Synchronisation von Material- und Informationsflüssen von immenser Bedeutung, weshalb der Fokus im weiteren Verlauf der Arbeit auf die vier genannten fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen gerichtet ist.

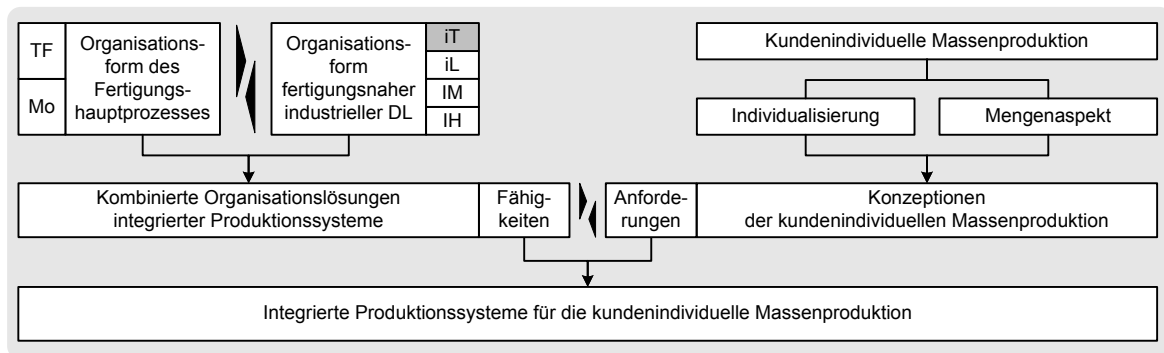
Der innerbetriebliche Transport und die innerbetriebliche Lagerung sind produktionsprozessbezogene fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen, die auf die Bewegung und die Bevorratung von Arbeits- bzw. Montageobjekten im Fertigungsprozess fokussieren.<sup>101</sup> Sie zählen beide zu den unmittelbaren fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen. Das Instandhaltungsmanagement wirkt sich ebenfalls direkt auf den Fertigungshauptprozess aus und richtet sich vor allem auf den Potenzialfaktor Betriebsmittel. Das Informationsmanagement ist eine makrostrukturübergreifende fertigungsnahe industrielle Dienstleistung, deren Wirkung sowohl im Input, im Throughput und im Output ausfällt als auch alle drei Elementarfaktoren tangiert.

Aufgrund der zentralen Bedeutung des innerbetrieblichen Transports, der innerbetrieblichen Lagerung und des Instandhaltungsmanagement für den Fertigungshauptprozess sowie des übergeordneten Informationsmanagement werden diese fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen eingehender betrachtet. Sie werden auf mögliche passgerechte Verknüpfungen mit wertschöpfenden Einheiten zu integrierten Produktionssystemen untersucht.

---

<sup>101</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 88.

### 2.3.2 Organisation des innerbetrieblichen Transports



Kapitel 2.3.2: Innerbetrieblicher Transport

Neben der Beschaffungs-, Distributions- und Entsorgungslogistik ist die Produktionslogistik ein Teilbereich der Unternehmenslogistik. Während die inputorientierte Beschaffungslogistik das Unternehmen mit betriebsfremden Gütern (z. B. Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffen, Ersatzteilen, Handelswaren) versorgt, fokussiert die outputorientierte Distributionslogistik auf die Verteilung gefertigter Güter (z. B. Fertigerzeugnisse, Ersatzteile) an die Abnehmer. Die Entsorgungslogistik beseitigt makrostrukturübergreifend unerwünschten Output (z. B. Abfallstoffe, Verschleißteile). Die throughputorientierte Produktionslogistik wird auch als innerbetriebliche Logistik bezeichnet. Sie realisiert den innerbetrieblichen Güterfluss während der betrieblichen Leistungserstellung. Die Schnittstelle zur Beschaffungslogistik ist das Wareneingangslager, zur Distributionslogistik ist es das Warenausgangslager. Hauptaufgabe der Produktionslogistik ist die räumliche und zeitliche Transformation der Arbeits- bzw. Montageobjekte, vornehmlich von fertigen und unfertigen Erzeugnissen. Die räumliche Transformation wird durch den innerbetrieblichen Transport durchgeführt, die zeitliche Transformation ist Aufgabe der innerbetrieblichen Lagerung.<sup>102</sup> In der Abb. 2-23 werden die genannten Zusammenhänge grafisch aufgezeigt.

<sup>102</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 18-20.

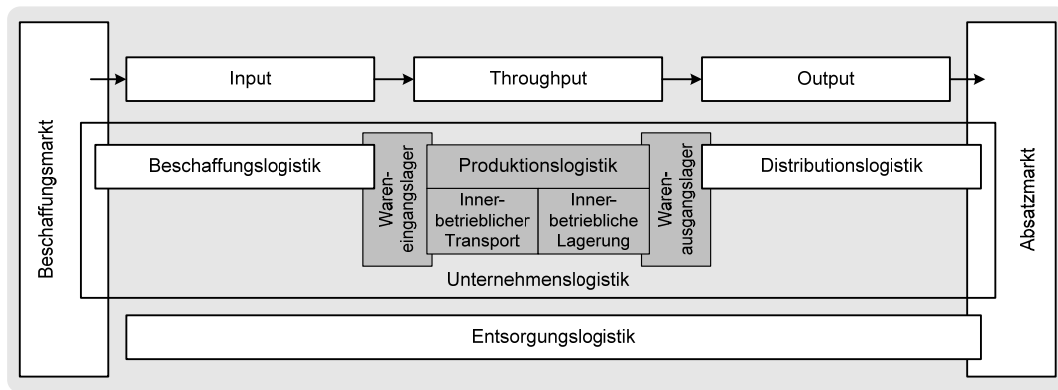


Abb. 2-23: Einordnung der Produktionslogistik<sup>103</sup>

DREWS analysiert die durchführbaren organisatorischen Gestaltungsvarianten von innerbetrieblichem Transport und innerbetrieblicher Lagerung. Er bestimmt die unterschiedlichen Möglichkeiten des Zusammenwirkens der Elementarfaktoren (Arbeitskraft, Betriebsmittel, Werkstoff) und leitet daraus zielgerichtete und wirtschaftlich sinnvolle Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports und der innerbetrieblichen Lagerung ab.<sup>104</sup> Nachfolgend werden die Fähigkeiten dieser Organisationsformen nacheinander untersucht.

### 2.3.2.1 Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports

Die Bildung der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports basieren wie auch bei den Fertigungshauptprozessen auf räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien.

Die drei zeitlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports verdeutlichen die Art der Weitergabe von Transportobjekten, demnach die räumliche Transformation von Arbeits- bzw. Montageobjekten im Produktionsprozess. Sie entsprechen denen in der Teilefertigung – Reihenverlauf, kombinierter Verlauf und Parallelverlauf. Bedingt durch die Arbeitsteilung in den Fertigungshauptprozessen wird der physische Transport zwischen vor- und nachgelagerten Bearbeitungsstationen notwendig. Aufgrund dieser engen Kopplung bilden die Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports die di-

<sup>103</sup> Nach DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 18.

<sup>104</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik.

rekte Schnittstelle zwischen den Fertigungshauptprozessen und den fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen.<sup>105</sup>

Eine ausführliche Beschreibung der drei zeitlichen Organisationsprinzipien soll an dieser Stelle nicht vorgenommen werden. Es wird auf die Ausführungen im Rahmen der Teilefertigung verwiesen (vgl. Abschnitt 2.2.1.1, S. 18).

Die räumlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports kennzeichnen eine mögliche Transportflussrichtung (richtungsorientiert oder nicht richtungsorientiert), die auf die Gestaltung der Transportanlaufpunkte (feste oder variierende Anlaufpunkte) und ihrer Transportanlaufreihenfolge (gleiche oder variierende Anlaufreihenfolge) abzielt<sup>106</sup>. Auf der gruppenweisen Verbindung dieser drei Determinanten basieren die vier räumlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports:<sup>107</sup>

- Ungerichtetes Transportprinzip: Anlaufpunkte und Anlaufreihenfolge der Transporte sind variierend und es ist keine feste Richtungsorientierung vorgegeben.
- Richtungsvariables Transportprinzip: Feste Anlaufpunkte sind in variierender Anlaufreihenfolge zu bedienen. Eine Richtungsorientierung liegt nicht vor.
- Gerichtetes Transportprinzip: Richtungsorientiert sind feste Anlaufpunkte anzulaufen. Die Anlaufreihenfolge kann dabei variieren.
- Verkettetes Transportprinzip: Transporte sind richtungsorientiert an festen Anlaufpunkten und in fester Anlaufreihenfolge zu realisieren.

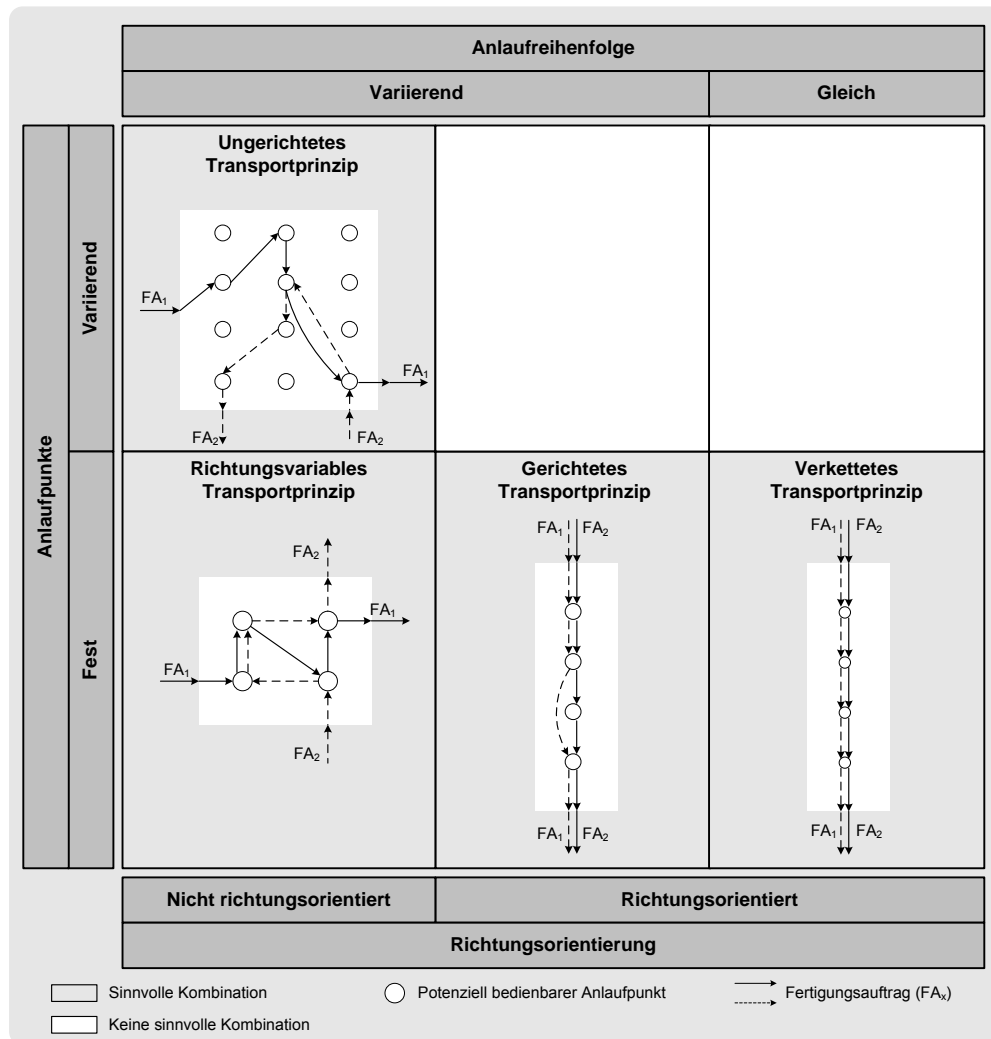
Die Abb. 2-24 verdeutlicht die Kombinationsvarianten zwischen Anlaufreihenfolge, Anlaufpunkten und Richtungsorientierung. Sie skizziert die grundsätzlichen Layouts der räumlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports.

---

<sup>105</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 67.

<sup>106</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 61.

<sup>107</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 61-67.



### 2.3.2.2 Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports

Auch die Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports basieren auf dem eingeführten Bildungsansatz: ein räumliches Organisationsprinzip kombiniert mit einem zeitlichen Organisationsprinzip bildet eine Organisationsform des innerbetrieblichen Transports<sup>109</sup>. Von den zwölf theoretischen Kombinationsmöglichkeiten (vier räumliche kombiniert mit drei zeitlichen Organisationsprinzipien) sind acht Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports nicht nur praktikabel, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll.

<sup>108</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 62-66.

<sup>109</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 73.

Diese sind (vgl. Abb. 2-25):<sup>110</sup>

- Ungerichteter Lostransport
- Richtungsvariabler Lostransport
- Ungerichteter Teillostransport
- Richtungsvariabler Teillostransport
- Gerichteter Teillostransport
- Verketteter Teillostransport
- Gerichteter Einzelteiltransport
- Verketteter Einzelteiltransport

ROP <sub>IT</sub> \ ZOP <sub>IT</sub>	ZOP <sub>IT</sub>			
	Ungerichtetes Transportprinzip	Richtungsvariables Transportprinzip	Gerichtetes Transportprinzip	Verkettetes Transportprinzip
Reihenverlauf	Ungerichteter Lostransport (ULT)	Richtungsvariabler Lostransport (RLT)		
Kombinierter Verlauf	Ungerichteter Teillostransport (UTT)	Richtungsvariabler Teillostransport (RTT)	Gerichteter Teillostransport (GTT)	Verketteter Teillostransport (VTT)
Parallelverlauf			Gerichteter Einzelteiltransport (GET)	Verketteter Einzelteiltransport (VET)

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

☐ Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

ROP<sub>IT</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports

ZOP<sub>IT</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports

Abb. 2-25: Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports<sup>111</sup>

Alle Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports werden bei DREWS und NEBL detailliert dargestellt<sup>112</sup>. Die räumlich-zeitlichen Kombinationsvarianten der acht praktikablen Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports beanspruchen unterschiedliche Rahmenbedingungen, die wiederum differenzierte Merkmalsausprägungen hervorrufen. Deren charakteristische Eigenschaften sind überblicksartig in Abb. 2-26 aufgeführt.

<sup>110</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 88 f.

<sup>111</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 89.

<sup>112</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 74-87; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 467-478.

Merkmale	Ungerichteter Lostransport (ULT)	Ungerichteter Teillostransport (UTT)	Richtungsvariabler Lostransport (RLT)	Richtungsvariabler Teillostransport (RTT)
Räumliches Organisationsprinzip	Ungerichtetes Transportprinzip	Ungerichtetes Transportprinzip	Richtungsvariables Transportprinzip	Richtungsvariables Transportprinzip
Zeitliches Organisationsprinzip	Reihenverlauf	Kombinierter Verlauf	Reihenverlauf	Kombinierter Verlauf
Transportwegrichtung	Auftragsindividuell	Auftragsindividuell	Auftragsindividuell	Auftragsindividuell
Transportpunkte	Variierend	Variierend	Konstant	Konstant
Anlaufreihenfolge	Variierend	Variierend	Variierend	Variierend
Transparenz von Produktions- und Transportprozess	Schlecht	Schlecht	Mittel	Mittel
Dispositiver Aufwand	Hoch	Sehr hoch	Mittel	Mittel
Praktische Relevanz	Häufig vorhanden	Nicht unüblich	Häufig vorhanden	Nicht unüblich
Zyklusdauer	Lang	Kürzer als ULT	Kürzer als ULT	Kürzer als UTT
Merkmale	Gerichteter Teillostransport (GTT)	Gerichteter Einzelteiltransport (GET)	Verketteter Teillostransport (VTT)	Verketteter Einzelteiltransport (VET)
Räumliches Organisationsprinzip	Gerichtetes Transportprinzip	Gerichtetes Transportprinzip	Verkettetes Transportprinzip	Verkettetes Transportprinzip
Zeitliches Organisationsprinzip	Kombinierter Verlauf	Parallelverlauf	Kombinierter Verlauf	Parallelverlauf
Transportwegrichtung	Weitgehend identisch	Weitgehend identisch	Identisch	Identisch
Transportpunkte	Konstant	Konstant	Konstant	Konstant
Anlaufreihenfolge	Gleich mit Überspringen	Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen	Gleich ohne Überspringen
Transparenz von Produktions- und Transportprozess	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Dispositiver Aufwand	Gering	Gering	Gering	Gering
Praktische Relevanz	Häufig vorhanden	Nicht unüblich	Nicht unüblich	Häufig vorhanden
Zyklusdauer	Kurz	Kurz	Kurz	Kurz

Abb. 2-26: Charakteristik der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports<sup>113</sup>

Für die Bestimmung der Fähigkeiten der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports sind nicht alle in der Teilefertigung gewählten Merkmale zweckmäßig. Die Merkmale Flexibilität, Kontinuität und die zu bedienende technologische Bearbeitungs- bzw. Montagefolge bleiben erhalten. Hinzu kommen die Merkmale Länge der Transportwege, Transportmengen und Transportobjekt. Hinsichtlich dieser sechs Merkmale wird eine Einschätzung der Fähigkeiten von Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports vorgenommen (vgl. Abb. 2-27).

<sup>113</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 92; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 467-478.

Merkmale	Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports			
	Ungerichteter Lostransport	Ungerichteter Teillostransport	Richtungsvariabler Lostransport	Richtungsvariabler Teillostransport
Länge der Transportwege	Lang	Lang	Mittel bis kurz	Mittel bis kurz
Transportmengen	Variabel	Variabel	Variabel	Variabel
Zu bedienende technolog. Folge	Variierend	Gleich mit Überspringen	Variierend	Gleich mit Überspringen
Transportobjekt	Fertigungslos	Teillos	Fertigungslos	Teillos
Flexibilität	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Hoch bis mittel
Kontinuität	Sehr gering	Gering bis mittel	Gering	Mittel

Merkmale	Gerichteter Teillostransport	Gerichteter Einzelteiltransport	Verketteter Teillostransport	Verketteter Einzelteiltransport
Länge der Transportwege	Kurz	Kurz	Sehr kurz	Sehr kurz
Transportmengen	Bedingt variabel	Bedingt variabel	Unveränderlich	Unveränderlich
Zu bedienende technolog. Folge	Gleich mit Überspringen	Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen	Gleich ohne Überspringen
Art der Teileweitergabe	Teillos	Einzelteil	Teillos	Einzelteil
Flexibilität	Mittel	Gering	Mittel bis gering	Sehr gering
Kontinuität	Hoch bis mittel	Mittel bis hoch	Hoch	Sehr hoch

Abb. 2-27: Fähigkeiten der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports

Der ungerichtete Lostransport muss über lange Wege sehr viele potenzielle Anlaufpunkte in variierender Anlaufreihenfolge bedienen. Die zu transportierenden Mengen zwischen den Anlaufpunkten können stark schwanken. Die Weitergabe kompletter Fertigungslose und die variierenden technologischen Bearbeitungs- oder Montagefolgen verursachen sehr diskontinuierliche Transportprozesse. Gleichzeitig ermöglichen sie aber eine sehr hohe Flexibilität.

Beim richtungsvariablen Lostransport sind ähnliche Voraussetzungen vorzufinden, die in einer ebenfalls hohen Flexibilität und in einer geringen Kontinuität resultieren. Die etwas bessere Kontinuität ist durch die festen Anlaufpunkte zu erklären. Gegenüber dem ungerichteten Lostransport sind normalerweise die Anzahl potenziell bedienbarer Anlaufpunkte geringer und die Wege aufgrund einer engeren räumlichen Anordnung kürzer.

Der ungerichtete Teillostransport und der richtungsvariable Teillostransport weisen vergleichbare Merkmalsausprägungen auf. Beide Organisationsformen sind in der Lage, schwankende Mengen in Teillosen auf unterschiedlichen Pfaden zu transportieren. Ihre Verschiedenheit beruht wieder auf den Anlaufpunkten. Beim ungerichteten Teillostransport sind die Anlaufpunkte variierend, beim richtungsvariablen Teillostransport sind sie



fest. Die Kontinuität des richtungsvariablen Teillostransports ist demnach höher einzuschätzen als die Kontinuität des ungerichteten Teillostransports. Bei der Flexibilität ist es entgegengesetzt.

Beim gerichteten Teillostransport führen die häufigen, regelmäßigen und gerichteten Transporte zu beständigen Transportmengen. Insgesamt bestehen überwiegend homogene Transportbedarfe. Die kurzen Transportwege und die bedarfsgerechte Weitergabe von Teillosten ermöglichen ein hohes bis mittleres Niveau der Kontinuität. Eine mittlere Flexibilität ist vor allem durch das Überspringen von Bearbeitungsstationen erreichbar. Ganz ähnlich ist es beim gerichteten Einzelteiltransport, jedoch lässt die sofortige Weitergabe von Einzelteilen eine höhere Kontinuität und eine geringere Flexibilität zu.

Die höchste Kontinuität bei gleichzeitig sehr geringer Flexibilität ist mit dem verketteten Einzelteiltransport erzielbar. Die Einzelteilweitergabe, die sehr kurzen Wege, die immer gleiche Anlaufreihenfolge sowie die Bedienung fester Anlaufpunkte durch gerichtete Transportführungen lösen unveränderliche Transportmengen aus, die hoch kontinuierlich durch den Fertigungsprozess befördert werden können. Ein Überspringen ausgewählter Bearbeitungsstationen ist nicht möglich. Der verkettete Teillostransport setzt gleiche Voraussetzungen um, nur dass dessen Weitergabe auf Teillosten basiert. Eine etwas geringere Kontinuität und eine etwas höhere Flexibilität sind gegenüber dem verketteten Einzelteiltransport die Folge.

Bei der praktischen Umsetzung besitzen laut DREWS vier der acht Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports eine höhere Relevanz. Diese typischerweise in der Unternehmenspraxis vorzufindenden Organisationsformen bezeichnet er als originär. Sie besitzen gegenüber den anderen vier derivativen Organisationsformen das Einsatzprimat. Derivative Organisationsformen können bei besonderen betrieblichen Voraussetzungen und Zielstellungen zum Einsatz kommen.<sup>114</sup>

Die derivativen Organisationsformen ungerichteter Teillostransport, richtungsvariabler Teillostransport und gerichteter Einzelteiltransport verursachen aufgrund ihrer kontinuierlicheren Teileweitergabe kürzere Zyklusdauern und damit eine geringere Kapitalbin-

---

<sup>114</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 88 f.

derung als deren originäre Organisationsformen. Jedoch begrenzen beispielsweise erhöhte Planungs- und Steuerungsaufwände sowie eine geringere Transparenz der ablaufenden Prozesse deren praktische Umsetzung.<sup>115</sup> Der derivative verkettete Teillostransport birgt gegenüber dem originären verketteten Einzelteiltransport den Vorteil, dass Transportmittelkapazitäten besser ausgelastet sein können. Längere Zyklusdauern sind allerdings die Folge.<sup>116</sup>

In der Abb. 2-28 werden die originären mit den jeweiligen derivativen Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports aufgezeigt.

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">ROP<sub>IT</sub></div> <div style="display: inline-block; transform: rotate(45deg);">ZOP<sub>IT</sub></div>	Ungerichtetes Transportprinzip	Richtungsvariables Transportprinzip	Gerichtetes Transportprinzip	Verkettetes Transportprinzip
	Ungerichteter Lostransport (ULT)	Richtungsvariabler Lostransport (RLT)		
Reihenverlauf	↓	↓		
Kombinierter Verlauf	Ungerichteter Teillostransport (UTT)	Richtungsvariabler Teillostransport (RTT)	Gerichteter Teillostransport (GTT)	Verketteter Teillostransport (VTT)
Parallelverlauf			↓ Gerichteter Einzelteiltransport (GET)	↑ Verketteter Einzelteiltransport (VET)

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

☐ Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

ROP<sub>IT</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports

ZOP<sub>IT</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports

**Originäre Organisationsform**

Derivative Organisationsform

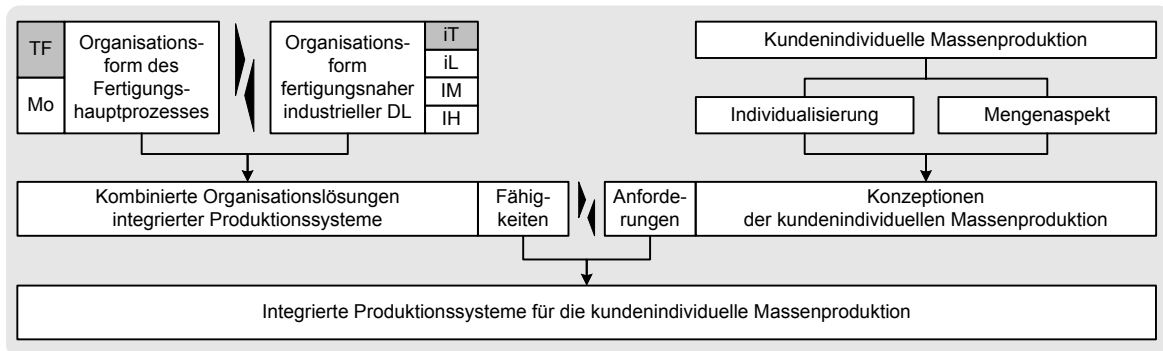
Abb. 2-28: Originäre und derivative Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports<sup>117</sup>

<sup>115</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 74-84.

<sup>116</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 86.

<sup>117</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 88 f.; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 479 f.

### 2.3.2.3 Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Teilefertigung



Kapitel 2.3.2.3: Teilefertigung und innerbetrieblicher Transport

Eine unbedingte Voraussetzung für die Gestaltung wirtschaftlicher Produktionsprozesse ist die passgerechte Verknüpfung einer Organisationsform des Fertigungshauptprozesses mit den sie unterstützenden Organisationsformen fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen. Welche Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports passgerecht in der Lage sind, die in den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung auftretenden Transportbedarfe zu befriedigen, analysiert DREWS<sup>118</sup>. Für die modernen Organisationsformen der Teilefertigung und für die Organisationsformen der Montage sind diese Untersuchungen noch anzustellen.

Die Interdependenzen, die DREWS zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports ableitet, sind in der folgenden Abb. 2-29 dargestellt. Die fett gedruckten originären Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports sollten den Vorrang gegenüber den derivativen Organisationsformen besitzen.

<sup>118</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 152-170.

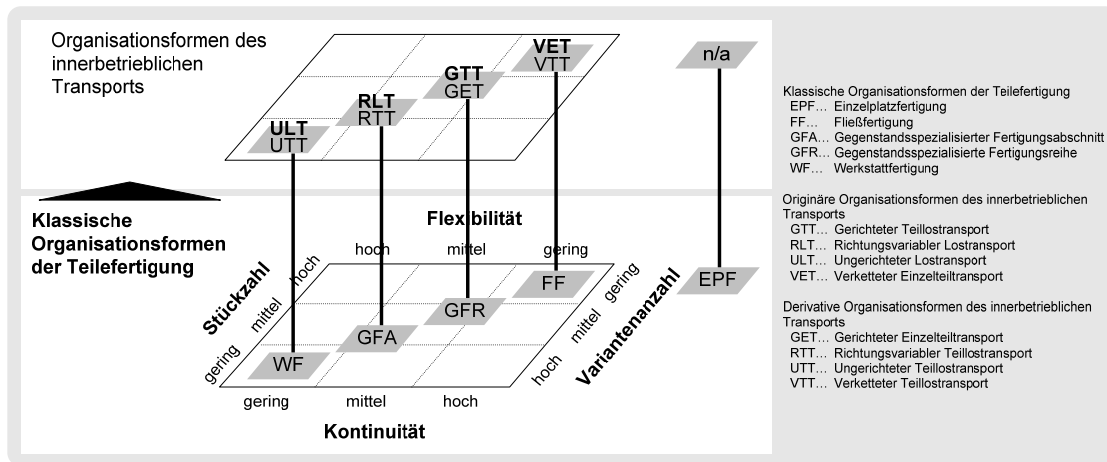


Abb. 2-29: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports<sup>119</sup>

DREWS konstatiert infolge seiner umfangreichen Untersuchung, dass der ungerichtete Lostransport (ULT) stark an die Werkstattfertigung (WF) gebunden ist. Wenn fertigungstechnisch bzw. organisatorisch das ganze Fertigungslos in mehrere Transportlose einteilbar ist, stellt auch der derivative, zyklusverkürzende ungerichtete Teillotransport (UTT) eine mögliche Organisationsvariante dar.<sup>120</sup>

Ähnliches bestätigt DREWS für den gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt (GFA). Der Unterschied zur Werkstattfertigung besteht in den durch das Transportsystem zu bedienenden Anlaufpunkten. Bei der Werkstattfertigung sind die Anlaufpunkte variierend, beim gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt sind sie dagegen in der Anzahl weniger, dafür allerdings fest definiert. Bei der Weitergabe kompletter Fertigungslose ist originär der richtungsvariable Lostransport (RLT) zu organisieren. Ist die Beförderung von Teilmengen in Transportlosen wirtschaftlicher, ist auch der derivative richtungsvariable Teillotransport (RTT) eine praktikable Variante.<sup>121</sup>

Die Richtungsorientierung bei der Anordnung der Betriebsmittel und der kombinierte Verlauf in der gegenstandsspezialisierten Fertigungsreihe (GFR) erfordern den gerichteten Teillotransport (GTT), also die Weitergabe von Transportobjekten auf Basis von Teillosten in Fertigungsflussrichtung. Ist transporttechnisch oder organisatorisch die Weitergabe

<sup>119</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 170.

<sup>120</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 165 f.

<sup>121</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 166 f.

von einzelnen Bauteilen zu realisieren, ist der derivative gerichtete Einzelteiltransport (GET) ebenfalls möglich.<sup>122</sup>

Die Fließfertigung (FF) bedingt durch den Parallelverlauf eine sofortige Teileweitergabe, wobei alle Bauteile alle Bearbeitungsstationen durchlaufen. Der verkettete Einzelteiltransport (VET) ist hierfür die geeignete originäre Organisationsform des innerbetrieblichen Transports – die Transporte finden in gleicher Reihenfolge, an festen Anlaufpunkten und in homogenen Transportmengen statt. Der derivative verkettete Teillostransport (VTT) stellt dann eine Gestaltungslösung dar, wenn fertigungstechnisch oder ablauforganisatorisch Teillose eingerichtet werden müssen.<sup>123</sup>

Bei der Einzelplatzfertigung (EPF) sind keine Transportprozesse zwischen den Arbeitsoperationen zu leisten, weshalb keine Organisationsform des innerbetrieblichen Transports bestimmt wird.<sup>124</sup>

Die aufgezeigten Wechselbeziehungen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports stellen normative Empfehlungen aufgrund sachlogischer Überlegungen dar. Eine Abweichung von den linearen Beziehungen ist prinzipiell möglich. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind dann ökonomische Verluste die Folge, beispielsweise in Form von längeren Unterbrechungszeiten und demnach längeren Durchlaufzeiten, die unter anderem höhere Kosten bewirken. Im Einzelfall ist kritisch zu prüfen, ob ein zu erzeugendes Produktionsprogramm aufgrund von technischen oder organisatorischen Gegebenheiten des Unternehmens eine untypische Kombination erfordern könnte.

Die Ausführungen von DREWS basieren auf zwei Feststellungen. Zum einen bestehen starke Interdependenzen zwischen den räumlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und den räumlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports – die räumliche Anordnung von Arbeitsplätzen bestimmt maßgeblich die Gestaltung der ver- und entsorgenden Transportprozesse. Zum anderen weist er beherrschende Wechselbeziehungen zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und denen

---

<sup>122</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 167 f.

<sup>123</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 168 f.

<sup>124</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 169.

des innerbetrieblichen Transports nach – die Art der Teileweitergabe im Fertigungshauptprozess determiniert wesentlich die organisatorische Ausgestaltung des innerbetrieblichen Transports.<sup>125</sup>

Aufgrund dieser beiden Erkenntnisse und der Bildungsweise moderner Organisationsformen der Teilefertigung kann geschlussfolgert werden, dass die festgestellten kausalen Zusammenhänge auch zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports bestehen. Diese organisatorischen Interdependenzen zeigt Abb. 2-30 auf. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird in dieser Abbildung auf die Darstellung des technischen Organisationsprinzips der Teilefertigung – die technische Ausgestaltung der Technikteilsysteme – verzichtet.

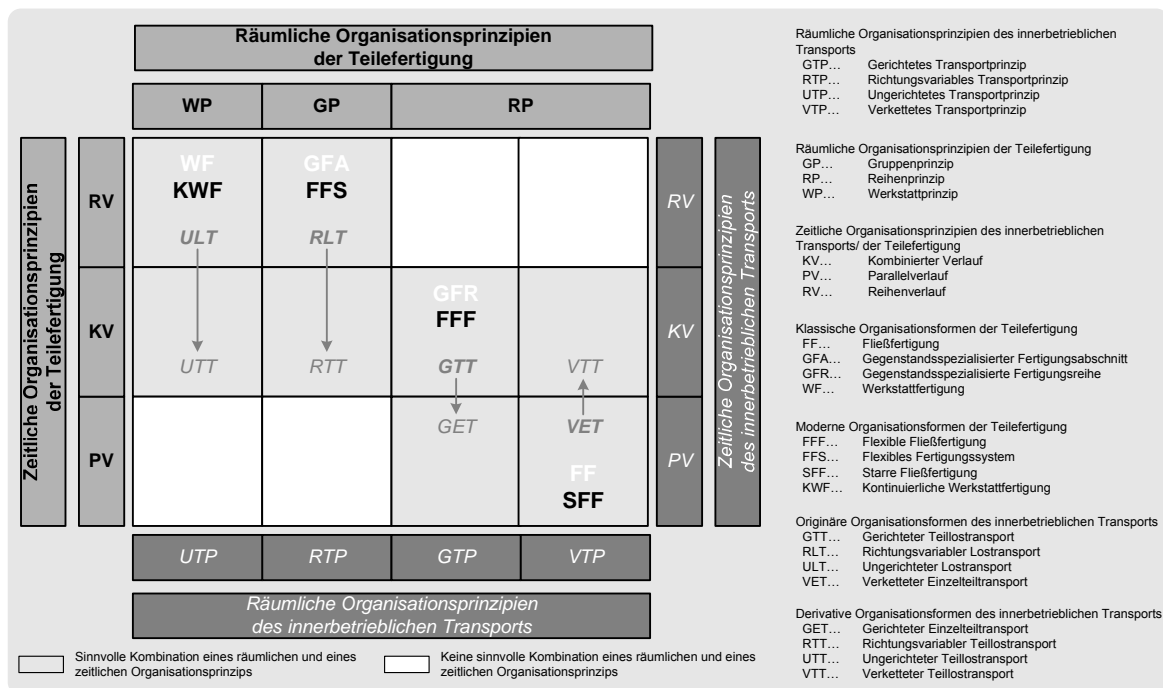


Abb. 2-30: Interdependenzen zwischen Teilefertigung und innerbetrieblichem Transport<sup>126</sup>

Der kontinuierlichen Werkstattfertigung (KWF) liegt die klassische Werkstattfertigung (WF) zugrunde und demgemäß ist der ungerichtete Lostransport (ULT) die originäre Organisationsform des innerbetrieblichen Transports. Kann das Fertigungslos in mehrere Teillose aufgeteilt werden, erfolgt die Teileweitergabe im kombinierten Verlauf des innerbetrieblichen Transports. Der ungerichtete Teillostransport (UTT) ist dann realisierbar.

<sup>125</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 157, 164.

<sup>126</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 170.

Eine kürzere Zyklusdauer und eine höhere Kontinuität sind aufgrund geringerer Warte- und Stillstandszeiten die Folge.

Die Kombination des Gruppenprinzips mit dem Reihenverlauf ist die Basis für den gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt (GFA) und für das flexible Fertigungssystem (FFS). Bestmöglich erfüllt der richtungsvariable Lostransport (RLT) die Anforderungen, die aus der Weitergabe ganzer Fertigungslose und der gruppenorientierten Anordnung der Bearbeitungsstationen entstehen. Durch die mögliche Weitergabe von Teillosten mit Hilfe des kombinierten Verlaufs des innerbetrieblichen Transports kann der richtungsvariable Teillostransport (RTT) organisiert werden. Hier sind ebenfalls kürzere Durchlaufzeiten und höhere Kontinuitäten generierbar.

Die gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR) und die flexible Fließfertigung (FFF) erfordern aufgrund der Richtungsorientierung, der Weitergabe von Teilmengen und der gleichen technologischen Bearbeitungsfolge mit Überspringen, einen gerichteten Teillostransport (GTT). Ein höheres Kontinuitätsniveau ist bei diesen Organisationsformen der Teilefertigung erreichbar, wenn der Parallelverlauf des innerbetrieblichen Transports und damit der gerichtete Einzelteiltransport (GET) gestaltet werden kann. Es können dann aber kostenverursachende Unterbrechungszeiten bei Arbeitskräften und Betriebsmitteln entstehen. Die Transporthäufigkeit nimmt zu.

Charakteristisch für die Fließfertigung (FF) und für die darauf aufbauende starre Fließfertigung (SFF) sind die Richtungsorientierung und die sofortige Weitergabe des Bauteils nach Beendigung der Verrichtung an einem Arbeitsplatz. Diesem hohen Maß an Kontinuität kann durch den verketteten Einzelteiltransport (VET) entsprochen werden. Sind aus ökonomischen Gründen, beispielsweise die Steigerung der Auslastung der Transportmittel, oder aufgrund organisatorischer Aspekte die starre Verkettung der Arbeitsplätze nicht durchsetzbar, stellt der verkettete Teillostransport (VTT) eine probate Organisationsform des innerbetrieblichen Transports dar. Der kombinierte Verlauf des innerbetrieblichen Transports kommt dann zur Anwendung. Eine verbesserte Flexibilität steht dann aber einer schlechteren Kontinuität und einer längeren Zyklusdauer gegenüber.

Das in der obigen Abbildung nicht dargestellte Bearbeitungszentrum basiert auf der Einzelplatzfertigung. Die angestrebte Komplettbearbeitung der Bauteile macht keine organisationsforminternen Transportprozesse erforderlich.

Die analysierten Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports sind in der folgenden Abb. 2-31 aufgezeigt. Die fett gedruckten originären Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports sollten den Vorrang gegenüber den derivativen Organisationsformen besitzen.

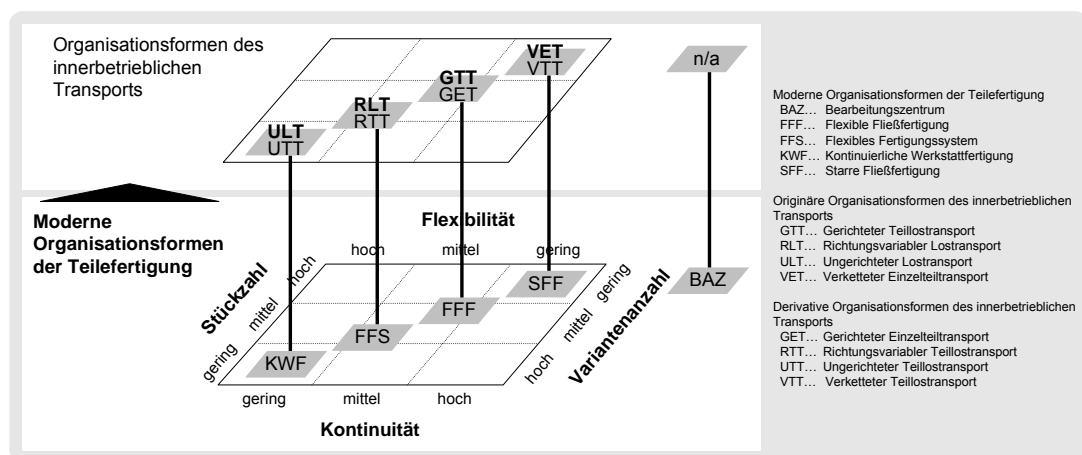
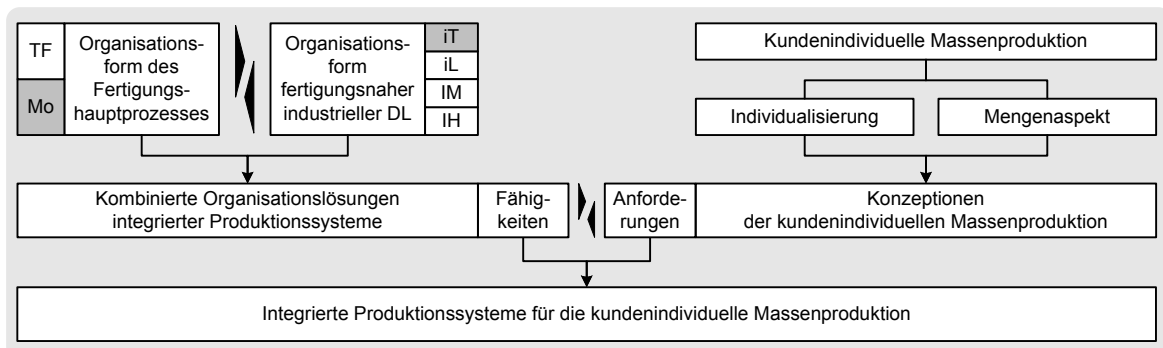


Abb. 2-31: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports

#### 2.3.2.4 Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Montage



Kapitel 2.3.2.4: Montage und innerbetrieblicher Transport

Durch die grundlegende räumliche und zeitliche Strukturierung der Organisationsformen der Montage und der des innerbetrieblichen Transports liegt die Vermutung nahe, dass



auch zwischen ihnen Wechselbeziehungen bestehen, die die Ergiebigkeit des Montageprozesses maßgeblich beeinflussen. Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports wurden bisher noch nicht untersucht. Aus der Analyse wechselseitiger Abhängigkeiten zwischen den jeweiligen räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien können potenzielle Interdependenzen zwischen den betrachteten Organisationsformen abgeleitet werden. Diese Analyse folgt der Vorgehensweise, die DREWS im Rahmen der Teilefertigung anwendet<sup>127</sup>:

- (1) Interdependenzen zwischen den räumlichen Organisationsprinzipien
- (2) Interdependenzen zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien
- (3) Interdependenzen zwischen den Organisationsformen

Mit Hilfe dieser drei Schritte können passgerechte Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Organisationsformen der Montage bestimmt werden.

### **(1) Interdependenzen räumlicher Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports**

Das räumliche Organisationsprinzip bestimmt die Art und Weise der Anordnung der Betriebsmittel. Zusammen mit der technologischen Fügefolge kennzeichnet es auch den Pfad, auf dem das Montageobjekt durch den Montageprozess geführt wird. Die vier räumlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports (vgl. Abschnitt 2.3.2.1, S. 53) sind mit deren Gestaltungsparametern an den Rahmenbedingungen der fünf räumlichen Organisationsprinzipien der Montage (vgl. Abschnitt 2.2.2.1, S. 36) zu spiegeln.

Aufgrund derselben räumlichen Organisationsprinzipien von Montage und Teilefertigung ist es sehr wahrscheinlich, dass die festgestellten Interdependenzen zwischen der Teilefertigung und des innerbetrieblichen Transports auch bei der Montage zutreffen. Abb. 2-32 stellt dar und bewertet, welches Organisationsprinzip des innerbetrieblichen Transports tendenziell in der Lage ist, die Transportbedarfe der Organisationsprinzipien der Montage passgerecht umzusetzen. Geeignet ist eine Transportlösung dann, wenn deren Fähigkeiten die Anforderungen eines Organisationsprinzips der Montage überwiegend er-

---

<sup>127</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 152-169.

füllen. Bei teilweiser Übereinstimmung ist eine Organisationslösung unter spezifischen Bedingungen denkbar. Auf die Darstellung des Einzelplatzprinzips wird verzichtet, weil dort typischerweise keine Transportbedarfe entstehen.

Merkmale $ROP_{Mo}$ / $ROP_{IT}$	$ROP_{Mo}$			
	Werkstattprinzip	Gruppenprinzip	Reihenprinzip	
Richtungsorientierung (mit – ohne)	● ● ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ● ●	
Anlaufpunkte (variierend – fest)	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	
Anlaufreihenfolge (variierend – gleich)	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ●	
Kontinuität (hoch – mittel – gering)	● ● ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ● ●	
Flexibilität (hoch – mittel – gering)	● ● ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ● ●	
Gesamtbewertung zur Eignung	● ● ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ● ●	

UTP	RTP	GTP	VTP	$ROP_{IT}$ ... Räumliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports GTP... Gerichtetes Transportprinzip RTP... Richtungsvariables Transportprinzip UTP... Ungerichtetes Transportprinzip VTP... Verkettetes Transportprinzip	● Anforderungen erfüllt ◐ Anforderungen teilweise erfüllt ○ Anforderungen nicht erfüllt
-----	-----	-----	-----	---	---

$ROP_{Mo}$ ... Räumliche Organisationsprinzipien der Montage

Abb. 2-32: Interdependenzen zwischen räumlichen Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports<sup>128</sup>

Die Rahmenbedingungen des Werkstattprinzips können prinzipiell durch ungerichtete Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports erfüllt werden. Insbesondere das hoch flexible ungerichtete Transportprinzip (UTP) kann die häufig wechselnden und heterogenen Ansprüche bedienen. Das richtungsvariable Transportprinzip (RTP) kann ebenfalls eingesetzt werden, wenn eine Entwicklungstendenz zu stetigen Anlaufpunkten erkennbar ist.

Auch das Gruppenprinzip erfordert flexible Transportorganisationslösungen auf Basis einer nicht-richtungsorientierten Strukturierung. Durch die definierte Anzahl der Anlaufpunkte und deren räumliche Nähe entspricht das richtungsvariable Transportprinzip (RTP) am besten den Ansprüchen des Gruppenprinzips. Das ungerichtete Transportprinzip (UTP) ist dann eine Gestaltungsoption, wenn die Anlaufpunkte des Transportsystems größtenteils nicht mit den auftragsspezifischen Pfaden der Fertigungsaufträge übereinstimmen<sup>129</sup>.

<sup>128</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 153-158.

<sup>129</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 64.

Die vorwiegend homogenen Transportbedarfe des Reihenprinzips können durch die beiden richtungsorientierten Organisationsprinzipien gerichtetes Transportprinzip (GTP) und verkettetes Transportprinzip (VTP) bedient werden. Durch die variierende Anlaufreihenfolge kann das gerichtete Transportprinzip (GTP) flexibler auf veränderte Transportbedingungen reagieren. Das Überspringen ausgewählter Montagestationen ist auftragsindividuell möglich. Die Anlaufpunkte sind nach einer gleichen technologischen Montagefolge für alle Fertigungsaufträge ausgerichtet und fest definiert. Das verkettete Transportprinzip (VTP) verspricht die höchste Kontinuität, da alle Montagestationen von allen Fertigungsaufträgen durchlaufen werden müssen, was eine starre Verkettung der einzelnen Stationen zulässt.

Wie auch schon in der Teilefertigung ist zu konstatieren, dass starke Interdependenzen zwischen den räumlichen Organisationsprinzipien der Montage und den räumlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports bestehen. Das räumliche Grundlayout eines Montagesystems bestimmt entscheidend die organisatorische Gestaltung entsprechender innerbetrieblicher Transportprozesse.

## **(2) Interdependenzen zeitlicher Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports**

Im Fertigungshauptprozess Montage orientiert sich der innerbetriebliche Transport an den Erfordernissen der wertschöpfenden Montagetätigkeiten. Durch den arbeitsteiligen Prozess entstehen ver- und entsorgende Transportbedarfe an den Kapazitätseinheiten, die der innerbetriebliche Transport ökonomisch befriedigen muss. Bezüglich der zeitlichen Strukturierung fokussiert diese Zielstellung auf einen möglichst unterbrechungsfreien Montageprozess. Ein Mindestmaß an Transportzeiten ist anzustreben.

Die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage orientieren sich neben der Art der Teileweitergabe auch am instationären Faktor, der durch den Produktionsprozess bewegt wird (Montageobjekt) oder sich selbst bewegt (Arbeitskraft gemeinsam mit notwendigen Betriebsmitteln). Demnach sind sieben zeitliche Organisationsprinzipien der Montage feststellbar (vgl. Abschnitt 2.2.2.1, S. 36). Diese Vielzahl kann aus mehreren Gründen reduziert werden. Physisch sind vor allem Montageobjekte räumlich zu transformieren, sie sind instationär. Verhält sich allein das Montageobjekt stationär, ist die Transportorganisation von Potenzialfaktoren nicht notwendig, da gegebenenfalls die Arbeitskraft die

notwendigen Betriebsmittel mit sich führt<sup>130</sup>. Beim Prinzip ohne Ortsveränderung entstehen keine Transportbedarfe.

Aufgrund dieser Überlegungen kann die Anzahl relevanter zeitlicher Organisationsprinzipien der Montage auf die folgenden vier verringert werden:

- Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten
- Kombiniertes Verlaufsprinzip mit instationären Montageobjekten
- Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten
- Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren

Die Interdependenzen zwischen den vier zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und den drei zeitlichen Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports (vgl. Abschnitt 2.3.2.1, S. 53) gilt es nachfolgend zu analysieren.

In der Abb. 2-33 wird eine Gegenüberstellung der Rahmenbedingungen zeitlicher Organisationsprinzipien der Montage mit den zeitlichen Gestaltungsparametern des innerbetrieblichen Transports vorgenommen. Die Gesamtbewertung zur Eignung stellt stark interdependente Beziehungen zwischen den untersuchten Organisationsprinzipien heraus.

Merkmale ZOP <sub>IT</sub>	ZOP <sub>MO</sub>			
	Reihenverlauf mit instationären MO	Kombinierter Verlauf mit instationären MO	Parallelverlauf mit instationären MO	Parallelverlauf mit instationären EF
Transportobjekt (Fertigungslos – Teillos – Einzelteil)				
Transporthäufigkeit (einmal – mehrmals – n <sub>i</sub> -mal)				
Transportmengen (heterogen – homogen)				
Kontinuität (hoch – mittel – gering)				
Flexibilität (hoch – mittel – gering)				
<b>Gesamtbewertung zur Eignung</b>				

RV

KV

PV

EF... Elementarfaktoren

ZOP<sub>IT</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien

● Anforderungen erfüllt

MO... Montageobjekte

KV... Kombiniertes Verlaufsprinzip

◐ Anforderungen teilweise erfüllt

ROP<sub>MO</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der Montage

PV... Parallelverlauf

○ Anforderungen nicht erfüllt

RV... Reihenverlauf

Abb. 2-33: Interdependenzen zwischen zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports<sup>131</sup>

<sup>130</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 424.

<sup>131</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 158-164.

Die gleichen Begriffsbezeichnungen bei den zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und des innerbetrieblichen Transports deuten wechselseitige Abhängigkeiten an.

Der Reihenverlauf (RV) des innerbetrieblichen Transports korrespondiert mit dem Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten ( $RV_{iMO}$ ). Lange Liegezeiten sind hier unvermeidlich. Diese könnten aus transporttechnischer Sicht durch den kombinierten Verlauf (KV) reduziert werden. Eine kürzere Zyklusdauer und kürzere Durchlaufzeiten würden dann die Kontinuität des Montageprozesses verbessern. Aufgrund der ansteigenden Transporthäufigkeit und der zunehmenden Unübersichtlichkeit ist allerdings mit einem höheren Planungs- und Steuerungsaufwand zu rechnen.

Die Rahmenbedingungen des Parallelverlaufs mit instationären Montageobjekten ( $PV_{iMO}$ ) können durch den Parallelverlauf (PV) des innerbetrieblichen Transports vollständig erfüllt werden. Aus technisch-technologischen oder organisatorischen Überlegungen ist ebenfalls der kombinierte Verlauf (KV) des innerbetrieblichen Transports realisierbar. Eine schlechtere Kontinuität und längere Zyklusdauern sind dann die Folge. Der Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren ( $PV_{iEF}$ ) ist hinsichtlich der Transportbedarfe grundsätzlich ähnlich organisierbar. In diesem Fall ist die Bewegung der Potenzialfaktoren an die Bewegung der Montageobjekte anzupassen. Die Wechselbeziehungen zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien werden davon nicht beeinflusst.

Die Ansprüche des kombinierten Verlaufs mit instationären Montageobjekten ( $KV_{iMO}$ ) kann am besten durch den kombinierten Verlauf (KV) des innerbetrieblichen Transports erfüllt werden. Auch der Parallelverlauf (PV) ist unter den Zielstellungen Verbesserung der Kontinuität und Verkürzung der Zyklusdauern eine denkbare Gestaltungslösung. Steigende Transporthäufigkeiten und mögliche Leerkapazitäten bei den Transportmitteln sind gegeneinander abzuwägen. Im Gegensatz zu den Ergebnissen<sup>132</sup> von DREWS wird hier festgestellt, dass der Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports (RV) keine alternative Organisationslösung ist. Es ist technisch nicht möglich einen innerbetrieblichen Transport von Arbeitsobjekten zu organisieren, der auf der Weitergabe ganzer Fertigungslose basiert, wenn sich der zu unterstützende Fertigungshauptprozess am kombinierten Verlauf orientiert.

---

<sup>132</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 163.

### **(3) Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports**

Nachgewiesen werden konnten jeweils Wechselbeziehungen zwischen den räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und denen des innerbetrieblichen Transports. Diesen Erkenntnissen folgend, sind auch Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und des innerbetrieblichen Transports ableitbar.

Im oberen und mittleren Bereich der folgenden Abb. 2-34 werden die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den Organisationsprinzipien der Montage und den Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transports verdeutlicht. Dargestellt sind jeweils die räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien, die eine transportspezifische Relevanz besitzen. Auf Basis dieser festgestellten Abhängigkeiten werden im unteren Bereich der Abbildung die passgerechten Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die jeweiligen Organisationsformen der Montage abgeleitet.

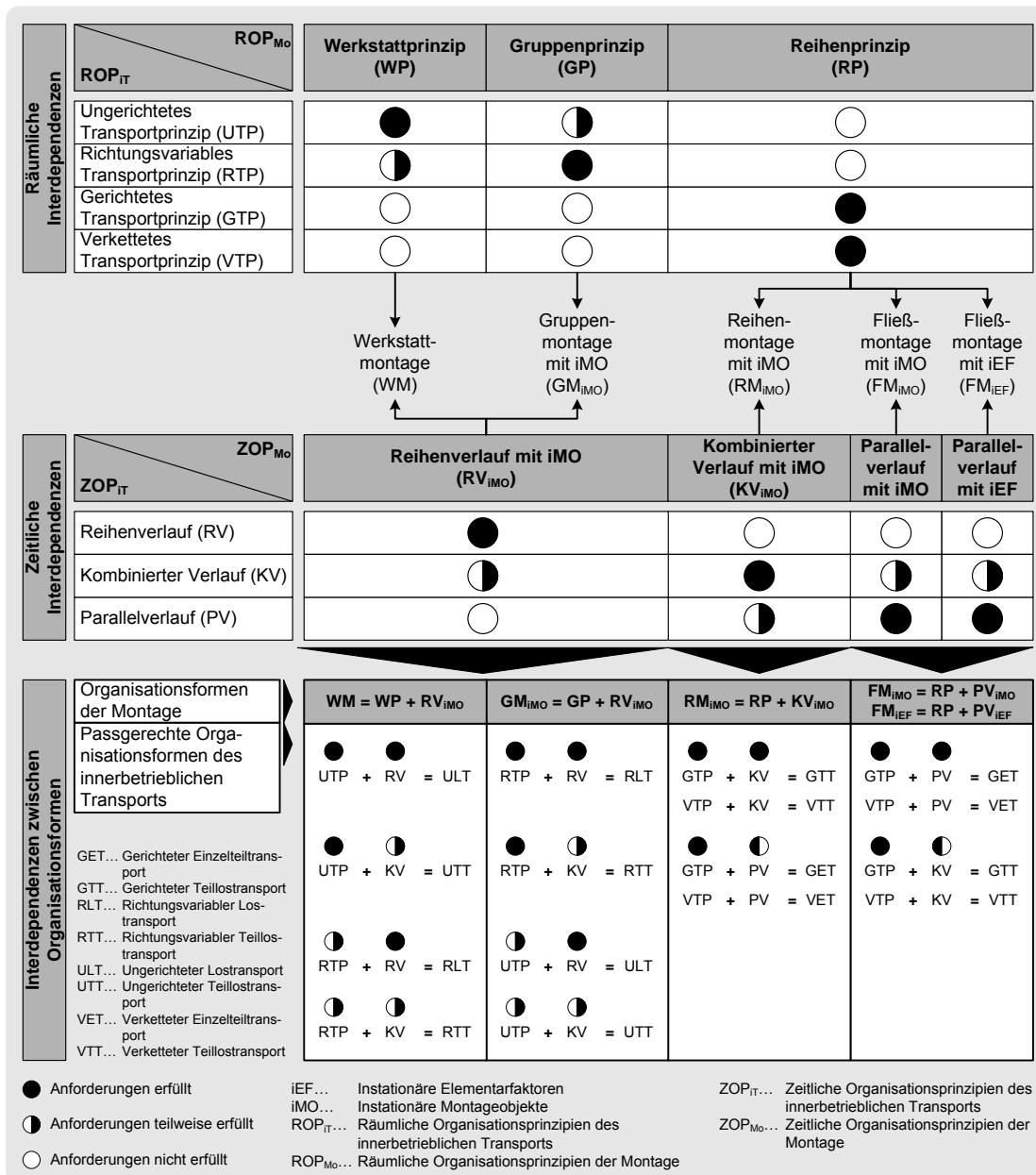


Abb. 2-34: Ableitung passgerechter Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Organisationsformen der Montage

Die Werkstattmontage (WM) wird durch die Kombination des Werkstattprinzips und dem Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten gebildet. Das Werkstattprinzip korrespondiert vollständig mit dem ungerichteten Transportprinzip, der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten mit dem Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports. Das ungerichtete Transportprinzip und der Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports bilden den ungerichteten Lostransport (ULT) als passgerechte originäre Organisationsform des innerbetrieblichen Transports für die Werkstattmontage. Die derivative Organisationsform dazu ist der ungerichtete Teillostransport (UTT). Er erfüllt die gestellten An-

sprüche teilweise und könnte dann realisiert werden, wenn durch Aufsplittung der Fertigungslose der kombinierte Verlauf des innerbetrieblichen Transports praktikabel ist.

Wenn feststellbar ist, dass innerhalb einer Werkstattmontage eine überschaubare Anzahl fester Anlaufpunkte existiert, werden deren Ansprüche auch durch das richtungsvariable Transportprinzip zum Teil erfüllt. In Kombination mit dem Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports ist dann auch der originäre richtungsvariable Lostransport (RLT) realisierbar. Dessen derivative Organisationsform ist der richtungsvariable Teillostransport (RTT), wenn eine Transportlossplittung sinnvoll ist.

Eine starke Interdependenz besteht zwischen der Werkstattmontage (WM) und dem ungerichteten Lostransport (ULT). Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Werkstattmontage (WM) und dem richtungsvariablen Lostransport (RLT) sowie mit dem ungerichteten Teillostransport (UTT).

Durch die Kombination des Reihenverlaufs mit instationären Montageobjekten mit dem Gruppenprinzip wird die Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ( $GM_{iMO}$ ) gebildet. Das Gruppenprinzip entspricht vollständig dem richtungsvariablen Transportprinzip, der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten mit dem Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports. Das richtungsvariable Transportprinzip und der Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports bilden den passgerechten richtungsvariablen Lostransport (RLT) als originäre Organisationsform des innerbetrieblichen Transports. Die dazugehörige derivative Organisationsform ist der richtungsvariable Teillostransport (RTT), der teilweise die Anforderungen bedienen kann. Er basiert auf dem kombinierten Verlauf und teilt das Fertigungslos in mehrere Transportlose auf. Dies erfordert einen höheren Planungs- und Koordinationsaufwand, bewirkt allerdings eine bessere Kontinuität.

Das ungerichtete Transportprinzip könnte dann zu einer Gestaltungsoption werden, wenn die Entwicklung der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten zu variierenden Anlaufpunkten tendieren sollte. Dies könnte beispielsweise der Fall sein, wenn sich Fertigungsaufträge immer stärker voneinander unterscheiden und immer unterschiedlichere Anlaufpunkte, die eine geringe räumliche Nähe aufweisen, zu bedienen sind. Das ungerichtete Transportprinzip kombiniert mit dem Reihenverlauf des innerbetrieblichen Transports bildet den originären ungerichteten Lostransport (ULT). Dessen derivative Or-



ganisationsform ist der ungerichtete Teillostransport (UTT), der durch Bildung von Transportlosen auf eine Verkürzung des technologischen Zyklus fokussiert.

Eine starke Interdependenz besteht zwischen der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ( $GM_{iMO}$ ) und dem richtungsvariablen Lostransport (RLT). Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ( $GM_{iMO}$ ) und dem ungerichteten Lostransport (ULT) sowie mit dem richtungsvariablen Teillostransport (RTT).

Die Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{iMO}$ ) wird durch die Kombination des Reihenprinzips und des kombinierten Verlaufs mit instationären Montageobjekten gebildet. Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten korrespondiert mit dem kombinierten Verlauf des innerbetrieblichen Transports. Das Reihenprinzip stimmt mit dem gerichteten Transportprinzip und mit dem verketteten Transportprinzip überein. Die Verknüpfung dieser drei Organisationsprinzipien bildet zwei sinnvolle Organisationsformen – den gerichteten Teillostransport und den verketteten Teillostransport. Das Einsatzprimat sollte dabei auf dem gerichteten Teillostransport (GTT) liegen, da dieser eine originäre Organisationsform ist und auf eine Verkürzung der Durchlaufzeiten fokussiert. Der verkettete Teillostransport (VTT) ist eine derivative Organisationsform, die zu Lasten der Kontinuität auf eine bessere Auslastung der Transportmittelkapazitäten abzielt.

Die derivative Organisationsform gerichteter Einzelteiltransport (GET) kann teilweise die Ansprüche der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{iMO}$ ) erfüllen. Durch die sofortige Weitergabe der Montageobjekte wird der technologische Zyklus verkürzt. Nachteilig sind die steigende Unübersichtlichkeit und die hohe Planungsintensität. Der verkettete Einzelteiltransport (VET) kann ebenfalls dann eine Gestaltungsoption sein, wenn der Parallelverlauf mit dem verketteten Transportprinzip verknüpft werden kann. Dies setzt einen hoch arbeitsteiligen Montageprozess voraus, der eine starre Verkettung der einzelnen Montagestationen sowie eine sofortige Teileweitergabe anstrebt.

Eine starke Interdependenz besteht zum einen zwischen der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{iMO}$ ) und dem gerichteten Teillostransport (GTT), zum anderen mit dem verketteten Teillostransport (VTT). Eine mittlere Interdependenz besteht

zwischen der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{iMO}$ ) und dem verketteten Einzelteiltransport (VET) sowie mit dem gerichteten Einzelteiltransport (GET).

Die Fließmontage mit instationären Montageobjekten ( $FM_{iMO}$ ) beruht auf der Kombination des Reihenprinzips und des Parallelverlaufs mit instationären Montageobjekten. Auch hier stimmt das Reihenprinzip vollständig mit dem gerichteten und dem verketteten Transportprinzip überein. Der Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten korrespondiert mit dem Parallelverlauf des innerbetrieblichen Transports. Es können aus den drei passenden Organisationsprinzipien zwei anforderungsgerechte Organisationsformen abgeleitet werden – der gerichtete Einzelteiltransport und der verkettete Einzelteiltransport. Beim gerichteten Einzelteiltransport (GET) handelt es sich um eine derivative Organisationsform, weshalb das Einsatzprimat auf dem verketteten Einzelteiltransport (VET) liegen sollte.

Unter der Zielstellung, dass durch die Bildung von Teillosten unter anderem eine bessere Auslastung der Transportmittelkapazitäten erreicht werden soll, sind auch der verkettete Teillostransport (VTT) und der gerichtete Teillostransport (GTT) sinnvolle Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports. Allerdings sind längere technologische Zyklen und eine geringere Transparenz der Prozesse zu erwarten.

Es besteht eine starke Interdependenz zwischen der Fließmontage mit instationären Montageobjekten ( $FM_{iMO}$ ) und dem verketteten Einzelteiltransport (VET) sowie mit dem gerichteten Einzelteiltransport (GET). Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Fließmontage mit instationären Montageobjekten ( $FM_{iMO}$ ) und dem gerichteten (GTT) sowie mit dem verketteten Teillostransport (VTT).

Die Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren ( $FM_{iEF}$ ) verknüpft die beiden Organisationsprinzipien Reihenprinzip und Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren. Die gestellten Ansprüche an den innerbetrieblichen Transport sind ähnlicher Natur wie die der Fließmontage mit instationären Montageobjekten. Grundlegend sind auch hier die Montageobjekte durch den Produktionsprozess zu befördern. Die Arbeitskraft bewegt sich dabei selbständig unter Mitnahme der notwendigen, transportablen Betriebsmittel. Folglich stellt tendenziell die Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren gleichartige Ansprüche an den innerbetrieblichen Transport wie die Fließmontage

mit instationären Montageobjekten. Diese Feststellung lässt die Schlussfolgerung zu, dass dieselben Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports passgerecht sind.

Eine starke Interdependenz besteht demnach zwischen der Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren ( $FM_{IEF}$ ) und dem verketteten (VET) sowie mit dem gerichteten Einzelteiltransport (GET). Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren ( $FM_{IMO}$ ) und dem gerichteten Teillostransport (GTT) sowie mit dem verketteten Teillostransport (VTT).

Die Abb. 2-35 fasst die identifizierten Wechselbeziehungen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports zusammen. Aufgrund der Übersichtlichkeit sind nur die starken Interdependenzen dargestellt, die auf der überwiegenden Erfüllung der Ansprüche räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien basieren.

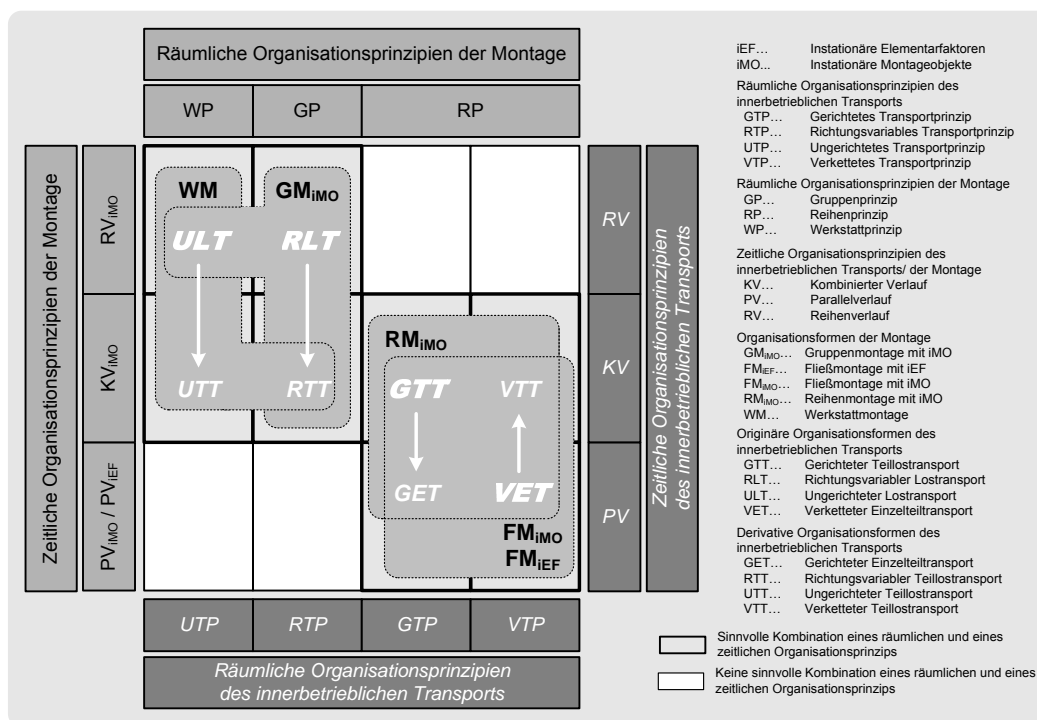


Abb. 2-35: Wechselwirkungen zwischen den Organisationsformen der Montage und des innerbetrieblichen Transports<sup>133</sup>

<sup>133</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 170.

Zusammenfassend werden in der Abb. 2-36 alle transportorganisatorischen Lösungen dargestellt, die einen wirtschaftlichen Montageprozess unterstützen. Die fett gedruckten Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports in der ersten Zeile stellen Gestaltungskonzepte dar, die auf eine starke Interdependenz zurückzuführen sind (z. B. ULT bei WM). Sie sollten primär umgesetzt werden. Die Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports in der zweiten Zeile basieren auf weniger starken Interdependenzen und sind sekundäre, unter bestimmten Zielstellungen umsetzbare organisatorische Lösungen (z. B. RLT, UTT bei WM).

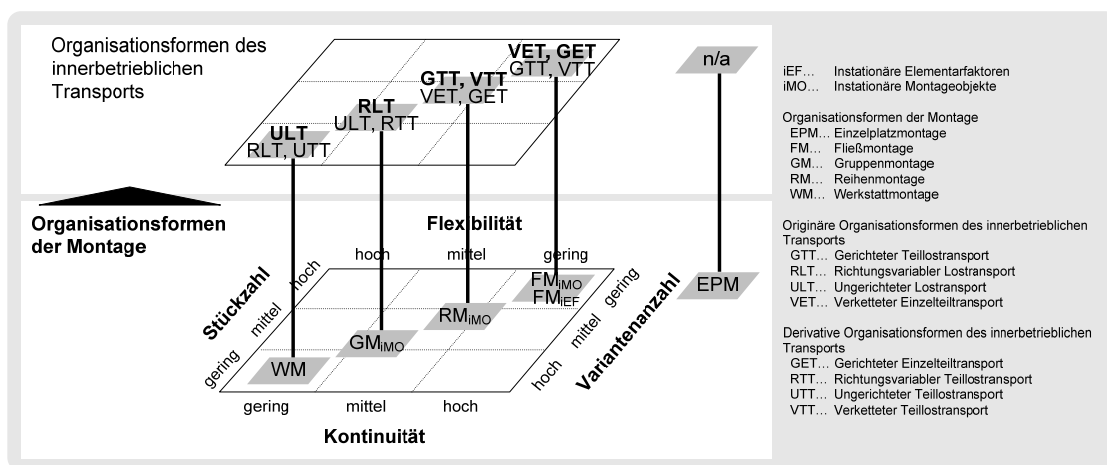


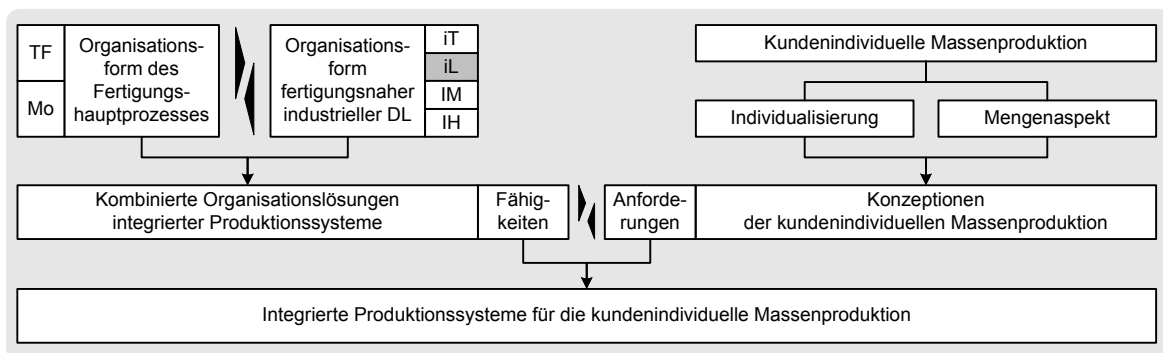
Abb. 2-36: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports

Die zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports aufgezeigten wechselseitigen Beziehungen sind normativen Charakters. Wie auch schon in der Teilefertigung ist eine Abweichung von den linearen Zusammenhängen grundsätzlich möglich. Ökonomische Verluste werden dann höchst wahrscheinlich die Ergiebigkeit der ablaufenden Prozesse verschlechtern (z. B. längere Durchlaufzeiten, steigende Kapitalbindungskosten, geringere Auslastung der Transportmittelkapazitäten, sinkende Kontinuität).

DREWS stellt bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen der Organisation des innerbetrieblichen Transports und der Teilefertigung fest, dass neben den originären auch derivative Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports passgerecht sind (vgl. Abb. 2-30, S. 64). Sie werden durch Abweichungen vom zeitlichen Organisationsprinzip der originären Organisationsform gebildet (z. B. ULT und UTT für die Werkstattfertigung).

Die Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Organisation der Montage und des innerbetrieblichen Transports zeigen, dass neben den originären und derivativen noch weitere Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports passgerecht sein können (vgl. vorherige Abb. 2-36). Diese entstehen durch Abweichungen vom räumlichen Organisationsprinzip der originären Organisationsform. Beispielsweise stellt in der Werkstattmontage neben dem ULT und dem UTT auch der RLT eine mögliche Gestaltungsoption dar. Damit steigen die Anzahl der geeigneten Zuordnungen und folglich die Gestaltungsmöglichkeiten von Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Organisationsformen der Montage. Dieses Ergebnis ist auf die Organisationsformen der Teilefertigung übertragbar und erweitert die Resultate der von DREWS durchgeführten Forschung. Die Übertragbarkeit ist durch die identischen räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und Montage begründet.

### 2.3.3 Organisation der innerbetrieblichen Lagerung



Kapitel 2.3.3: Innerbetriebliche Lagerung

Neben dem innerbetrieblichen Transport ist die zweite Hauptaufgabe der Produktionslogistik die innerbetriebliche Lagerung, also die zeitliche Transformation von Arbeits- oder Montageobjekten im Fertigungshauptprozess.<sup>134</sup> Es ist eine fertigungsnahe industrielle Dienstleistung elementarer Produktionsfaktoren, die in der Regel unmittelbar an einen Fertigungshauptprozess gekoppelt ist.

Innerbetriebliche Lagerungen werden notwendig, wenn technisch-technologische oder organisatorische Unterbrechungen vor bzw. nach der Bearbeitung der Arbeits- bzw. Mon-

<sup>134</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 100; WARNECKE (1993) - Produktionsbetrieb 1, S. 224.

tageobjekte auftreten. Es entstehen nicht wertschöpfende Liegezeiten, die die Durchlaufzeiten verlängern. Natürliche Lagerungsprozesse (z. B. alkoholische Gärung, Abkühlen von Bauteilen, Trocknen von Lack) stehen nicht im Fokus der innerbetrieblichen Lagerung. Sie sind wertschöpfender Bestandteil des technologischen Zyklus und stellen keine Lagerung zur Überbrückung von Disparitäten dar<sup>135</sup>.

Spezifische Lagerungsbedarfe der Fertigungshauptprozesse stellen differenzierte Ansprüche an die Gestaltung der Lagerorganisation. Mit Hilfe passgerechter Organisationsprinzipien und Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung sollen diese erfüllt werden.

### **2.3.3.1 Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung**

Die innerbetriebliche Lagerung kann nach räumlichen und zeitlichen Aspekten strukturiert werden. Analog zur Bildung der Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports werden auch die Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung durch die Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips gestaltet<sup>136</sup>.

Die drei räumlichen Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung beschreiben die Anzahl der Lagerungsorte und deren räumliche Lage im Produktionsprozess<sup>137</sup>:

- **Bearbeitungsintegriertes Lagerungsprinzip:** Der Lagerungsort ist unmittelbar in die Bearbeitungsstation integriert und versorgt diese mit zu bearbeitenden Bauteilen bzw. nimmt fertig bearbeitete Teile bis zur Weitergabe an einen nachfolgenden Arbeitsplatz auf.
- **Dezentrales Lagerungsprinzip:** Mehrere Lagerungsorte sind mittelbar mit dem Fertigungssystem verbunden und bedienen mehrere wertschöpfende Kapazitätseinheiten.
- **Zentrales Lagerungsprinzip:** Ein einziger Lagerungsort ist mittelbar mit dem Fertigungssystem verbunden und bedient mehrere Arbeitsplätze.

---

<sup>135</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 344.

<sup>136</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 129.

<sup>137</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 117-121.

Dezentrale und zentrale Lager werden autonomen Lagern zugeordnet und können eigenständige Organisationseinheiten innerhalb des Produktionssystems darstellen<sup>138</sup>.

Abb. 2-37 skizziert den prinzipiellen Aufbau der räumlichen Organisationsprinzipien innerbetrieblicher Lagerung.

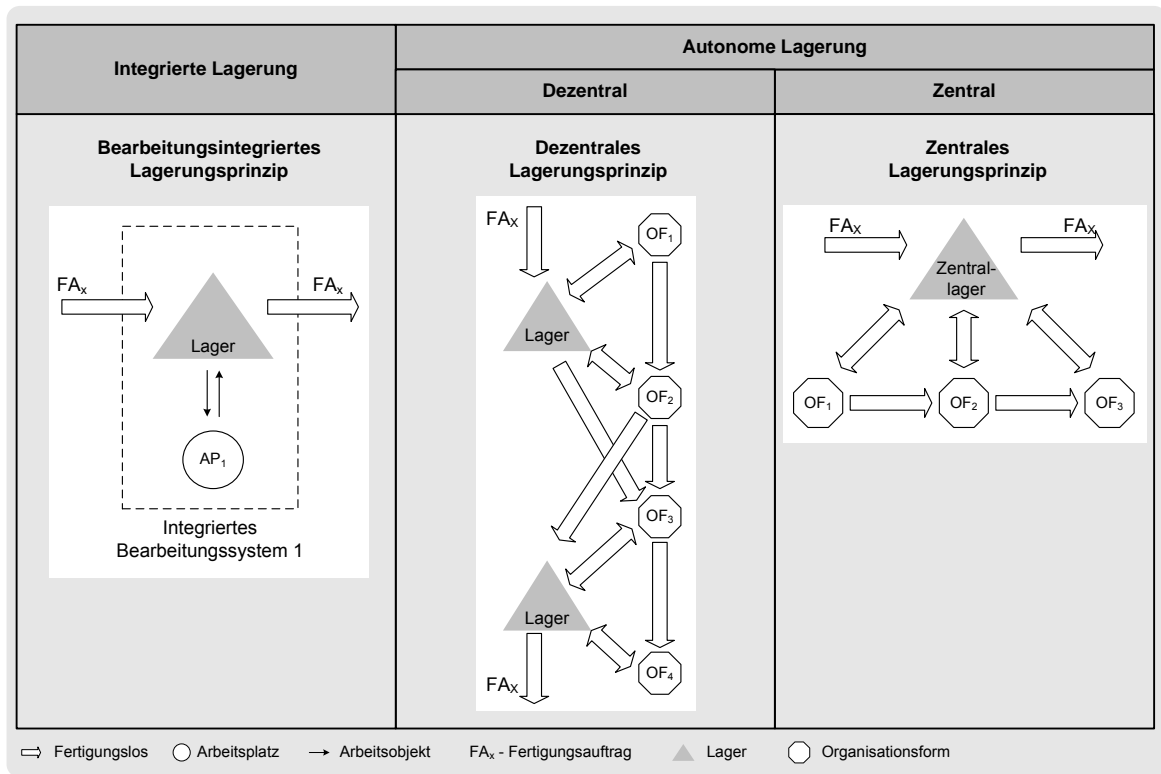


Abb. 2-37: Räumliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung<sup>139</sup>

Die vier zeitlichen Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung spiegeln die Veränderung der quantitativen Struktur der Arbeits- oder Montageobjekte während des Lagerungsprozesses am Lagerungsort wider<sup>140</sup>:

- Statisches Lagerungsprinzip: Die quantitative Struktur der Objekte bleibt während des Lagerungsprozesses unverändert. Die Auslagerungsmenge entspricht der Einlagerungsmenge.
- Dynamisch-emittierendes Lagerungsprinzip: Die quantitative Struktur der Objekte nimmt planmäßig während des Lagerungsprozesses ab. Eine Gesamteinlagerungsmenge wird sukzessive in mehreren Teilmengen ausgegeben.

<sup>138</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 118.

<sup>139</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 118-120.

<sup>140</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 125-128.

- Dynamisch-absorbierendes Lagerungsprinzip: Die quantitative Struktur der Objekte nimmt planmäßig während des Lagerungsprozesses zu. Mehrere Teilmengen werden sukzessive aufgenommen und in einer Gesamtauslagerungsmenge weitergegeben.
- Dynamisch-oszillierendes Lagerungsprinzip: Die quantitative Struktur der Objekte nimmt unplanmäßig während des Lagerungsprozesses ab oder zu. Es können sowohl mehrere Teilmengen aufgenommen als auch ausgelagert werden.

### 2.3.3.2 Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung

Alle zwölf Kombinationsmöglichkeiten räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien bilden theoretisch begründbare und auch praktisch durchführbare Organisationsformen innerbetrieblicher Lagerung (vgl. Abb. 2-38).<sup>141</sup>

- |                                       |                                |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| • Integrierte Zwischenlagerung        | • Integrierte Aufnahmelagerung |
| • Dezentrale Zwischenlagerung         | • Dezentrale Aufnahmelagerung  |
| • Zentrale Zwischenlagerung           | • Zentrale Aufnahmelagerung    |
| • Integrierte Bereitstellungslagerung | • Integrierte Pufferlagerung   |
| • Dezentrale Bereitstellungslagerung  | • Dezentrale Pufferlagerung    |
| • Zentrale Bereitstellungslagerung    | • Zentrale Pufferlagerung      |

---

<sup>141</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 141-143.



<b>ROP<sub>IL</sub></b> <b>ZOP<sub>IL</sub></b>	<b>Bearbeitungs- integriertes Lagerungsprinzip</b>	<b>Dezentrales Lagerungsprinzip</b>	<b>Zentrales Lagerungsprinzip</b>
<b>Statisches Lagerungsprinzip</b>	Integrierte Zwischenlagerung (IZL)	Dezentrale Zwischenlagerung (DZL)	Zentrale Zwischenlagerung (ZZL)
<b>Dynamisch- emittierendes Lagerungsprinzip</b>	Integrierte Bereitstellungslagerung (IBL)	Dezentrale Bereitstellungslagerung (DBL)	Zentrale Bereitstellungslagerung (ZBL)
<b>Dynamisch- absorbierendes Lagerungsprinzip</b>	Integrierte Aufnahmelagerung (IAL)	Dezentrale Aufnahmelagerung (DAL)	Zentrale Aufnahmelagerung (ZAL)
<b>Dynamisch- oszillierendes Lagerungsprinzip</b>	Integrierte Pufferlagerung (IPL)	Dezentrale Pufferlagerung (DPL)	Zentrale Pufferlagerung (ZPL)

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

ROP<sub>IL</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung  
 ZOP<sub>IL</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung

Abb. 2-38: Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung<sup>142</sup>

De facto treten vier Arten von Lagern auf, die jeweils entweder einen Arbeitsplatz bedienen oder zentral bzw. dezentral angeordnet sind und mehrere Arbeitsplätze bedienen<sup>143</sup>:

- Zwischenlager gleichen zeitliche Disparitäten aus, die aufgrund kapazitiver Engpässe oder ablaufbedingter Fehlplanungen entstehen, ohne dass Bauteile während des Lagerungsprozesses zu- oder abgeführt werden.
- Bereitstellungslager sind den Bearbeitungsstationen vorgeschaltet und bedienen diese mit zu bearbeitenden Bauteilen, die nacheinander entnommen werden können.
- Aufnahmelager sind nach den Bearbeitungsstationen angeordnet und nehmen fertig bearbeitete Bauteile bis zum Weitertransport auf.
- Pufferlager kompensieren störungsbedingte Disparitäten.

DREWS und NEBL beschreiben alle Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung im Einzelnen<sup>144</sup>. Die differenzierten räumlich-zeitlichen Strukturierungen der Organisationsformen beanspruchen unterschiedliche Rahmenbedingungen, die wiederum spezifische Merkmalsausprägungen verursachen. Die charakteristischen Eigenschaften der Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung sind überblicksartig in Abb. 2-39 aufgezeigt.

<sup>142</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 143.

<sup>143</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 129; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 511.

<sup>144</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 130-140; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 507-519.

Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung						
Merkmale	Integrierte Zwischenlagerung (IZL)	Dezentrale Zwischenlagerung (DZL)	Zentrale Zwischenlagerung (ZZL)	Integrierte Bereitstellungs-lagerung (IBL)	Dezentrale Bereitstellungs-lagerung (DBL)	Zentrale Bereitstellungs-lagerung (ZBL)
	Bearb.integriertes Lagerungsprinzip	Dezentrales Lagerungsprinzip	Zentrales Lagerungsprinzip	Bearb.integriertes Lagerungsprinzip	Dezentrales Lagerungsprinzip	Zentrales Lagerungsprinzip
	Statisches Lagerungsprinzip	Statisches Lagerungsprinzip	Statisches Lagerungsprinzip	D.-emittierendes Lagerungsprinzip	D.-emittierendes Lagerungsprinzip	D.-emittierendes Lagerungsprinzip
Bestandteil einer Organisationsform	Ja	Möglich	Eigenständig	Ja	Ja	Eigenständig
Anzahl im Produktionssystem	Viele	Wenige	Eins	Sehr viele	Viele	Wenige
Lagerungsobjekt	Fertigungslos	Fertigungslos	Fertigungslos	Einzelteil	Einzelteil	Einzelteil
Quantitative Struktur im Zeitablauf	Konstant	Konstant	Konstant	Abnehmend	Abnehmend	Abnehmend
Lagerverweildauer	Mittel	Lang	Lang	Sehr kurz	Kurz	Kurz
Kopplung im Bearbeitungssystem	Ja	Nein	Nein	Ja	An mehrere Betriebsmittel	Lose
Transparenz Gesamtbestand	Schlecht	Mittel	Sehr gut	Schlecht	Mittel	Gut
Dispositiver Aufwand	Hoch	Mittel	Gering	Mittel	Mittel	Gering
Merkmale	Integrierte Aufnahme-lagerung (IAL)	Dezentrale Aufnahme-lagerung (DAL)	Zentrale Aufnahme-lagerung (ZAL)	Integrierte Puffer-lagerung (IPL)	Dezentrale Puffer-lagerung (DPL)	Zentrale Puffer-lagerung (ZPL)
	Bearb.integriertes Lagerungsprinzip	Dezentrales Lagerungsprinzip	Zentrales Lagerungsprinzip	Bearb.integriertes Lagerungsprinzip	Dezentrales Lagerungsprinzip	Zentrales Lagerungsprinzip
	D.-absorbierendes Lagerungsprinzip	D.-absorbierendes Lagerungsprinzip	D.-absorbierendes Lagerungsprinzip	D.-oszillierendes Lagerungsprinzip	D.-oszillierendes Lagerungsprinzip	D.-oszillierendes Lagerungsprinzip
Bestandteil einer Organisationsform	Ja	Ja	Eigenständig	Ja	Möglich	Eigenständig
Anzahl im Produktionssystem	Sehr viele	Viele	Wenige	Viele	Wenige	Eins
Lagerungsobjekt	Einzelteil	Einzelteil	Einzelteil	Teillos	Teillos	Teillos
Quantitative Struktur im Zeitablauf	Zunehmend	Zunehmend	Zunehmend	Variierend	Variierend	Variierend
Lagerverweildauer	Sehr kurz	Kurz	Kurz	Variierend	Variierend	Variierend
Koppelung im Bearbeitungssystem	Ja	An mehrere Betriebsmittel	Lose	Ja	An mehrere Betriebsmittel	Lose
Transparenz Gesamtbestand	Schlecht	Mittel	Gut	Mittel	Mittel	Gut
Dispositiver Aufwand	Mittel	Mittel	Gering	Gering	Mittel	Hoch
D... Dynamisch						

Abb. 2-39: Charakteristik der Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung<sup>145</sup>

Für die Bestimmung der Fähigkeiten der Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung sind solche Merkmale zweckmäßig, die eine lagerspezifische Relevanz aufweisen. Die Flexibilität sagt etwas über die Elastizität der Lagerkapazität aus, das heißt wie sie beispielsweise in der Lage ist, heterogene Lagerungsbedarfe von einem oder mehreren Arbeitsplätzen befriedigen zu können. Die Größe der Lagerkapazität trifft eine Aussage über die einlagerbaren Mengen. Die Anzahl der Lagerzu- und -abgänge veranschaulichen die

<sup>145</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 149.

Häufigkeit von Ein- und Auslagerungen. Die Fähigkeiten von Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung werden bezüglich dieser vier Merkmale eingeschätzt (vgl. Abb. 2-40).

Merkmale	Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung					
	Integrierte Zwischenlagerung (IZL)	Dezentrale Zwischenlagerung (DZL)	Zentrale Zwischenlagerung (ZZL)	Integrierte Bereitstellungs-lagerung (IBL)	Dezentrale Bereitstellungs-lagerung (DBL)	Zentrale Bereitstellungs-lagerung (ZBL)
Kapazität des Lagers	Tendenziell gering	Mittel	Hoch	Tendenziell gering	Mittel	Hoch
Anzahl Lagerzugänge	1	1	1	1	1	1
Anzahl Lagerabgänge	1	1	1	> 1	> 1	> 1
Flexibilität	Gering	Mittel	Hoch	Gering	Mittel	Hoch

Merkmale	Integrierte Aufnahme-lagerung (IAL)	Dezentrale Aufnahme-lagerung (DAL)	Zentrale Aufnahme-lagerung (ZAL)	Integrierte Puffer-lagerung (IPL)	Dezentrale Puffer-lagerung (DPL)	Zentrale Puffer-lagerung (ZPL)
	Integrierte Aufnahme-lagerung (IAL)	Dezentrale Aufnahme-lagerung (DAL)	Zentrale Aufnahme-lagerung (ZAL)	Integrierte Puffer-lagerung (IPL)	Dezentrale Puffer-lagerung (DPL)	Zentrale Puffer-lagerung (ZPL)
Kapazität des Lagers	Tendenziell gering	Mittel	Hoch	Tendenziell gering	Mittel	Hoch
Anzahl Lagerzugänge	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1
Anzahl Lagerabgänge	1	1	1	> 1	> 1	> 1
Flexibilität	Gering	Mittel	Hoch	Gering	Mittel	Hoch

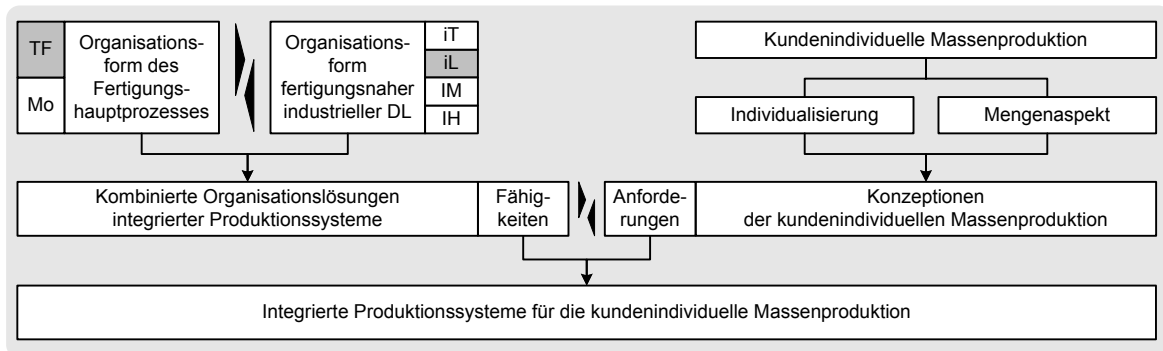
Abb. 2-40: Fähigkeiten der Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung<sup>146</sup>

Im Gegensatz zu den Fertigungshauptprozessen und zum innerbetrieblichen Transport spielt das Merkmal Kontinuität bei der innerbetrieblichen Lagerung eine untergeordnete Rolle. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Lagerungsprozesse immer dann notwendig werden, wenn durch eine unzureichende organisatorische Gestaltung des Produktionsprozesses Unstetigkeiten zwischen vor- und nachgelagerten Bearbeitungsstationen entstehen<sup>147</sup>. Demnach kann der Umfang unterbrechungsbedingter Lagerungsprozesse eher ein Indikator für das Kontinuitätsniveau des zugrunde liegenden Fertigungshauptprozesses sein. In diesem Zusammenhang kann konstatiert werden, dass die Organisation der innerbetrieblichen Lagerungsprozesse an die Rahmenbedingungen der zu bedienenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage anzupassen sind. Dies soll im Folgenden untersucht werden.

<sup>146</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 129, 149.

<sup>147</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 100.

### 2.3.3.3 Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Teilefertigung



Kapitel 2.3.3.3: Teilefertigung und innerbetriebliche Lagerung

Welche Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung in der Lage sind, die in den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung auftretenden Lagerungsbedarfe passgerecht zu befriedigen, untersucht DREWS<sup>148</sup>. Die wechselseitigen Abhängigkeiten zu den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und zu den Organisationsformen der Montage sind noch anzustellen.

DREWS stellt fest, dass nur sehr wenige Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung fähig sind, die Ansprüche der klassischen Organisationsformen der Teilefertigung vollständig zu erfüllen. Infolgedessen sei es nicht untypisch, dass verschiedene Organisationsformen innerbetrieblicher Lagerung gleichzeitig in einem Fertigungssystem installiert sind. Durch die Vielzahl realisierbarer Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung und in Abhängigkeit von unternehmens- bzw. produktbezogenen Rahmenbedingungen sowie angestrebten Zielstellungen (z. B. Kostenreduktion, Verkürzung der Durchlaufzeit, Transparenzerhöhung) erfüllen mehrfach diverse Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung die Anforderungen der Teilefertigung teilweise.<sup>149</sup>

Die Interdependenzen, die DREWS zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung diagnostiziert, sind in der Abb. 2-41 grafisch dargestellt.

<sup>148</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 200-207.

<sup>149</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 200 f.

ZOP <sub>IL</sub> \ ROP <sub>IL</sub>	Statischer Verlauf	Dynamischer Verlauf			
	Statisches Lagerungsprinzip	Dynamisch-emittierendes Lagerungsprinzip	Dynamisch-absorbierendes Lagerungsprinzip	Dynamisch-oszillierendes Lagerungsprinzip	
Bearbeitungs-integriertes Lagerungsprinzip	Integrierte Zwischenlagerung 	Integrierte Bereitstellungslagerung 	Integrierte Aufnahmelagerung 	Integrierte Pufferlagerung 	
	Dezentrale Zwischenlagerung 	Dezentrale Bereitstellungslagerung 	Dezentrale Aufnahmelagerung 	Dezentrale Pufferlagerung 	
	Zentrale Zwischenlagerung 	Zentrale Bereitstellungslagerung 	Zentrale Aufnahmelagerung 	Zentrale Pufferlagerung 	
Dezentrales Lagerungsprinzip	Integrierte Zwischenlagerung 	Integrierte Bereitstellungslagerung 	Integrierte Aufnahmelagerung 	Integrierte Pufferlagerung 	
	Dezentrale Zwischenlagerung 	Dezentrale Bereitstellungslagerung 	Dezentrale Aufnahmelagerung 	Dezentrale Pufferlagerung 	
	Zentrale Zwischenlagerung 	Zentrale Bereitstellungslagerung 	Zentrale Aufnahmelagerung 	Zentrale Pufferlagerung 	
Zentrales Lagerungsprinzip	Integrierte Zwischenlagerung 	Integrierte Bereitstellungslagerung 	Integrierte Aufnahmelagerung 	Integrierte Pufferlagerung 	
	Dezentrale Zwischenlagerung 	Dezentrale Bereitstellungslagerung 	Dezentrale Aufnahmelagerung 	Dezentrale Pufferlagerung 	
	Zentrale Zwischenlagerung 	Zentrale Bereitstellungslagerung 	Zentrale Aufnahmelagerung 	Zentrale Pufferlagerung 	

WF	GFA	GFR	FF	EPF
----	-----	-----	----	-----

● Anforderungen erfüllt   ● Anforderungen teilweise erfüllt   ○ Anforderungen nicht erfüllt

Klassische Organisationsformen der Teilefertigung  
 EPF... Einzelplatzfertigung  
 FF... Fließfertigung  
 GFA... Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt  
 GFR... Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe  
 WF... Werkstattfertigung

ROP<sub>IL</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung  
 ZOP<sub>IL</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung

Abb. 2-41: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung<sup>150</sup>

In der Werkstattfertigung (WF) und im gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt (GFA) können die integrierte Bereitstellungslagerung (IBL) und die integrierte Aufnahmelagerung (IAL) die Lagerungsbedarfe umfassend befriedigen. Bis auf die Varianten der Pufferlagerung stellen alle anderen Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung weit weniger geeignete und aus Kostengründen zu vermeidende, aber dennoch realisierbare Gestaltungslösungen dar.<sup>151</sup>

Aufgrund der sofortigen Teileweitergabe in der Fließfertigung (FF) sollten üblicherweise keine Lagerungsbedarfe entstehen. Ablaufbedingt nicht zwingend erforderlich, aber für eventuell auftretende technisch-technologisch bedingte Störungen können alle Varianten der Pufferlagerung eingerichtet werden. Auf Grundlage ihrer jeweiligen Reaktionsvermögen und der entstehenden Transportwege und -kosten ist hier eine Entscheidung zu treffen.<sup>152</sup>

Am schwierigsten gestaltet sich die Lagerorganisation für die gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR). Alle Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung können die gestellten Ansprüche nur teilweise erfüllen. Dies kann auf die unterschiedliche Art der

<sup>150</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 206.

<sup>151</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 202 f.

<sup>152</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 205.

Teileweitergabe im kombinierten Verlauf zurückgeführt werden. Es ist sowohl eine Weitergabe in Teillosten als auch in Einzelteilen möglich. Die Lagerung von Teillosten kann durch Bereitstellungs- und Aufnahmelagerungen erfolgen, wobei aus Sicht der Kosten und der Transporthäufigkeit eher die integrierten Varianten Anwendung finden sollten. Die Varianten der Zwischenlagerung können immer dann auftreten, wenn Liegezeiten durch nicht abgestimmte Kapazitätsproportionen vor den Bearbeitungsstationen auftreten, was vermutlich in der gegenstandsspezialisierten Fertigungsreihe eine untergeordnete Rolle spielen dürfte. Erfolgt die Weitergabe hauptsächlich in Einzelteilen, bedarf es vorwiegend keiner Lagerung. Treten jedoch störungs- oder kapazitätsbedingte Unterbrechungen auf, sind die Varianten der Pufferlagerung in der Lage, akute Lagerungsbedarfe abzufangen.<sup>153</sup>

Organisationslösungen für die Einzelplatzfertigung (EPF) sind dann notwendig, wenn die Bearbeitungsstation in ein vernetztes Produktionssystem eingebunden ist. Voraussetzung ist per se die Integration des Lagermittels in die Bearbeitungsstation, was nur durch die integrierten Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung geleistet werden kann. Ist die Einzelplatzfertigung in einen Fertigungsprozess mit Losfertigung (Reihenverlauf bzw. kombinierter Verlauf) eingebunden, ver- und entsorgen die integrierten Bereitstellungs- und Aufnahmeläger die Bearbeitungsstation mit Bauteilen. Ist bei Eintreffen des Fertigungsloses die Kapazitätseinheit noch belegt, wird das Los mittels integrierter Zwischenlagerung aufbewahrt, bis die Fertigung beginnen kann. Ist die Einzelplatzfertigung in einen Fertigungsprozess mit Einzelteilweitergabe (Parallelverlauf) eingebunden, treten in der Regel keine Lagerungsbedarfe auf. Pufferlagerungen könnten hier im Einzelfall störungsbedingte Lagerungsbedarfe bedienen.<sup>154</sup>

Zusammenfassend stellt Abb. 2-42 die passgerechten Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung dar. Die fett gedruckten Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung in der ersten Zeile stellen Gestaltungskonzepte dar, die auf eine starke Interdependenz zurückzuführen sind (z. B. IBL/ IAL bei GFR). Sie sollten primär umgesetzt werden. Die Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung in der zweiten Zeile basieren auf weniger starken Interde-

---

<sup>153</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 197, 204.

<sup>154</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 205 f.



Die organisatorischen Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports zeigt Abb. 2-43 auf. Es sind wiederum Empfehlungen, die auf die Reduzierung von kostenverursachenden Unterbrechungszeiten abzielen und normativer Natur sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird in dieser Abbildung auf die Darstellung des technischen Organisationsprinzips verzichtet.

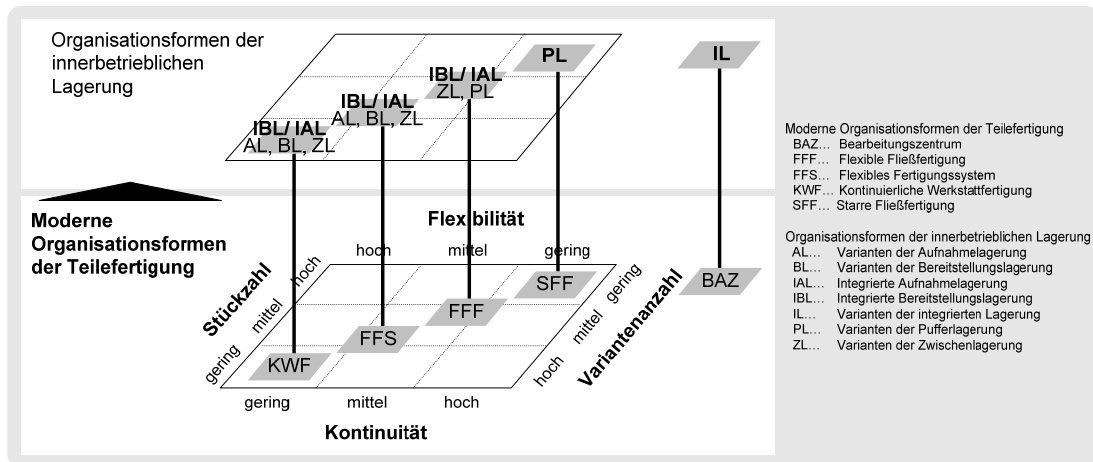
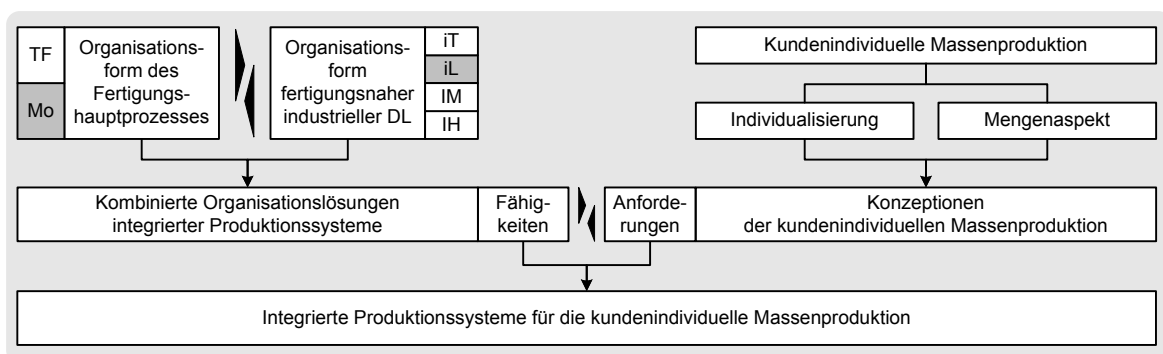


Abb. 2-43: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung

### 2.3.3.4 Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Montage



Kapitel 2.3.3.4: Montage und innerbetriebliche Lagerung

Der Zusammenhang zwischen dem Fertigungshauptprozess Montage und der fertigungsnahen industriellen Dienstleistung innerbetriebliche Lagerung wurde bisher noch nicht analysiert. Die Vermutung, dass ebenfalls wechselseitige Abhängigkeiten zwischen den Organisationsformen der Montage und denen der innerbetrieblichen Lagerung bestehen,



stützt sich auf die Tatsache, dass beide Prozessarten nach räumlichen und zeitlichen Aspekten strukturierbar sind. Mutmaßliche Interdependenzen zwischen den Organisationsprinzipien und -formen der Montage sowie den Organisationsprinzipien und -formen der innerbetrieblichen Lagerung sind zu untersuchen.

Potenzielle Interdependenzen zwischen den Organisationsformen sollen aus der Analyse der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den jeweiligen räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien abgeleitet werden. Dies erfolgt in den schon bekannten drei Schritten<sup>156</sup>:

- (1) Interdependenzen zwischen den räumlichen Organisationsprinzipien
- (2) Interdependenzen zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien
- (3) Interdependenzen zwischen den Organisationsformen

Mit Hilfe dieser Schrittfolge können passgerechte Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Organisationsformen der Montage bestimmt werden.

### **(1) Interdependenzen räumlicher Organisationsprinzipien der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung**

Das räumliche Organisationsprinzip bestimmt die Art und Weise der Anordnung der Betriebs- bzw. Lagermittel im Montageprozess. Die Gestaltungsparameter der drei räumlichen Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung (vgl. Abschnitt 2.3.3.1, S. 80) sind an den Rahmenbedingungen der fünf räumlichen Organisationsprinzipien der Montage (vgl. Abschnitt 2.2.2.1, S. 36) zu spiegeln.

Da die Montage und die Teilefertigung auf denselben räumlichen Organisationsprinzipien basieren, sind die von DREWS festgestellten Interdependenzen zwischen der Teilefertigung und der innerbetrieblichen Lagerung auch bei der Montage zutreffend. Abb. 2-44 stellt diese räumlichen Interdependenzen dar und bewertet, welches Organisationsprinzip der innerbetrieblichen Lagerung tendenziell in der Lage ist, das jeweilige Organisationsprinzip der Montage passgerecht umzusetzen.<sup>157</sup>

---

<sup>156</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 152-169.

<sup>157</sup> Vgl. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 185-193.

Merkmale ROP <sub>IL</sub> \ ROP <sub>Mo</sub>	Werkstattprinzip	Gruppenprinzip	Reihenprinzip	Einzelplatzprinzip
Kopplung des Lagers an Montagestation (nein – lose – integriert)	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Entfernung des Lagers zur Montagestation (gering – mittel – groß)	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Lagerungskapazität (gering – mittel – groß)	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Störungsreaktionsfähigkeit (schnell – mittel – langsam)	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
<b>Gesamtbewertung zur Eignung</b>	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●

BLP

DLP

ZLP

ROP<sub>Mo</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der Montage

ROP<sub>IL</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung

BLP... Bearbeitungsintegriertes Lagerungsprinzip

DLP... Dezentrales Lagerungsprinzip

ZLP... Zentrales Lagerungsprinzip

● Anforderungen erfüllt

◐ Anforderungen teilweise erfüllt

○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 2-44: Interdependenzen zwischen räumlichen Organisationsprinzipien der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung<sup>158</sup>

Demnach bestehen starke Interdependenzen zwischen dem bearbeitungsintegrierten Lagerungsprinzip und dem Werkstatt- sowie Gruppenprinzip. Durch die gegenstandsspezialisierte Richtungsorientierung und die unmittelbare Nähe der Montagestationen zueinander spielt im Reihenprinzip die innerbetriebliche Lagerung eine eher untergeordnete Rolle. Kein räumliches Lagerungsprinzip ist hier uneingeschränkt passgerecht. Die Forderungen des Einzelplatzprinzips können nur durch das bearbeitungsintegrierte Lagerungsprinzip teilweise erfüllt werden.

## (2) Interdependenzen zeitlicher Organisationsprinzipien der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung

Die innerbetriebliche Lagerung hat sich an den Bedürfnissen des wertschöpfenden Fertigungshauptprozesses Montage zu orientieren. Die Lagerung von Montageobjekten kann in einem arbeitsteiligen Montageprozess vor und nach wertschöpfenden Kapazitätseinheiten auftreten, die die innerbetriebliche Lagerung ökonomisch befriedigen soll. Diese Zielstellung fokussiert auf einen möglichst unterbrechungsfreien Montageprozess mit einem Mindestmaß an Liegezeiten.

Die innerbetriebliche Lagerung übernimmt dabei die Aufgabe der zeitlichen Transformation von Montageobjekten. Zeitliche Organisationsprinzipien, bei denen sich das Montageobjekt stationär verhält und der Standort des Montageobjekts den Ort der Verrichtung

<sup>158</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 187-192.

kennzeichnet, erzeugen keine tatsächlichen Lagerungsbedarfe. Die Lagerung von Arbeitskräften und Betriebsmitteln ist per Definition bei der innerbetrieblichen Lagerung irrelevant. Deshalb sind nur die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage für die weitere Analyse bedeutsam, bei denen das Montageobjekt sich instationär verhält. Aufgrund dieser Überlegung kann die Anzahl der zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage (vgl. Abschnitt 2.2.2.1, S. 36) auf fünf reduziert werden:

- Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten
- Kombierter Verlauf mit instationären Montageobjekten
- Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten
- Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren
- Prinzip ohne Ortsveränderung

Die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den fünf relevanten zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und den drei zeitlichen Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung (vgl. Abschnitt 2.3.3.1, S. 80) gilt es nachfolgend zu analysieren.

Die großen Ähnlichkeiten zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und der Montage (vgl. Abschnitt 2.2.2.1, S. 36) –

- der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten entspricht dem Reihenverlauf in der Teilefertigung,
- der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten entspricht dem kombinierten Verlauf in der Teilefertigung,
- der Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten entspricht dem Parallelverlauf in der Teilefertigung,
- das Prinzip ohne Ortsveränderung entspricht dem Prinzip ohne Weitergabe in der Teilefertigung –

lassen es zu, dass die von DREWS ermittelten Wechselbeziehungen zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und der innerbetrieblichen Lagerung auch im Bereich der Montage gelten. Der Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren tritt in der Teilefertigung nicht auf. Er unterliegt denselben zeitlichen Rahmenbedingungen wie der Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten. Die zusätzlich instationären Potenzialfaktoren Arbeitskraft und Betriebsmittel sind nicht lagerfähig. Die Instationarität

der Montageobjekte beansprucht in ähnlicher Weise die Lagerungskapazitäten wie der Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten.

In Anlehnung an DREWS' Darstellung des Zusammenhangs zwischen innerbetrieblicher Lagerung und Teilefertigung wird in der Abb. 2-45 eine zusammenfassende Gegenüberstellung zeitlicher Organisationsprinzipien der Montage mit den zeitlichen Gestaltungsparametern der innerbetrieblichen Lagerung vorgenommen. Die Gesamtbewertung zur Eignung stellt interdependente Beziehungen zwischen den untersuchten Organisationsprinzipien heraus, die im Anschluss erläutert werden.

<b>ZOP<sub>Mo</sub></b> <b>Merkmale ZOP<sub>IL</sub></b>	<b>Reihenverlauf mit instationären MO</b>	<b>Kombinierter Verlauf mit instationären MO</b>	<b>Parallelverlauf mit instationären MO/ EF</b>	<b>Prinzip ohne Ortsveränderung</b>
Quantitative Struktur (statisch – dynamisch)	● ● ● ●	◐ ● ● ●	○ ● ● ●	◐ ● ● ●
Anzahl Lagerzu-/ -abgänge (wenige – variierend – viele)	● ● ● ○	● ● ● ◐	◐ ○ ○ ●	● ◐ ◐ ●
Planbarkeit (planbar – kaum – unplanbar)	◐ ● ● ◐	◐ ● ● ◐	◐ ○ ○ ◐	● ◐ ◐ ◐
Lagerverweildauer (lang – kurz – variierend)	◐ ● ● ○	◐ ● ● ◐	◐ ○ ○ ◐	◐ ● ● ◐
<b>Gesamtbewertung zur Eignung</b>	◐ ● ● ○	◐ ● ● ◐	○ ○ ○ ◐	◐ ◐ ◐ ◐

SLP	ELP	ALP	OLP
-----	-----	-----	-----

EF... Elementarfaktoren  
MO... Montageobjekten

ZOP<sub>Mo</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage  
ZOP<sub>IL</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung  
ALP... Absorbierendes Lagerungsprinzip  
ELP... Emittierendes Lagerungsprinzip  
OLP... Oszillierendes Lagerungsprinzip  
SLP... Statisches Lagerungsprinzip

● Anforderungen erfüllt  
◐ Anforderungen teilweise erfüllt  
○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 2-45: Interdependenzen zwischen zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung<sup>159</sup>

Die Ansprüche des Reihenverlaufs mit instationären Montageobjekten (RV<sub>iMO</sub>) werden vollständig vom emittierenden Lagerungsprinzip (ELP) und vom absorbierenden Lagerungsprinzip (ALP) erfüllt. Aus einer Einlagerungsmenge werden fortwährend Mengen zur Bearbeitung entnommen. Nach der Bearbeitung füllt sich sukzessive das Lager, bis eine bestimmte Auslagerungsmenge erreicht ist. Das statische Lagerungsprinzip (SLP) ist dann einsetzbar, wenn engpassbedingt komplette Lose vor einer belegten Montagestation bis zur Bearbeitung warten müssen.

In der Regel sollten bei der Einzelteilweitergabe im Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten (PV<sub>iMO</sub>) oder beim Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren

<sup>159</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 193-200.

(PV<sub>IEF</sub>) keine Lagerungsbedarfe entstehen. Im Bedarfsfall können kapazitätsbedingte oder störungsbedingte unplanmäßige Lagerungen mittels des oszillierenden Lagerungsprinzips (OLP) bedient werden.

Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten (KV<sub>IMO</sub>) stellt vielschichtige Anforderungen an die innerbetriebliche Lagerung. Das emittierende (ELP) und das absorbierende Lagerungsprinzip (ALP) entsprechen den gestellten Ansprüchen, wenn die Weitergabe der Montageobjekte in Teillosen erfolgt und ver- bzw. entsorgen planmäßig die Kapazitätseinheit mit zu montierenden Teilen. Das statische Lagerungsprinzip (SLP) kann temporäre Kapazitätsengpässe überbrücken, wenn ebenfalls in Teillosen montiert wird und das ankommende Los an einer Montagestation nicht sofort bearbeitet werden kann. Sollte die Teileweitergabe überwiegend einzeln erfolgen, sind in Ausnahmefällen störungsbedingte Lagerungen durch das oszillierende Lagerungsprinzip (OLP) bedienbar.

Die Anforderungen des Prinzips ohne Ortsveränderungen (oOV) orientieren sich an der Art der Teileweitergabe des Produktionssystems, in die die Montagestation eingebunden ist. Bei der Weitergabe von Einzelteilen entstehen normalerweise keine Lagerungsbedarfe. Ungeplante Lagerungsbedarfe aufgrund von technischen Störungen können mit Hilfe des oszillierenden Lagerungsprinzips (OLP) aufgefangen werden. Bei der losweisen Weitergabe von Montageobjekten wird im Normalfall die Montagestation durch das emittierende (ELP) und das absorbierende Lagerungsprinzip (ALP) mit Bauteilen ver- bzw. entsorgt. Treten Kapazitätsengpässe auf, speichert das statische Lagerungsprinzip (SLP) die ankommenden Lose bis zur Weiterbearbeitung, ohne deren quantitative Struktur zu verändern.

### **(3) Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung**

Aufgrund der nachgewiesenen Wechselbeziehungen zwischen den räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage und denen der innerbetrieblichen Lagerung sind auch Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und der innerbetrieblichen Lagerung ableitbar (vgl. Abb. 2-46). Es werden jeweils nur die Organisationsprinzipien und -formen betrachtet, die eine lagerspezifische Relevanz aufweisen. Im oberen Teil der Abbildung sind die räumlichen Interdependenzen, im mittleren Teil die zeitlichen Interdependenzen aggregiert. Im unteren Teil der Abbildung werden die rele-

vanten Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung zu Organisationsformen kombiniert und je nach Passgenauigkeit den Organisationsformen der Montage zugeordnet.

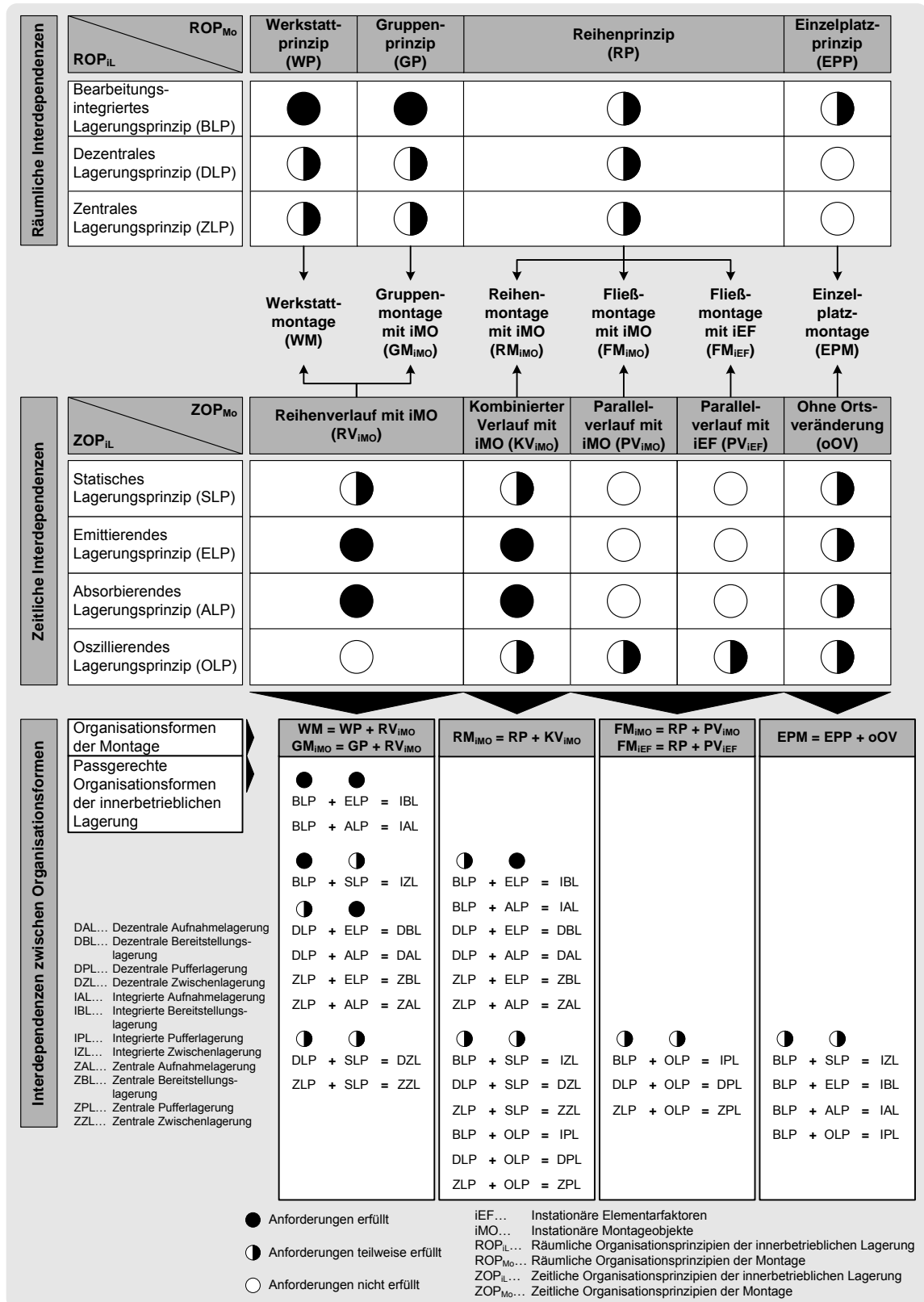


Abb. 2-46: Ableitung passgerechter Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung für die Organisationsformen der Montage

Die Werkstattmontage (WM) wird durch die Kombination des Werkstattprinzips mit dem Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten gebildet. Die Forderungen des Werkstattprinzips werden vollständig durch das bearbeitungsintegrierte Lagerungsprinzip erfüllt, die des Reihenverlaufs mit instationären Montageobjekten durch das emittierende und das absorbierende Lagerungsprinzip. Aus den beiden Kombinationsvarianten ergeben sich die integrierte Bereitstellungslagerung (IBL) und die integrierte Aufnahmelagerung (IAL) als passgerechte Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung. Typischerweise treten diese beiden Organisationsformen gemeinsam auf. Teilweise werden die gestellten Anforderungen durch das statische Lagerungsprinzip bedient. Die integrierte Zwischenlagerung (IZL) ist dann den beiden anderen Varianten der Zwischenlagerung deutlich vorzuziehen, wenn vor allem eine Verkürzung der Transportwege und eine höhere Übersichtlichkeit angestrebt werden. Im Einzelfall können auch dezentrale oder zentrale Bereitstellungs- und Aufnahmelagerungen (DBL, DAL, ZBL, ZAL) organisatorisch sinnvoll sein, diese sind jedoch wegen häufiger und langer Transporte eher unwirtschaftlich.

Eine starke Interdependenz besteht zwischen der Werkstattmontage (WM) und der integrierten Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung (IBL, IAL). Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Werkstattmontage (WM) und der integrierten Zwischenlagerung (IZL), aber auch zur dezentralen bzw. zentralen Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung (DBL, DAL, ZBL, ZAL).

In der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ( $GM_{iMO}$ ) wird das Gruppenprinzip mit dem Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten kombiniert. Das Gruppenprinzip korrespondiert vollständig mit dem bearbeitungsintegrierten Lagerungsprinzip und teilweise mit dem dezentralen und zentralen Lagerungsprinzip. Der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten stimmt mit dem emittierenden und dem absorbierenden Lagerungsprinzip vollständig überein, mit dem statischen Lagerungsprinzip teilweise. Die räumlichen und zeitlichen Interdependenzen sind deckungsgleich mit denen der Werkstattmontage. Infolgedessen sind dieselben Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung bei der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten passgerecht, die auch schon bei der Werkstattmontage dokumentiert wurden.

Eine starke Interdependenz besteht zwischen der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ( $GM_{iMO}$ ) und der integrierten Bereitstellungs- sowie Aufnahmelagerung (IBL, IAL). Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten ( $GM_{iMO}$ ) und der integrierten Zwischenlagerung (IZL), aber auch zur dezentralen bzw. zentralen Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung (DBL, DAL, ZBL, ZAL).

Bei der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{iMO}$ ) wird das Reihenprinzip mit dem kombinierten Verlauf mit instationären Montageobjekten verknüpft. Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten stimmt vollständig mit dem emittierenden und dem absorbierenden Lagerungsprinzip überein. Die Ansprüche des Reihenprinzips werden durch kein zeitliches Organisationsprinzip vollständig erfüllt. Dementsprechend gibt es keine Organisationsform der innerbetrieblichen Lagerung, die den diffizilen Lagerungsbedarfen umfassend entsprechen kann. Je nachdem, wie der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten überwiegend organisiert ist, entstehen unterschiedliche Lagerungsbedarfe:

- Erfolgt hauptsächlich eine losweise Weitergabe, können jeweils alle drei Varianten der Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung mögliche Gestaltungsoptionen der Lagerorganisation sein. Dennoch sind die integrierte Bereitstellungslagerung (IBL) und die integrierte Aufnahmelagerung (IAL) aufgrund ihrer kurzen Entfernungen zur Montagestation und ihrer besseren Lagerungskapazität den anderen Varianten deutlich vorzuziehen. Dezentrale, zentrale und integrierte Zwischenlagerungen spielen eine eher unbedeutendere Rolle und sind in der Regel nicht explizit vorzuhalten. Weil der kombinierte Verlauf auf eine Verkürzung der Unterbrechungszeiten abzielt und die Vorteile des Reihen- und des Parallelverlaufs kombiniert, treten im Allgemeinen bei der Losfertigung selten Zwischenlagerungen aufgrund von belegten Kapazitätseinheiten auf.
- Ist die Weitergabe von Montageobjekten größtenteils durch die Einzelteilweitergabe geprägt, entstehen für gewöhnlich keine Lagerungsbedarfe. Störungsbedingte Lagerungen können durch die Varianten der Pufferlagerung realisiert werden. Je nach Zielstellung kann diese integriert, dezentral oder zentral organisiert sein.



Es besteht keine starke Interdependenz zwischen der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{IMO}$ ) und den Organisationsformen innerbetrieblicher Lagerung. Folglich kann die Reihenmontage mit instationären Montageobjekten prinzipiell ohne innerbetriebliche Lagerungsprozesse auskommen. Eine mittlere Interdependenz besteht zwischen der Reihenmontage mit instationären Montageobjekten ( $RM_{IMO}$ ) und der integrierten Bereitstellungs- sowie Aufnahmelagerung (IBL, IAL).

Die Fließmontage mit instationären Montageobjekten ( $FM_{IMO}$ ) und die Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren ( $FM_{IEF}$ ) basieren grundsätzlich auf denselben räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage: Reihenprinzip und Parallelverlauf, wobei in der ersten Variante sich nur die Montageobjekte instationär verhalten, bei der zweiten Variante sind alle Elementarfaktoren instationär. Die gestellten Ansprüche werden von keinem Organisationsprinzip der innerbetrieblichen Lagerung vollständig erfüllt. Das lässt darauf schließen, dass Organisationsformen, die auf dem Reihenprinzip und dem Parallelverlauf basieren, keine innerbetriebliche Lagerung zwingend erfordern. Die sofortige Weitergabe von Montageobjekten nach ihrer Bearbeitung und die hohe Arbeitsteilung erzeugen einen sehr kontinuierlichen Montageprozess. Im Idealfall entstehen keine Liegezeiten. Technische Störungen an einzelnen Arbeitsplätzen können sich jedoch aufgrund enger zeitlicher Bindungen (möglicherweise Taktzwang) zwischen den Montagestationen auf den gesamten Produktionsprozess auswirken. Pufferlagerungen können diese unplanmäßigen Lagerungsprozesse übernehmen. Insbesondere die integrierte Pufferlagerung (IPL) ist hier am besten geeignet, da sie direkt in die störungsanfällige Montagestation eingegliedert ist und im Bedarfsfall sofort reagieren kann. Im Einzelfall könnten organisatorische oder technische Rahmenbedingungen Kapazitätsengpässe an vereinzelt Montagestationen und damit Lagerungsbedarfe auslösen, die ebenfalls mit der integrierten Pufferlagerung abgefangen werden können.

Es besteht keine starke oder mittlere Interdependenz zwischen der Fließmontage mit instationären Montageobjekten ( $FM_{IMO}$ ) bzw. mit instationären Elementarfaktoren ( $FM_{IEF}$ ) und den Organisationsformen innerbetrieblicher Lagerung. Die Varianten der Fließmontage kommen grundsätzlich ohne innerbetriebliche Lagerungsprozesse aus. Störungs- und engpassbedingte Lagerungsbedarfe sind durch die integrierte Pufferlagerung realisierbar (IPL).

Die Einzelplatzmontage (EPM) verknüpft das Einzelplatzprinzip mit dem Prinzip ohne Ortsveränderung. Weder die Erfordernisse des räumlichen noch die des zeitlichen Organisationsprinzips der Montage können vollständig von einem Organisationsprinzip der innerbetrieblichen Lagerung erfüllt werden. So kann auch die Einzelplatzmontage grundsätzlich ohne Lagerungsprozesse auskommen, es sei denn, sie ist in ein komplexes Montagesystem eingebunden. Aufgrund der Definition des Einzelplatzprinzips – alle notwendigen Betriebsmittel sind überwiegend in einer Montagestation integriert – kann von den räumlichen Organisationsprinzipien das bearbeitungsintegrierte Lagerungsprinzip am besten mögliche Lagerungsbedarfe befriedigen. Aus zeitlicher Sicht ist jedes Organisationsprinzip dazu in der Lage. Folglich sind vier Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung geeignet, auftretende Lagerungsmengen je nach Bedarfsfall aufzunehmen. Welche Organisationsform dabei passgerecht ist, ist abhängig vom zeitlichen Organisationsprinzip des komplexen Montagesystems:

- Ist die Einzelplatzmontage (EPM) in ein System eingebunden, dass auf einer losweisen Teileweitergabe basiert (Reihenverlauf, ggf. kombinierter Verlauf), dann sind vor allem das emittierende und das absorbierende Lagerungsprinzip zur Ver- und Entsorgung der Montagestation mit Montageobjekten passgerecht. Dementsprechend sind die integrierte Bereitstellungslagerung (IBL) und die integrierte Aufnahmelagerung (IAL) passgerecht.
- Treten kapazitätsbedingte Engpässe bei der Losfertigung auf, kann das statische Lagerungsprinzip angewendet werden. Die sich daraus ergebende integrierte Zwischenlagerung (IZL) ist in der Lage, temporäre Lagerungsmenge aufzunehmen ohne deren mengenmäßige Struktur während der Lagerung zu verändern.
- Bei sofortiger Weitergabe der Montageobjekte (Parallelverlauf) sind nur dann Lagerungsprozesse notwendig, wenn technisch-technologische Störungen den kontinuierlichen Montageprozess hemmen oder behindern. Das oszillierende Lagerungsprinzip kann unplanmäßige Lagerungsprozesse bestmöglich realisieren. Dementsprechend ist in diesen Fällen die integrierte Pufferlagerung (IPL) die passgerechte Organisationsform der innerbetrieblichen Lagerung.

Es besteht keine starke oder mittlere Interdependenz zwischen der Einzelplatzmontage (EPM) und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung. Grundsätzlich sind keine innerbetrieblichen Lagerungsprozesse notwendig. Bei Einbindung der Einzelplatz-

montage in ein komplexes Fertigungssystem können die integrierten Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung passgerecht sein.

Die erarbeiteten Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung sind in der Abb. 2-47 zusammengefasst. Die fett gedruckten Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung in der ersten Zeile stellen Gestaltungskonzepte dar, die auf eine starke Interdependenz zurückzuführen sind (z. B. IBL/ IAL bei GFR). Sie sollten primär umgesetzt werden. Die Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung in der zweiten Zeile basieren auf weniger starken Interdependenzen und sind sekundäre, unter bestimmten Zielstellungen umsetzbare organisatorische Lösungen (z. B. ZL, PL bei GFR).

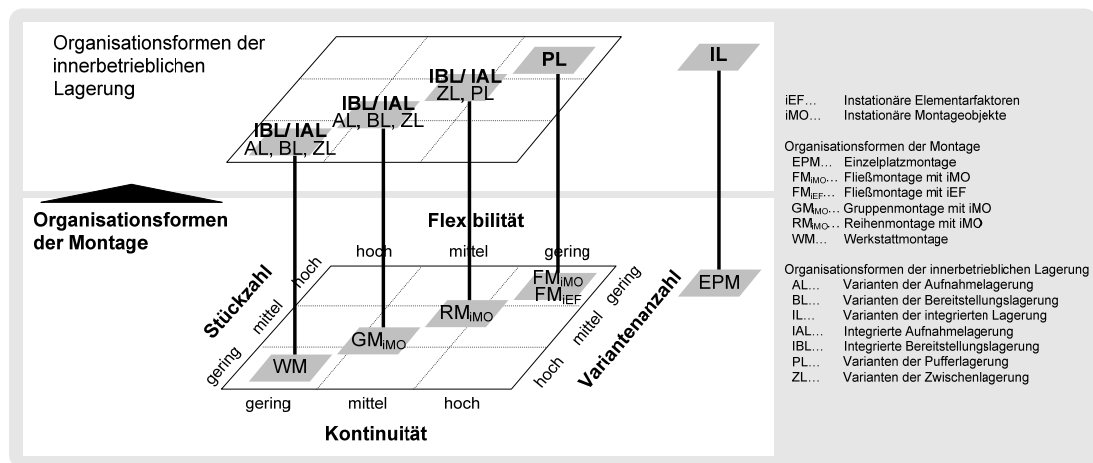
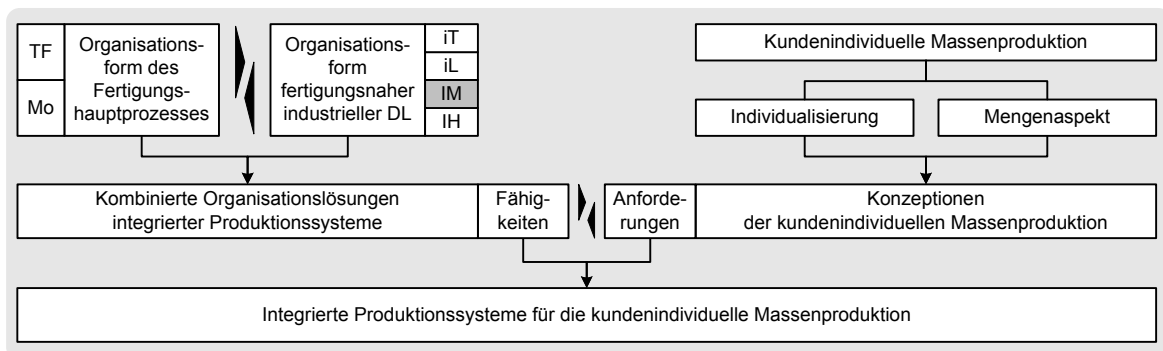


Abb. 2-47: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung

### 2.3.4 Organisation des Informationsmanagement



Das Informationsmanagement nimmt im Kanon der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen einen besonderen Platz ein. Es sorgt makrostrukturübergreifend dafür, dass fertigungsrelevante Informationen fertigungsauftragsbezogen und anforderungsgerecht erzeugt, bereitgestellt, verarbeitet, gespeichert und übertragen werden. Neben allgemeinen, administrativen und fachlichen Informationen stehen insbesondere Prozessinformationen<sup>160</sup> im Fokus des Informationsmanagement, die entweder zur Realisierung von Fertigungsaufträgen notwendig sind oder während eines Herstellungsprozesses entstehen<sup>161</sup> (z. B. Stücklisten, Signalanlagen, Plantafeln, Checklisten, Emails, Telefonate und Lautsprecherdurchsagen).

Neben der makrostrukturübergreifenden Aufgabe des Informationsmanagement im Unternehmen kommt ihr noch eine zweite, für den Untersuchungsgegenstand der kundenindividuellen Massenproduktion, sehr wesentliche Bedeutung zu. Jede Interaktion mit dem Kunden und auch jede kundenspezifische Transaktion im Leistungserstellungsprozess basiert auf der Gewinnung, Verarbeitung, Koordination und Speicherung von Kundeninformationen. Die Kosten für Investition, Implementierung und Anwendung von unerlässlichen Informations- und Kommunikationsprozessen sowie -technologien sind starke Kostentreiber bei der Durchführung der kundenindividuellen Massenproduktion.<sup>162</sup> Umfassende und aus Sicht der Kosten vor allem abgestimmte Informations- und Kommunikationsprozesse sind wichtige Voraussetzungen für den Aufbau eines wirtschaftlichen Informationsmanagement.

Informatorische Prozesse orientieren sich an den ablaufenden Materialflüssen der zu unterstützenden Organisationsform des Fertigungshauptprozesses. Sie laufen wiederkehrend in vier Teilprozessen ab: Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Übermittlung von Informationen. Sie bilden zwischen einem Sender und einem Empfänger den Informationszyklus. Dieser ist als Bestandteil des technologischen Zyklus ein nicht zu unterschätzender Anteil bei der Durchlaufzeitbestimmung. Die Länge eines Informationszyklus ist „das Ergebnis der ablauforganisatorischen Gestaltung“<sup>163</sup> der zu unterstützenden Organisationsform des Fertigungshauptprozesses und abhängig von den zugrunde liegenden

---

<sup>160</sup> Vgl. STADELMANN (1996) - Informationstechnologie, S. 72 f.

<sup>161</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 15.

<sup>162</sup> Vgl. PILLER/IHL (2002) - Mythos Mass Customization, S. 12; ZIPKIN (2001) - Limits of mass customization, S. 82.

<sup>163</sup> GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 104.

prozessualen Rahmenbedingungen (z. B. Art der Teileweitergabe, Art der Bearbeitungs-, Lagerungs- und Transportmittel, Anzahl der Prozessschritte, mögliche Taktung). Viele verkettete Informationszyklen erzeugen einen Informationsfluss, den es durch das Informationsmanagement zu organisieren gilt.<sup>164</sup> Die Dauer eines Informationsflusses ist die Summe kumulierter Informationszyklusdauern eines Prozesses. Die Dauer eines Informationszyklus ist das additive Ergebnis seiner Zeitbestandteile für die Teilprozesse Erfassung, Verarbeitung, Speicherung und Übertragung.<sup>165</sup>

Mangelhafte (z. B. unvollständige, fehlende, falsche) oder verzögerte Informationen können den Wertschöpfungsprozess hemmen oder verhindern. Infolgedessen entstehen informationsbedingte Unterbrechungszeiten, die monetär bewertet, Kosten verursachen – wie beispielsweise Kosten aus Warte- und Stillstandszeiten, Beschaffungskosten für die richtigen Informationen, Kapitalbindungskosten, Kosten für Zusatzmaterialien, Nacharbeit oder Terminüberschreitungskosten.<sup>166</sup> Über den Throughput beeinflusst das Informationsmanagement die Produktivität eines Unternehmens in zweierlei Hinsicht – outputseitig über die Wertschöpfung und inputseitig über die Kosten der eingesetzten Elementarfaktoren. Aus Sicht zu koordinierender Informationsflüsse gestaltet das Informationsmanagement als Querschnittsfunktion die erforderlichen Bedingungen für wirtschaftlich ablaufende Fertigungshauptprozesse.

GRYTSCH analysiert, basierend auf den Untersuchungsergebnissen von ZOPFF<sup>167</sup>, durchführbare organisatorische Gestaltungsvarianten des Informationsmanagement. Er bestimmt unterschiedliche Möglichkeiten des Zusammenwirkens von Elementarfaktoren mit dem Faktor Information, und leitet daraus zielgerichtete und wirtschaftlich sinnvolle Organisationsformen des Informationsmanagement ab.<sup>168</sup> Sie sind Grundlage der weiteren Arbeit.

Das Informationsmanagement ist für die Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage passgerecht zu organisieren. Dafür sind theoretisch und praktisch relevante Organisationsformen des Informationsmanagement zu formulieren. Durch abgestimmte Ge-

---

<sup>164</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 17 f., 106 f.

<sup>165</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 105.

<sup>166</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 20 f.; HACKER (2008) - Informationsflussgestaltung, S. 16-23.

<sup>167</sup> Vgl. ZOPFF (2005) - Informationsmanagement KMU.

<sup>168</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement.

staltungslösungen werden materialfluss- und informationsflusssynchrone Produktionsprozesse angestrebt, die eine Verbesserung der Steuerung von Fertigungsaufträgen und eine Steigerung der Produktivität unterstützen. Spezifische Informationsbedarfe von Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse stellen unterschiedliche Ansprüche an die Gestaltung der Organisation des Informationsmanagement. Die Grundlage dafür bilden miteinander zu kombinierende Organisationsprinzipien.

#### **2.3.4.1 Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien des Informationsmanagement**

Die Organisationsformen des Informationsmanagement leiten sich aus der Verknüpfung eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips ab. Die räumlichen Organisationsprinzipien des Informationsmanagement kennzeichnen eine mögliche Informationsflussrichtung (richtungsorientiert oder nicht richtungsorientiert), die auf die Orte der zur Steuerung des Materialflusses erforderlichen Informationsbedarfe (feste oder variierende Orte) und ihre Anlaufreihenfolge (gleiche oder variierende Anlaufreihenfolge) abzielt. Auf der gruppenweisen Verbindung dieser drei Determinanten basieren die vier räumlichen Organisationsprinzipien des Informationsmanagement.<sup>169</sup>

- Ungerichtetes Informationsflussprinzip: Orte von Informationsbedarfen und Anlaufreihenfolge der Informationen zu Fertigungsaufträgen sind variierend und es ist keine feste Richtungsorientierung vorgegeben.
- Richtungsvariables Informationsflussprinzip: Feste Orte von Informationsbedarfen zu Fertigungsaufträgen sind in variierender Anlaufreihenfolge zu bedienen. Eine Richtungsorientierung liegt nicht vor.
- Gerichtetes Informationsflussprinzip: Richtungsorientiert sind feste Orte von Informationsbedarfen von Fertigungsaufträgen zu befriedigen. Die Anlaufreihenfolge kann dabei variieren.
- Verkettetes Informationsflussprinzip: Informationen zu Fertigungsaufträgen sind richtungsorientiert an festen Orten und in fester Anlaufreihenfolge zu realisieren.

---

<sup>169</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 85-92.

Die Abb. 2-48 skizziert die grundsätzlichen Layouts der räumlichen Organisationsprinzipien des Informationsmanagement und verdeutlicht deren Kombinationsvarianten zwischen Anlaufreihenfolge, Orten von Informationsbedarfen und Richtungsorientierung.

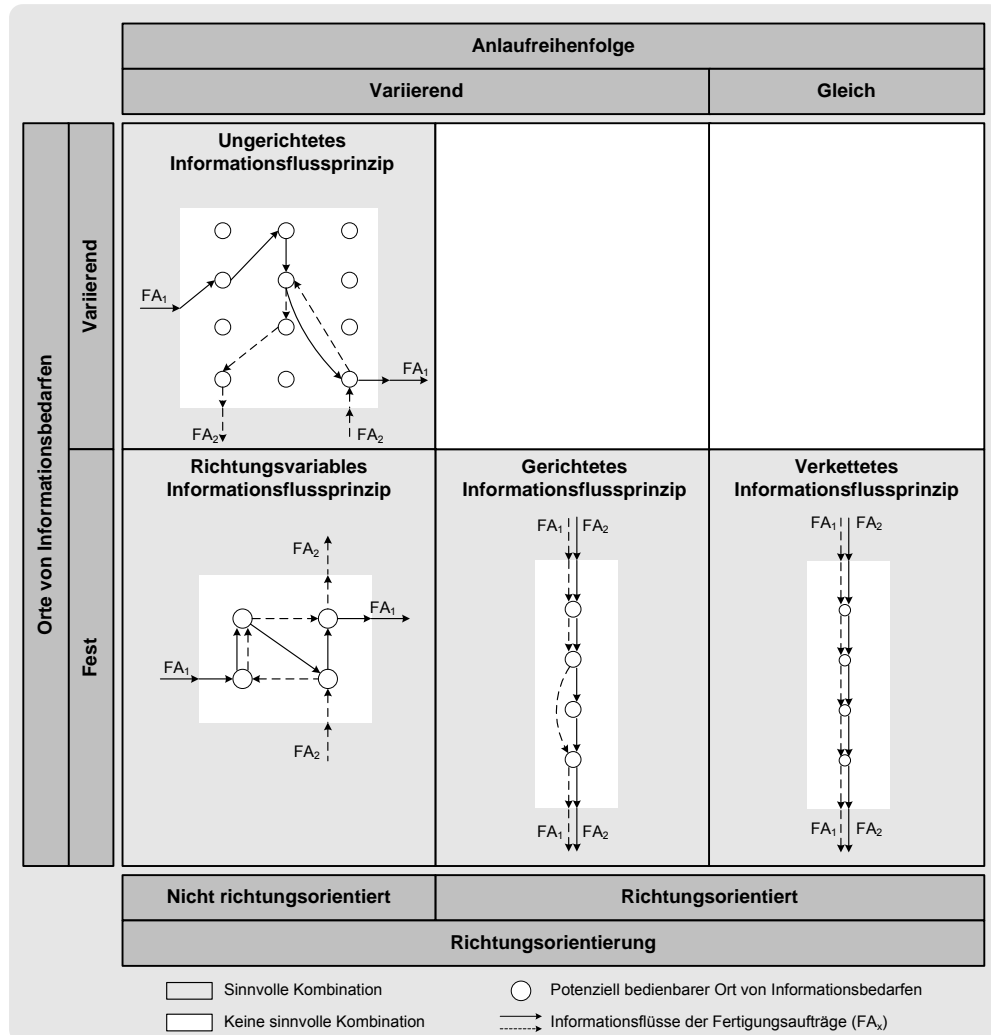


Abb. 2-48: Räumliche Organisationsprinzipien des Informationsmanagement<sup>170</sup>

Die vier zeitlichen Organisationsprinzipien des Informationsmanagement kennzeichnen die Art und Weise der Durchführung von Informationszyklen. Das geht in der Regel mit „der räumlichen Transformation von Prozessinformationen“<sup>171</sup> im Produktionsprozess einher. Sie sind stark an die zeitlichen Organisationsprinzipien der Fertigungshauptprozesse gebunden. Bedingt durch die Arbeitsteilung in den Fertigungshauptprozessen wird der physische Transport von Arbeits- bzw. Montageobjekten zwischen vor- und nachgelagerten Bearbeitungsstationen notwendig. Dies erfordert die materialflusssynchrone Wei-

<sup>170</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 89-92.

<sup>171</sup> GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 104.

tergabe von Prozessinformationen in Abhängigkeit der Fertigungsaufträge und der definierten Informationsbedarfe.<sup>172</sup> Die zeitlichen Organisationsprinzipien des Informationsmanagement sind:<sup>173</sup>

- Reihenverlauf: Nach Bearbeitungsende am letzten Bauteil eines Fertigungsloses an einer Bearbeitungsstation läuft der Informationszyklus ab. Die diskontinuierlich ablaufenden Informationszyklen dauern in der Regel unterschiedlich lang und weisen eine sehr komplexe, heterogene Struktur auf.
- Kombierter Verlauf: Vor oder nach der Bearbeitung eines Teilloses findet ein Informationszyklus statt. Ein Teillos kann ein oder mehrere Bauteile umfassen. Komplexität, Dauer und Anzahl generierter Informationszyklen ist teillospezifisch.
- Parallelverlauf: Vor oder nach der Bearbeitung eines Bauteils findet ein Informationszyklus statt. Die bauteilspezifischen Informationszyklen haben eher eine kurze Zyklusdauer und sind einfach strukturiert. Ihre Homogenität und hohe Kontinuität reduzieren den Steuerungsaufwand.
- Echtzeitverlauf: Vor, nach und während der Bearbeitung eines Bauteils laufen Informationszyklen ab. Prozessinformationen werden „orts- und zeitunabhängig [...] in Lichtgeschwindigkeit“<sup>174</sup> übermittelt. Hoch kontinuierliche und sehr kurze Informationszyklen finden arbeitgangspezifisch in großen Stückzahlen statt.

#### 2.3.4.2 Organisationsformen des Informationsmanagement

Die paarweise Kombination räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien bilden 16 theoretisch begründbare Organisationsformen des Informationsmanagement. Neun dieser Kombinationen stellen auch praktisch realisierbare Gestaltungslösungen dar. Diese sind (vgl. Abb. 2-49):

- |  |  |
|--|--|
| • Ungerichteter losspezifischer Informationsfluss      | • Verketteter teillospezifischer Informationsfluss |
| • Richtungsvariabler losspezifischer Informationsfluss | • Gerichteter objektspezifischer Informationsfluss |
| • Ungerichteter teillospezifischer Informationsfluss   | • Verketteter objektspezifischer Informationsfluss |

<sup>172</sup> Vgl. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 107.

<sup>173</sup> Vgl. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 108-114; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 624.

<sup>174</sup> GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 112.



- Richtungsvariabler teillosspezifischer Informationsfluss
- Gerichteter teillosspezifischer Informationsfluss
- Verketteter arbeitgangspezifischer Informationsfluss

<b>ROP<sub>IM</sub></b> <b>ZOP<sub>IM</sub></b>	<b>Ungerichtetes Informationsflussprinzip</b>	<b>Richtungsvariables Informationsflussprinzip</b>	<b>Gerichtetes Informationsflussprinzip</b>	<b>Verkettetes Informationsflussprinzip</b>
<b>Reihenverlauf</b>	Ungerichteter teillosspezifischer Informationsfluss (ULI)	Richtungsvariabler teillosspezifischer Informationsfluss (RLI)		
<b>Kombinierter Verlauf</b>	Ungerichteter teillosspezifischer Informationsfluss (UTI)	Richtungsvariabler teillosspezifischer Informationsfluss (RTI)	Gerichteter teillosspezifischer Informationsfluss (GTI)	Verketteter teillosspezifischer Informationsfluss (VTI)
<b>Parallelverlauf</b>			Gerichteter objektspezifischer Informationsfluss (GOI)	Verketteter objektspezifischer Informationsfluss (VOI)
<b>Echtzeitverlauf</b>				Verketteter arbeitgangspez. Informationsfluss (VAI)

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips  
☐ Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

ROP<sub>IM</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien des Informationsmanagement  
 ZOP<sub>IM</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien des Informationsmanagement

Abb. 2-49: Organisationsformen des Informationsmanagement<sup>175</sup>

GRYTSCH beschreibt sämtliche Organisationsformen des Informationsmanagement im Detail<sup>176</sup>. Die räumlich-zeitlichen Verknüpfungen der neun praktikablen Organisationsformen beanspruchen unterschiedliche Rahmenbedingungen, die ihrerseits differenzierte Merkmalsausprägungen hervorrufen (vgl. Abb. 2-50).

<sup>175</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 141.

<sup>176</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 142-181.

Merkmale	Ungerichteter losspezifischer Informationsfluss (ULI)	Ungerichteter teillospezifischer Informationsfluss (UTI)	Richtungsvariabler losspezifischer Informationsfluss (RLI)	Richtungsvariabler teillospezifischer Informationsfluss (RTI)
Räumliches Organisationsprinzip	Ungerichtetes Informationsflussprinzip	Ungerichtetes Informationsflussprinzip	Richtungsvariables Informationsflussprinzip	Richtungsvariables Informationsflussprinzip
Zeitliches Organisationsprinzip	Reihenverlauf	Kombinierter Verlauf	Reihenverlauf	Kombinierter Verlauf
Richtungsorientierung	Ohne	Ohne	Ohne	Ohne
Orte von Informationsbedarfen	Variierend	Variierend	Fest	Fest
Anlaufreihenfolge	Variierend	Variierend	Variierend	Variierend
Zeitpunkt des Informationszyklus	Vor / Nach Fertigungslos	Vor / Nach Teillos	Vor / Nach Fertigungslos	Vor / Nach Teillos
Anzahl der Informa- tionszyklen je BS	1-mal pro Fertigungslos	1-mal pro Teillos	1-mal pro Fertigungslos	1-mal pro Teillos
Praktische Relevanz	Häufig vorhanden	Nicht unüblich	Häufig vorhanden	Nicht unüblich

Merkmale	Gerichteter teillospezifischer Informationsfluss (GTI)	Gerichteter objektspezifischer Informationsfluss (GOI)	Verketteter teillospezifischer Informationsfluss (VTI)	Verketteter objektspezifischer Informationsfluss (VOI)	Verketteter arbeitsgangspez. Informationsfluss (VAI)
Räumliches Organisationsprinzip	Gerichtetes Informationsflussprinzip	Gerichtetes Informationsflussprinzip	Verkettetes Informationsflussprinzip	Verkettetes Informationsflussprinzip	Verkettetes Informationsflussprinzip
Zeitliches Organisationsprinzip	Kombinierter Verlauf	Parallelverlauf	Kombinierter Verlauf	Parallelverlauf	Echtzeitverlauf
Richtungsorientierung	Mit	Mit	Mit	Mit	Mit
Orte von Informationsbedarfen	Fest	Fest	Fest	Fest	Fest
Anlaufreihenfolge	Variierend	Variierend	Gleich	Gleich	Gleich
Zeitpunkt des Informationszyklus	Vor / Nach Einzelteil	Vor / Nach Einzelteil	Vor / Nach Teillos	Vor / Nach Einzelteil	Während Arbeitsgang
Anzahl der Informa- tionszyklen je BS	1-mal pro Teillos	n <sub>L</sub> -mal pro Fertigungslos	1-mal pro Teillos	n <sub>L</sub> -mal pro Fertigungslos	x•n <sub>L</sub> -mal pro Fertigungslos
Praktische Relevanz	Häufig vorhanden	Nicht unüblich	Nicht unüblich	Häufig vorhanden	Häufig vorhanden

Abb. 2-50: Charakteristika der Organisationsformen des Informationsmanagement<sup>177</sup>

Die Fähigkeiten der Organisationsformen des Informationsmanagement sind durch die Merkmale Flexibilität, Kontinuität, Länge der Informationswege und durch das Bezugsobjekt des Informationszyklus gekennzeichnet. Hinsichtlich dieser vier Merkmale wird eine Fähigkeiteneinschätzung vorgenommen (vgl. Abb. 2-51).

<sup>177</sup> I. A. a. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 194.

Merkmale	Ungerichteter losspezifischer Informationsfluss	Ungerichteter teillospezifischer Informationsfluss	Richtungsvariabler losspezifischer Informationsfluss	Richtungsvariabler teillospezifischer Informationsfluss
Länge der Informationswege	Lang	Lang	Mittel	Mittel
Bezugsobjekt des Informationszyklus	Fertigungslos	Teillos	Fertigungslos	Teillos
Flexibilität	Sehr hoch	Sehr hoch	Hoch	Hoch
Kontinuität	Sehr gering	Gering	Gering	Gering bis mittel

Merkmale	Gerichteter teillospezifischer Informationsfluss	Gerichteter objektspezifischer Informationsfluss	Verketteter teillospezifischer Informationsfluss	Verketteter objektspezifischer Informationsfluss	Verketteter arbeitsgangspez. Informationsfluss
Länge der Informationswege	Kurz	Kurz	Sehr kurz	Sehr kurz	Sehr kurz
Bezugsobjekt des Informationszyklus	Teillos	Einzelteil	Teillos	Teillos	Arbeitsgang
Flexibilität	Mittel	Mittel	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering
Kontinuität	Mittel	Mittel bis hoch	Mittel bis hoch	hoch	Sehr hoch

Abb. 2-51: Fähigkeiten der Organisationsformen des Informationsmanagement<sup>178</sup>

Vom ungerichteten losspezifischen Informationsfluss hin zum verketteten arbeitsgangspezifischen Informationsfluss nimmt die Häufigkeit und die Verstetigung ablaufender Informationsflüsse sukzessive zu. Eine ansteigende Kontinuität und eine sinkende Flexibilität sind die Folgen.

Laut GRYSCH besitzen fünf der neun Organisationsformen des Informationsmanagement bei der praktischen Umsetzung eine höhere Relevanz. Sie orientieren sich an den ablaufenden Materialflüssen der zu unterstützenden Organisationsform des Fertigungshauptprozesses. Eine hohe Synchronität zwischen Material- und Informationsflüssen reduzieren Informationsdefizite und daraus entstehende Kosten. Diese Organisationsformen bezeichnet GRYSCH als originär. Sie besitzen gegenüber den anderen vier derivativen Organisationsformen das Einsatzprimat. Derivative Organisationsformen gehen aus den originären hervor. Ihre praktische Bedeutung liegt vor allem im Einsatz bei besonderen betrieblichen Voraussetzungen und Zielstellungen (z. B. Lossplittung, Losüberlappung, Verkürzung der Durchlaufzeit, Reduzierung des Koordinationsaufwands, Reduzierung von Unterbrechungszeiten). Informations- und Materialflüsse sind in derivativen Organisationsformen weniger zeitlich abgestimmt, aber durchaus technisch bzw. wirtschaftlich zweckmäßig, wenn die Bereitstellung von Prozessinformationen an abweichenden Orten und

<sup>178</sup> I. A. a. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 194.

Zeitpunkten erforderlich ist.<sup>179</sup> Die originären mit den jeweiligen derivativen Organisationsformen des Informationsmanagement werden in der Abb. 2-52 aufgezeigt.

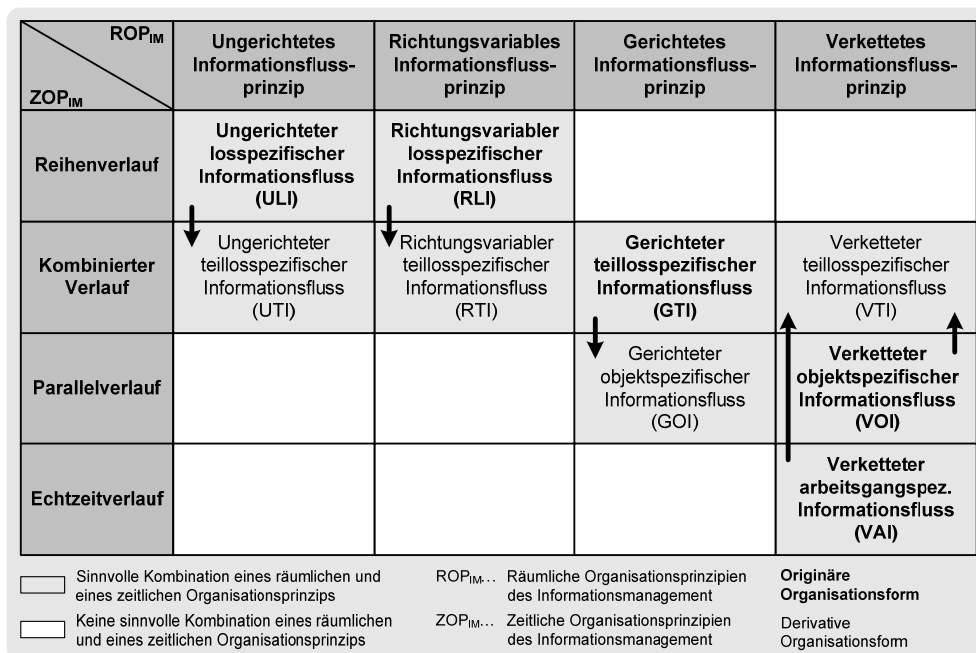
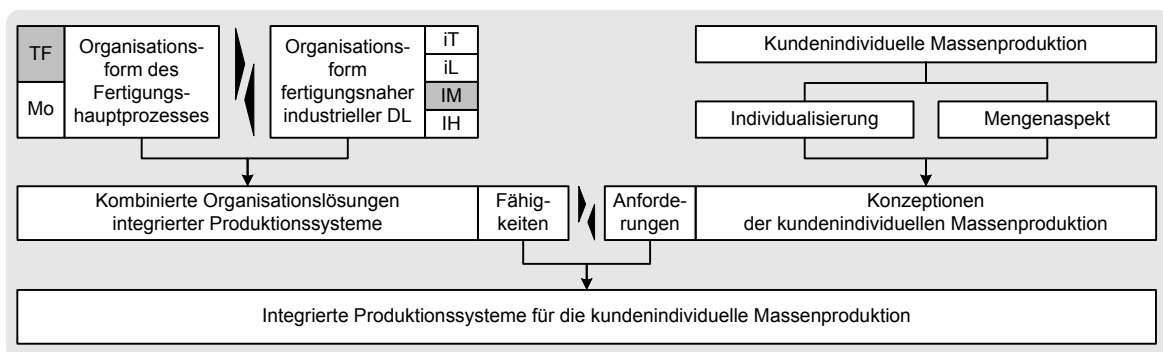


Abb. 2-52: Originäre und derivative Organisationsformen des Informationsmanagement

### 2.3.4.3 Organisationsformen des Informationsmanagement für die Teilefertigung



Kapitel 2.3.4.3: Teilefertigung und Informationsmanagement

Welche Organisationsformen des Informationsmanagement in der Lage sind, ablauforganisatorisch definierte Informationsbedarfe in den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und Montage anforderungsgerecht zu befriedigen, analysiert GRYTSCH für

<sup>179</sup> Vgl. GRYTSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 141, 181 f.

originäre Organisationsformen<sup>180</sup>. Diese Untersuchungen sind um die derivativen Organisationsformen in der Teilefertigung und Montage zu ergänzen.

Über eine Teileklassenanalyse und einem anschließenden Profilvergleich stellt GRYSCH fest, dass die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung durch folgende originäre Organisationsformen des Informationsmanagement passgerecht unterstützt werden:<sup>181</sup>

- Werkstattfertigung (WF) durch den ungerichteten losspezifischen Informationsfluss (ULI)
- Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt (GFA) durch den richtungsvariablen losspezifischen Informationsfluss (RLI)
- Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR) durch den gerichteten teillosspezifischen Informationsfluss (GTI)
- Fließfertigung (FF) durch den verketteten objektspezifischen Informationsfluss (VOI) und durch den verketteten arbeitgangspezifischen Informationsfluss (VAI)

Der Einzelplatzfertigung wird keine passgerechte Organisationsform des Informationsmanagement zugeordnet.

Innerhalb einer Einzelplatzfertigung treten zwar keine direkten Materialflüsse auf, trotzdem laufen auch hier informatorische Prozesse ab, die es zu gestalten gilt. In diesem Spezialfall orientiert sich der Informationsfluss nicht am Materialfluss innerhalb einer Organisationsform, sondern am Materialfluss des Produktionssystems, in das eine Einzelplatzfertigung eingebunden ist. Das räumliche Organisationsprinzip des Informationsmanagement ist demnach als zweitrangig anzusehen und das zeitliche Organisationsprinzip des Informationsmanagement wird erstrangig. In Abhängigkeit von der Art und Weise der Teileweitergabe vor- bzw. nachgelagerter Bearbeitungsstationen ist auch die Organisationsform des Informationsmanagement für die Einzelplatzfertigung zu wählen, um Informationsdefizite und Asynchronität mit dem Materialfluss zu vermeiden. Folgende originäre Organisationsformen des Informationsmanagement stellen praktische Alternativen für die Einzelplatzfertigung (EPF) dar:

---

<sup>180</sup> Vgl. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 197-204.

<sup>181</sup> Vgl. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 211.

- Fertigung nach dem Reihenverlauf mit kompletten Fertigungslosen: Es sind der ungerichtete losspezifische Informationsfluss (ULI) oder der richtungsvariable losspezifische Informationsfluss (RLI) zu wählen.
- Fertigung nach dem kombinierten Verlauf mit mehreren Teillosen: Es ist der gerichtete teillosspezifische Informationsfluss (GTI) durchführbar.
- Fertigung nach dem Parallelverlauf mit Einzelteilen: Hier ist der verkettete objekt-spezifische Informationsfluss (VOI) passgerecht. Der verkettete arbeitsgangspezifische Informationsfluss (VAI) ist dann anzustreben, wenn Informationszyklen auch während des Arbeitsgangs stattfinden, also im Echtzeitverlauf Prozessinformationen transformiert werden.

Für die Verfolgung spezifischer produktionstechnischer oder logistischer Zielstellungen können derivative Organisationsformen zu denkbaren Gestaltungslösungen werden. Das gilt beispielsweise dann, wenn der Planungs- und Koordinationsaufwand zu senken oder die Durchlaufzeit zu verkürzen sind. Aufgrund der im vorangegangenen Abschnitt aufgezeigten Interdependenzen zwischen originären und derivativen Organisationsformen des Informationsmanagement (vgl. Abb. 2-52) sind derivative Gestaltungslösungen für die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung ableitbar.

Die festgestellten Interdependenzen zwischen klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den originären (fett gedruckten) sowie derivativen Organisationsformen des Informationsmanagement sind in Abb. 2-53 dargestellt.

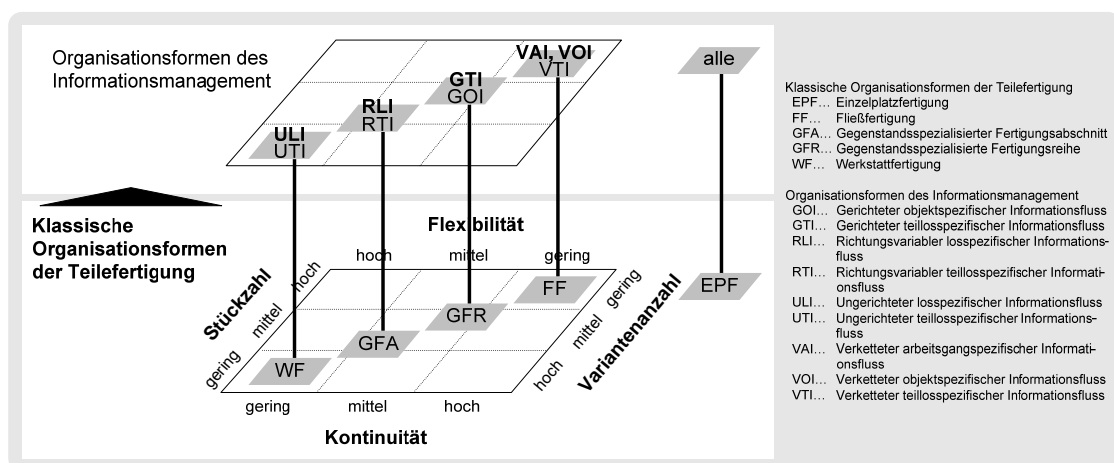


Abb. 2-53: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des Informationsmanagement<sup>182</sup>

<sup>182</sup> I. A. a. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 211.

Für die Werkstattfertigung (WF) ist neben dem originären ungerichteten losspezifischen Informationsfluss (ULI) der derivative ungerichtete teillosspezifische Informationsfluss (UTI) eine Gestaltungsvariante für das Informationsmanagement. Dies wäre der Fall, wenn fertigungstechnisch bzw. organisatorisch ganze Fertigungslose in mehrere Transportlose teilbar sind und diese dann auf eigenen Pfaden den Produktionsprozess durchlaufen. Bei sehr großen Fertigungslosen kann die Abfrage von teillosspezifischen Prozessinformationen wichtig sein.

Ähnliches ist für den gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt (GFA) zu konstatieren. Bei der Weitergabe kompletter Fertigungslose ist originär der richtungsvariable losspezifische Informationsfluss (RLI) zu organisieren. Ist die Bearbeitung von mehreren Teilmengen in Transportlosen wirtschaftlicher, ist auch der derivative richtungsvariable teillosspezifische Informationsfluss (RTI) eine praktikable Variante.

Die gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR) erfordert originär den gerichteten teillosspezifischen Informationsfluss (GTI). Kann die Weitergabe von einzelnen Bauteilen zwischen den Bearbeitungsstationen realisiert werden, ist der derivative gerichtete objektspezifische Informationsfluss (GOI) ebenfalls möglich.

Die Fließfertigung (FF) basiert auf einer sofortigen Teileweitergabe nach Bearbeitungsende an einem Arbeitsplatz. Der verkettete objektspezifische Informationsfluss (VOI) ist die geeignete originäre Organisationsform des Informationsmanagement, die bauteilspezifische Informationszyklen auslöst. Bei einem hochgradig arbeitsteiligen Produktionsprozess ist auch der originäre arbeitgangspezifische Informationsfluss (VAI) denkbar, wenn durch permanent zu generierende und transformierende Prozessinformationen fortwährende Informationszyklen stattfinden. Der derivative verkettete teillosspezifische Informationsfluss (VTI) stellt eine alternative Gestaltungslösung dar, wenn fertigungstechnisch oder ablauforganisatorisch Teillose einzurichten sind.

Typischerweise ist die Einzelplatzfertigung (EPF) in ein größeres Produktionssystem eingebunden. In diesem Fall können alle Organisationsformen des Informationsmanagement – in Abhängigkeit vom zeitlichen Organisationsprinzip der zugrunde liegenden Organisationsform der Teilefertigung – zum Einsatz kommen. Wenn die Einzelplatzfertigung als eine eigenständige Organisationseinheit vorliegt, ist eine der fünf originären Organisations-

formen zu wählen, die in Abhängigkeit von den entstehenden Kosten ein gewünschtes Maß an Kontinuität im Informationsfluss bietet.

Es sind intensive Interdependenzen zwischen den zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und den zeitlichen Organisationsprinzipien des Informationsmanagement feststellbar – die Art der Teileweitergabe im Fertigungshauptprozess determiniert wesentlich die organisatorische Ausgestaltung der Informationsflüsse. Abgestimmte Produktionsprozesse laufen insbesondere dann wirtschaftlich ab, wenn notwendige Material- und Informationsflüsse zeitlich synchron organisiert sind. Die räumliche Anordnung der Betriebsmittel wirkt sich weniger stark auf die Gestaltung des Informationsmanagement aus.

Die Bildungsweise moderner Organisationsformen der Teilefertigung kombiniert mit den zuvor formulierten Erkenntnissen erlauben es, die festgestellten kausalen Zusammenhänge zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des Informationsmanagement ebenso für die modernen Organisationsformen der Teilefertigung zu adaptieren. Diese Interdependenzen zeigt Abb. 2-54 auf.

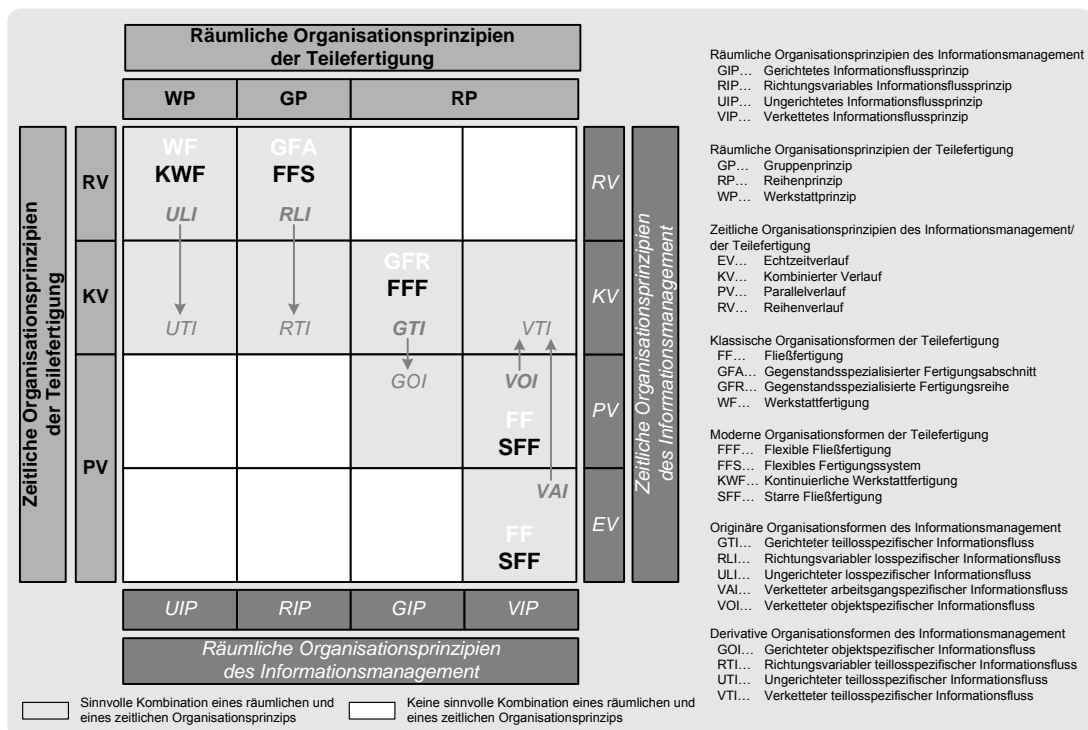


Abb. 2-54: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Teilefertigung und des Informationsmanagement<sup>183</sup>

<sup>183</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 170.



Werkstattfertigung (WF) und kontinuierliche Werkstattfertigung (KWF) beruhen auf denselben räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung und können originär durch den ungerichteten losspezifischen Informationsfluss (ULI) bedient werden. Das passgerechte Pendant der derivativen Organisationsformen ist der ungerichtete teillosspezifische Informationsfluss (UTI). Er kann dann realisiert werden, wenn in der Teilefertigung mehrere Teillose eines Fertigungsloses zeitversetzt bearbeitet werden. Die Anzahl der Informationszyklen steigt bei verkürzter Durchlaufzeit.

Ähnlich verhält es sich beim flexiblen Fertigungssystem (FFS), dem der gegenstandsspezialisierte Fertigungsabschnitt (GFA) zugrunde liegt. Der richtungsvariable losspezifische Informationsfluss (RLI) ist die passgerechte originäre Organisationsform des Informationsmanagement. Durch eine mögliche Weitergabe von Teillosten mit Hilfe des kombinierten Verlaufs in der Teilefertigung kann der derivative richtungsvariable teillosspezifische Informationsfluss (RTI) organisiert werden. Hier sind ebenfalls kürzere Durchlaufzeiten und eine höhere Kontinuität generierbar.

Die Kombination des Reihenprinzips mit dem kombinierten Verlauf ist die Basis für die gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR) und für die flexible Fließfertigung (FFF). Bestmöglich erfüllt der originäre gerichtete teillosspezifische Informationsfluss (GTI) die Anforderungen, die aus der Weitergabe mehrerer Teillose und der richtungsorientierten Anordnung der Bearbeitungsstationen entstehen. Wenn eine Kontinuitätssteigerung in der Teilefertigung durch die sofortige Weitergabe von Bauteilen mit Hilfe des Parallelverlaufs erreicht werden soll, ist der derivative gerichtete objektspezifische Informationsfluss (GOI) die zu wählende Organisationsform des Informationsmanagement. Der Umfang zu koordinierender Informationszyklen nimmt zu, ebenso auch der Planungs- und Kommunikationsaufwand für die Transformation von Prozessinformationen.

Charakteristisch für die Fließfertigung (FF) und für die darauf aufbauende starre Fließfertigung (SFF) ist ein hochgradig arbeitsteiliger Fertigungsprozess mit einer sofortigen Teileweitergabe nach Beendigung der Verrichtung an einem Arbeitsplatz. Dieses hohe Maß an Kontinuität und Synchronität von Informations- und Materialfluss befriedigt der originäre verkettete objektspezifische Informationsfluss (VOI). Informationszyklen laufen bauteilspezifisch ab, also vor bzw. nach dem Arbeitsgang. Eine Verstetigung des Informationsflusses erfährt das Informationsmanagement, wenn Informationszyklen auch wäh-

rend eines Arbeitsgangs stattfinden. Dies leistet der verkettete arbeitsgangsspezifische Informationsfluss (VAI). Für die beiden originären Organisationsformen des Informationsmanagement kann alternativ auch der derivative verkettete teillospezifische Informationsfluss (VTI) eingesetzt werden, wenn die Teilefertigung eine bessere Auslastung von Transportmitteln oder eine verbesserte Flexibilität anstrebt und den kombinierten Verlauf einrichtet. Längere Durchlaufzeiten stehen dem jedoch gegenüber.

Auf die Einordnung der Einzelplatzfertigung (EPF) in der obigen Abb. 2-54 wird aufgrund ihrer multiplen Zuordnung verzichtet. Eine mögliche Integration des auf ihr aufbauenden Bearbeitungszentrums (BAZ) in ein Produktionssystem bestimmt auch hier die umzusetzende Organisationsform. Je nach Art der Teileweitergabe bieten sich alle originären Organisationsformen des Informationsmanagement an. Demgemäß sind dann auch alle derivativen Organisationsformen denkbare Gestaltungslösungen. Bei eigenständigen Bearbeitungszentren ist die Organisationsform zu wählen, die ein größtmögliches Maß an Kontinuität zu vertretbarem Aufwand und Kosten ermöglicht sowie den zugrunde liegenden Fertigungsprozess bestmöglich unterstützt.

Die dargelegten Wechselbeziehungen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des Informationsmanagement stellen normative Empfehlungen für passgerechte Kombinationen dar (vgl. Abb. 2-55). Eine Abweichung von der Linearität ist generell möglich, jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit von ökonomischen Nachteilen begleitet. Es ist kritisch zu hinterfragen, ob technische oder organisatorische Prozessbedingungen eine atypische Kombination erfordern.

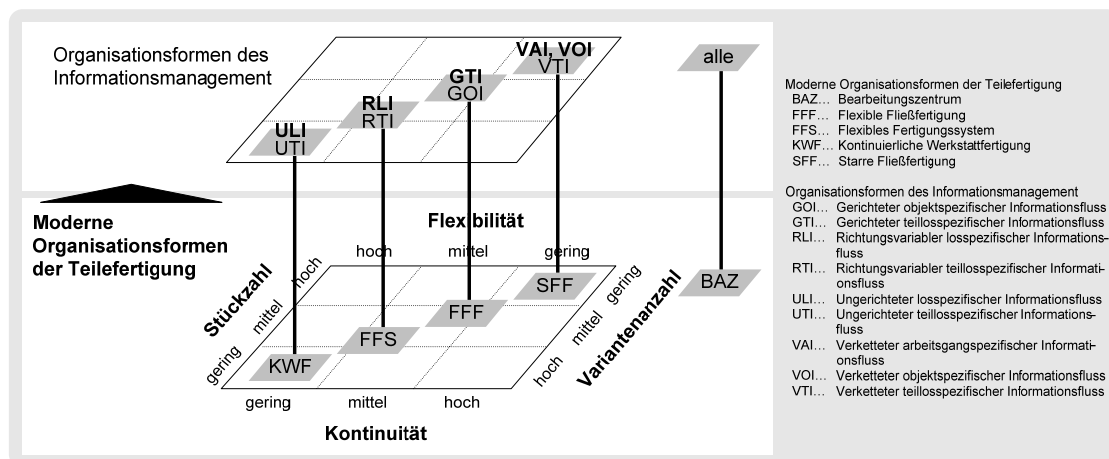
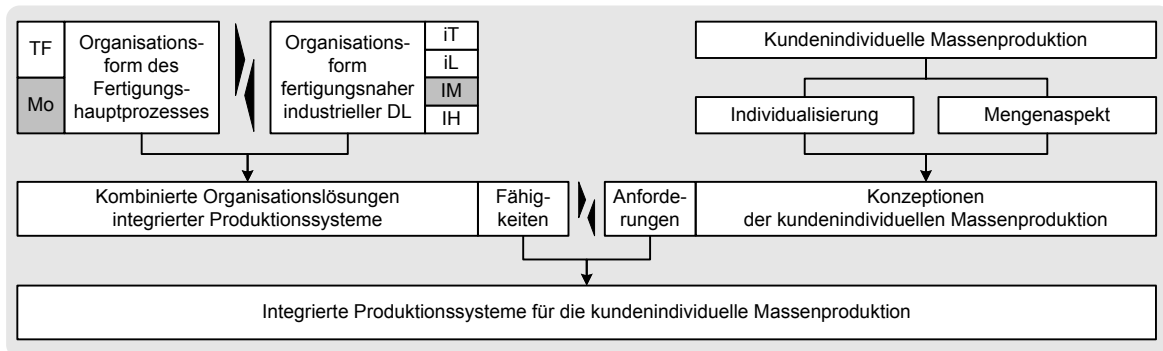


Abb. 2-55: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen des Informationsmanagement

### 2.3.4.4 Organisationsformen des Informationsmanagement für die Montage



Kapitel 2.3.4.4: Montage und Informationsmanagement

In Grundzügen analysiert GRITSCH die Zusammenhänge zwischen dem Fertigungshauptprozess Montage und den originären Organisationsformen des Informationsmanagement. Seine aufgedeckten Interdependenzen sind in der Abb. 2-56 dargestellt.

OF <sub>IM</sub> \ OF <sub>Mo</sub>	Ungerichteter losspezifischer Informationsfluss	Richtungsvariabler losspezifischer Informationsfluss	Gerichteter teillossspezifischer Informationsfluss	Verketteter objektspezifischer Informationsfluss	Verketteter arbeitsgangspez. Informationsfluss
Werkstattmontage	●	◐	○	○	○
Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten	◐	●	◐	○	○
Reihenmontage mit instationären Montageobjekten	○	○	●	○	○
Fließmontage mit instationären Montageobjekten	○	○	○	●	●

OF<sub>IM</sub>... Organisationsformen des Informationsmanagement      OF<sub>Mo</sub>... Organisationsformen der Teilefertigung  
 ● Starke Interdependenzen      ◐ Potenzielle Interdependenzen      ○ Keine (schwache) Interdependenzen

Abb. 2-56: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den originären Organisationsformen des Informationsmanagement<sup>184</sup>

Die Vermutung, dass ebenfalls wechselseitige Abhängigkeiten zwischen den Organisationsformen der Montage und den derivativen Organisationsformen des Informationsmanagement bestehen, stützt sich auf die Tatsache, dass

- beide Prozessarten nach weitgehend identischen räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien strukturierbar sind,

<sup>184</sup> Nach GRITSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 210.

- große Ähnlichkeiten zwischen den Organisationsformen des Informationsmanagement und denen des innerbetrieblichen Transports bestehen und dass
- eine stark ausgeprägte Bindung zwischen der zeitlichen Gestaltung des Materialflusses und der des Informationsflusses bei der Analyse des Informationsmanagement in der Teilefertigung konstatiert wurde.

Für die Herleitung passgerechter Organisationsformen des Informationsmanagement für die Montageorganisation dienen diese Zusammenhänge. Es kann auf den gewonnenen Ergebnissen aus der Ableitung passgerechter Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Montage (vgl. Abb. 2-36, S. 78) bzw. auf den Ergebnissen des Informationsmanagement von GRYSCH (vgl. Abb. 2-56) aufgebaut werden<sup>185</sup>. Die Adaption und Zusammenführung der erarbeiteten Ergebnisse erfolgt in der Abb. 2-57.

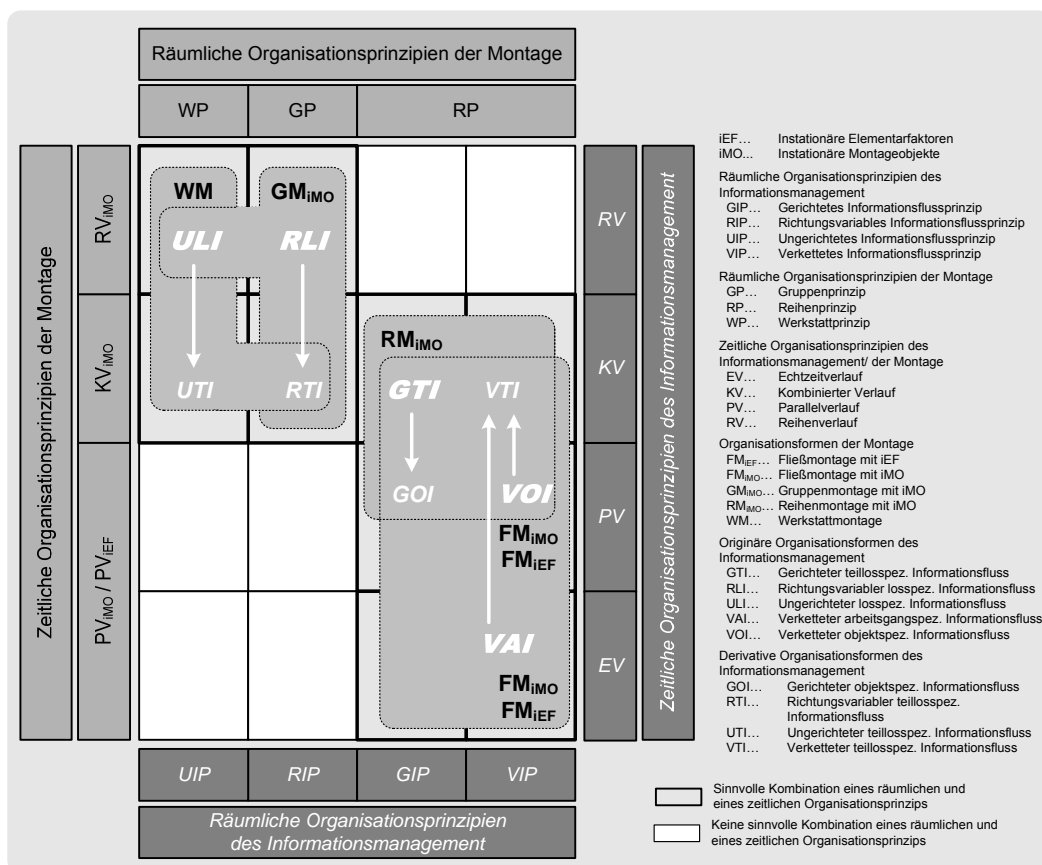


Abb. 2-57: Interdependenzen der Organisationsformen der Montage und des Informationsmanagement<sup>186</sup>

<sup>185</sup> Vgl. GRYSCH (2011) - Informationsmanagement, S. 210.

<sup>186</sup> I. A. a. DREWS (2006) - Produktionslogistik, S. 170.

Bei der Analyse passender Organisationsformen des innerbetrieblichen Transports für die Montage wurden nur diejenigen untersucht, bei denen tatsächliche Materialflüsse zu koordinieren sind. Diese sind:

- Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten
- Reihenmontage mit instationären Montageobjekten
- Fließmontage mit instationären Montageobjekten
- Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren
- Werkstattmontage

Für die verbleibenden vier Organisationsformen der Montage, bei denen sich das Montageobjekt stationär verhält, ist diese Untersuchung noch anzustellen. Diese sind:

- Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Reihenmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Fließmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Einzelplatzmontage

Die zu organisierenden Informationszyklen und -flüsse finden auch in diesen Organisationsformen statt und verlangen nach einer anforderungsgerechten Gestaltung, die eine Verbesserung der Produktivität durch sinkende Inputkosten (z. B. höhere Kapazitätsauslastung, kürzere Warte- und Stillstandszeiten aufgrund von Informationsdefiziten) oder Steigerung der Wertschöpfung unterstützt.

Für die Synchronisation von Material- und Informationsflüssen ist es unerlässlich, dass das zeitliche Organisationsprinzip der Montage mit dem zeitlichen Organisationsprinzip des Informationsmanagement korrespondiert. Dies verringert das Auftreten potenzieller Informationsdefizite und senkt den Steuerungsaufwand zu koordinierender Prozessinformationen. Die schon herausgearbeitete Bedeutung der zeitlichen Organisationsprinzipien bei der Bestimmung anforderungsgerechter Organisationsformen des Informationsmanagement in der Teilefertigung kann hier als Indikator für die Bestimmung von Organisationsformen in der Montageorganisation herangezogen werden. Infolgedessen ist die Einschätzung erlaubt, dass die Organisationsformen der Montage mit stationären bzw. instationären Montageobjekten gleichartige Ansprüche an die organisatorische Gestaltung des Informationsmanagement stellen. Demgemäß können die zuvor genannten Organisati-

onsformen bis auf die Einzelplatzmontage den Wechselbeziehungen untergeordnet werden, die in der obigen Abb. 2-57 dargestellt sind. Die Instationarität der Elementarfaktoren hat dementsprechend keinen entscheidenden Einfluss auf die organisatorische Gestaltung des Informationsmanagement in der Montage.

Die Sonderstellung der Einzelplatzmontage ergibt sich aus dem fehlenden Materialfluss innerhalb der Organisationsform. Hier ist der Informationsfluss entkoppelt zu betrachten. Arbeitet die Einzelplatzmontage unabhängig von anderen Organisationsformen, sollte diejenige Organisationsform des Informationsmanagement realisiert werden, die wirtschaftlich die gewünschte Kontinuität von Informationsflüssen leisten kann. Bei Einzelplatzmontagen, die in größere Montagesysteme integriert sind, können prinzipiell alle Organisationsformen des Informationsmanagement realisiert werden. Um informatorische Disparitäten zu vermeiden, sollte eine Organisationsform gewählt werden, die sich am zeitlichen Organisationsprinzip des umgebenden Montageprozesses orientiert.

Abb. 2-58 fasst die Wechselbeziehungen zwischen den Organisationsformen der Montage und denen des Informationsmanagement zusammen. Die fett gedruckten originären Organisationsformen des Informationsmanagement sollten den Vorrang gegenüber den derivativen Organisationsformen besitzen.

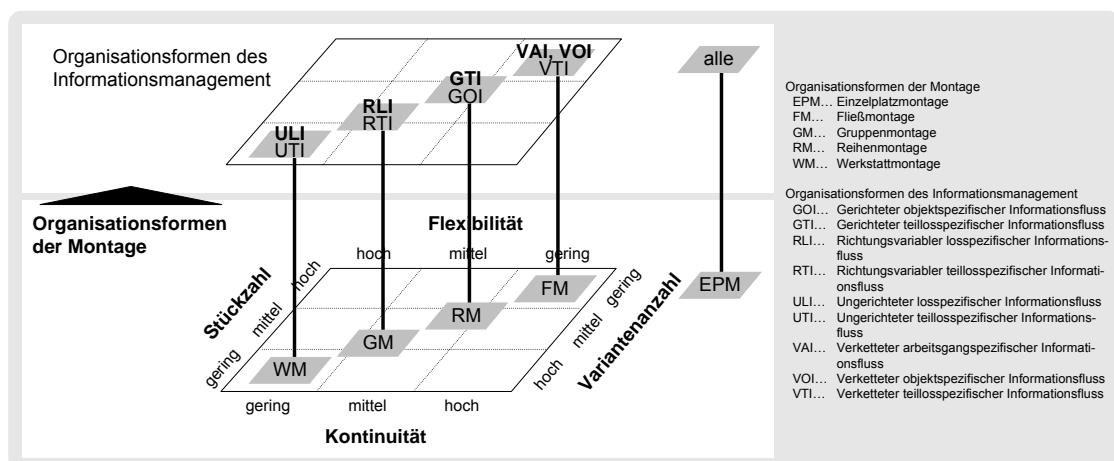
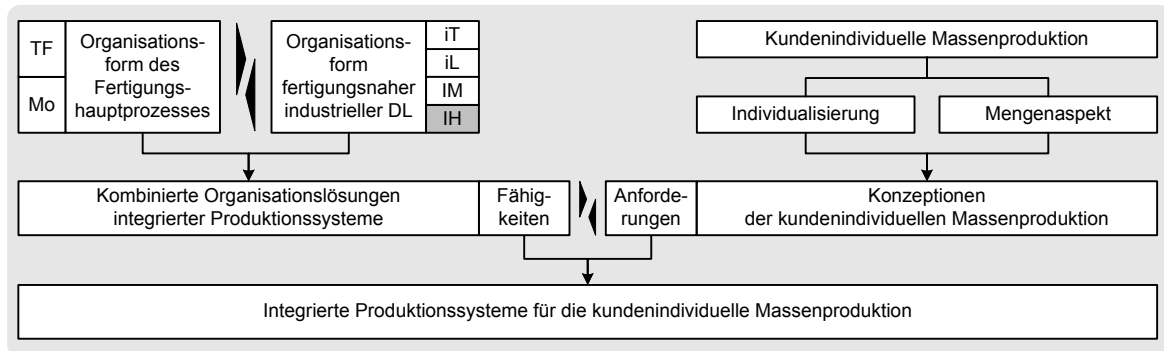


Abb. 2-58: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen des Informationsmanagement

### 2.3.5 Organisation der Instandhaltung



Kapitel 2.3.5: Instandhaltung

Die fertigungsnahe industrielle Dienstleistung Instandhaltung sorgt dafür, dass eine im Unternehmen eingesetzte Anlage permanent über einen Zustand und damit verbunden über eine Kapazität verfügt, die die Fortsetzung bzw. die Wiederholung des Fertigungshauptprozesses sicherstellt. Das ist essentiell für die Erreichung der Unternehmensziele.

Die Instandhaltung wirkt der Gebrauchswertminderung und der Wertminderung der Anlage infolge des Verschleißes durch Erhaltung bzw. Wiederherstellung ihres Nutzungsvorrats entgegen. Damit schafft sie die Voraussetzung für die Nutzungsfähigkeit der Anlage im Produktionsprozess. Nach DIN 31051:2003-06 umfasst die Instandhaltung alle notwendigen Aktivitäten, die den funktionsfähigen Zustand, also das Nutzungspotenzial eines Betriebsmittels erhalten und wiederherstellen. Zu diesen Aktivitäten zählen Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Modernisierung.<sup>187</sup> Sowohl die Art und Weise als auch der Durchführungszeitpunkt passgerechter Instandhaltungsmaßnahmen beeinflussen entscheidend die Produktivität eines Produktionsprozesses, beispielsweise über Verfügbarkeit, Kapazitätsauslastung, Störanfälligkeit, Ausschussquote und Maschinenkosten eines Betriebsmittels. Die Instandhaltung ist demnach produktionsprozessbezogen und den elementaren fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen zuzuordnen, die eine unmittelbare Wirkung auf den Fertigungshauptprozess ausüben<sup>188</sup>.

Für die Fertigungshauptprozesse ist die Instandhaltung zu organisieren. Es sind theoretisch relevante und praktikable Organisationsformen der Instandhaltung zu gestalten. Dabei stellt sich die Frage nach der räumlichen Anordnung der Instandhaltungskapazität

<sup>187</sup> Vgl. o. V. (1985) - DIN Instandhaltung, S. 2 f.

<sup>188</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 87 f.; Abschnitt 2.3.1, S. 48.

ebenso wie die Frage nach der Auslösung der Instandhaltungsaktivitäten. Diese sind nur im Zusammenhang mit der Organisation der Fertigungshauptprozesse zu beantworten, für die die Instandhaltung organisiert werden muss. Die Ableitung und Umsetzung anforderungsgerechter Organisationsformen der Instandhaltung für die Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage streben weitgehend störungsfreie Produktionsprozesse an, die eine Verbesserung der Produktivität bewirken. Differenzierte Instandhaltungsbedarfe von Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse stellen unterschiedliche Ansprüche an die Gestaltung der Instandhaltungsorganisation. Mit Hilfe passgerechter Organisationsprinzipien und Organisationsformen der Instandhaltung sollen diese erfüllt werden.

### **2.3.5.1 Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der Instandhaltung**

Die Bildung von Organisationsformen der Instandhaltung beruht auf räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien. Die räumlichen Organisationsprinzipien der Instandhaltung dokumentieren zum einen die Ortsbestimmung der Instandhaltungskapazität im Unternehmen – zentral, dezentral oder integriert – und zum anderen die zu lösende Instandhaltungsaufgabe – verfahrensorientiert, objektorientiert oder generalisiert, also ohne Spezialisierung. Auf der gruppenweisen Verbindung dieser zwei Determinanten basieren die sechs räumlichen Organisationsprinzipien der Instandhaltung, die sowohl wirtschaftlich als auch technisch-technologisch sinnvoll erscheinen:<sup>189</sup>

- Generalisiertes Zentralisationsprinzip: Eine zentrale Instandhaltungswerkstatt bearbeitet alle anfallenden Instandhaltungsaufgaben an allen Betriebsmitteln.
- Verfahrenorientiertes Zentralisationsprinzip: Mehrere zentrale Instandhaltungswerkstätten lösen jeweils alle Aufgaben eines Instandhaltungsverfahrens an allen Betriebsmitteln (Beispiele für Instandhaltungswerkstätten: Schlosserei, Elektronikwerkstatt, Schweißerei, Lackiererei, Hydraulikwerkstatt). Die Aktivitäten sind instandhaltungsverfahrensorientiert.

---

<sup>189</sup> Vgl. MAASER (2011) - Instandhaltung, S. 68-87; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 576-588.



- Objektorientiertes Zentralisationsprinzip: Mehrere zentrale Instandhaltungswerkstätten bewerkstelligen jeweils alle Aufgaben an allen Betriebsmitteln eines Fertigungsverfahrens (Beispiele für Fertigungsverfahren: Gießen, Bohren, Schweißen, Schleifen). Die Aktivitäten sind fertigungsverfahrensorientiert.
- Generalisiertes Dezentralisationsprinzip: Mehrere dezentrale Instandhaltungswerkstätten führen jeweils alle anfallenden Instandhaltungsaufgaben an allen Betriebsmitteln aus.
- Generalisiertes Integrationsprinzip: Eine Instandhaltungskapazität ist in eine Bearbeitungsstation integriert und verrichtet dort alle anfallenden Aufgaben der Instandhaltung.
- Objektorientiertes Integrationsprinzip: Eine Instandhaltungskapazität ist in eine Bearbeitungsstation integriert und verrichtet dort die Instandhaltungsaufgaben für ein Fertigungsverfahren.

Die relevanten Kombinationsvarianten zwischen der Anordnung der Instandhaltungskapazität und der zu lösenden Instandhaltungsaufgabe verdeutlicht Abb. 2-59. Sie skizziert die grundsätzlichen Layouts der räumlichen Organisationsprinzipien der Instandhaltung.

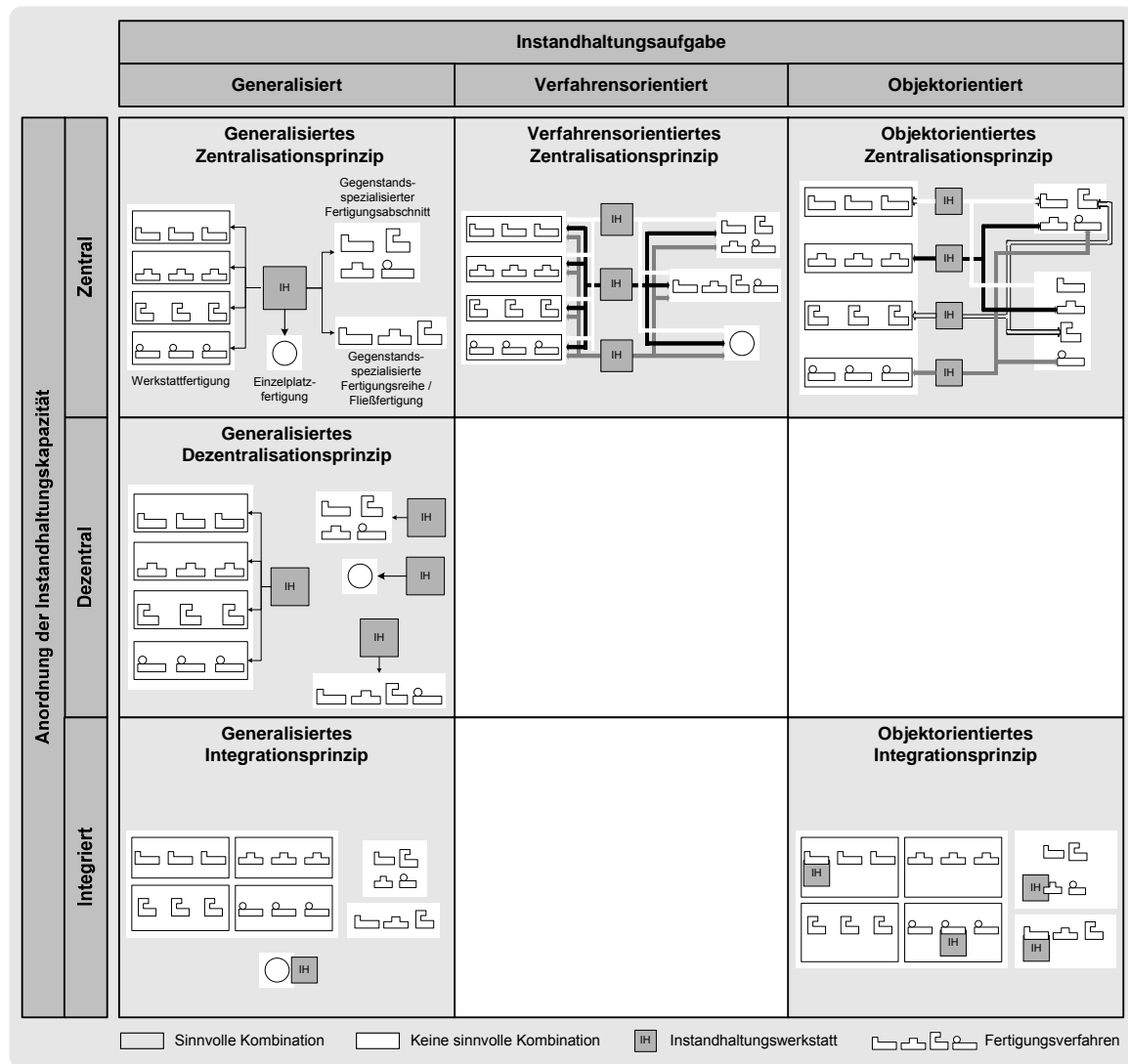


Abb. 2-59: Räumliche Organisationsprinzipien der Instandhaltung<sup>190</sup>

Die zeitlichen Organisationsprinzipien der Instandhaltung verdeutlichen, wodurch Maßnahmen der Instandhaltung ausgelöst werden. Dies geschieht durch ein instandhaltungsrelevantes Ereignis und/ oder durch das Erreichen eines definierten Anlagenzustands. Es sind zu unterscheiden:<sup>191</sup>

- Zustandsprinzip: Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen werden durchgeführt, sobald ein definierter Zustand erreicht ist, beispielsweise in Abhängigkeit vom messbaren Nutzungsvorrat (z. B. gelaufene Maschinenstunden oder Zeitintervalle) oder der Anzahl bearbeiteter Arbeitsobjekte.
- Ereignisprinzip: Wiederherstellende Instandhaltungsmaßnahmen werden infolge eines eingetretenen Schadens oder Ausfalls des Betriebsmittels durchgeführt.

<sup>190</sup> Vgl. MAASER (2011) - Instandhaltung, S. 76-85; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 581-586.

<sup>191</sup> Vgl. MAASER (2011) - Instandhaltung, S. 89-102; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 589-592.

- Universalprinzip: Sowohl vorbeugende als auch wiederherstellende Instandhaltungsmaßnahmen werden in Kombination an Betriebsmitteln durchgeführt.

### 2.3.5.2 Organisationsformen der Instandhaltung

Die Organisationsformen der Instandhaltung werden durch die Verknüpfung eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips gebildet<sup>192</sup>. Von den 18 theoretischen Kombinationsmöglichkeiten (sechs räumliche kombiniert mit drei zeitlichen Organisationsprinzipien) stellen sechs Organisationsformen leistungsfähige Gestaltungslösungen dar (vgl. Abb. 2-60).<sup>193</sup>

- Generalisierte zentrale Instandhaltung
- Verfahrenorientierte zentrale Instandhaltung
- Objektorientierte zentrale Instandhaltung
- Zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung
- Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung
- Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung

ROP <sub>IH</sub> \ ZOP <sub>IH</sub>	Generalisiertes Zentralisationsprinzip	Verfahrensorientiertes Zentralisationsprinzip	Objektorientiertes Zentralisationsprinzip	Generalisiertes Dezentralisationsprinzip	Generalisiertes Integrationsprinzip	Objektorientiertes Integrationsprinzip
Ereignisprinzip						
Universalprinzip	Generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI)	Verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung (VZI)	Objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI)			
Zustandsprinzip				Zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)	Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI)	Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI)

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips  
☐ Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

ROP<sub>IH</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der Instandhaltung  
 ZOP<sub>IH</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der Instandhaltung

Abb. 2-60: Organisationsformen der Instandhaltung<sup>194</sup>

<sup>192</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 594.

<sup>193</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 601-604.

<sup>194</sup> I. A. a. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 604.

Zentral organisierte Instandhaltungswerkstätten (GZI, VZI und OZI) realisieren universal alle Instandhaltungsaktivitäten mit sowohl präventivem als auch korrektivem Charakter. Eine Differenzierung in ereignis- und zustandsorientierte zentrale Werkstätten würde die jeweils notwendigen Instandhaltungsressourcen verlustbringend duplizieren.<sup>195</sup>

Zustandsorientierte Organisationsformen (ZGD, ZGI und ZOI) sind dann zweckmäßig, wenn eine hohe Verfügbarkeit der Instandhaltungsobjekte im Vordergrund steht. Um einen möglichst kontinuierlichen Fertigungshauptprozess zu gewährleisten, fokussieren diese kostenintensiven Organisationsformen der Instandhaltung insbesondere auf Engpassmaschinen und hoch automatisierte bzw. spezialisierte Betriebsmittel, die für den Bearbeitungsprozess von besonderer Bedeutung sind.<sup>196</sup>

Organisationsformen der Instandhaltung, die auf dem Ereignisprinzip aufbauen, sind in der Praxis aus ökonomischer Sicht abzulehnen. Sie unterstützen durch ihre korrektiven Instandhaltungsmaßnahmen keinen unterbrechungsfreien Fertigungshauptprozess. Vielmehr wird der Stillstand der Betriebsmittel bewusst geduldet.

Die Organisationsformen der Instandhaltung werden von NEBL im Einzelnen beschrieben<sup>197</sup>. Ihre räumlich-zeitlichen Gestaltungskonzepte beanspruchen unterschiedliche Rahmenbedingungen, die spezifische Merkmalsausprägungen verursachen. Einen Überblick ihrer Eigenschaften gibt Abb. 2-61.

---

<sup>195</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 601 f.

<sup>196</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 602 f.

<sup>197</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 594-605.

Merkmale	Organisationsformen der Instandhaltung		
	Generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI)	Verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung (VZI)	Objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI)
	Räumliches Organisationsprinzip Zeitliches Organisationsprinzip	Generalisiertes Zentralisationsprinzip Universalprinzip	Verfahrensorientiertes Zentralisationsprinzip Universalprinzip
Bestandteil einer Organisationsform	Nein	Nein	Nein
Anzahl im Produktionssystem	Eine	Eine je Instandhaltungsverfahren	Eine je Fertigungsverfahren
Instandhaltungsobjekt	Alle Betriebsmittel	Alle Betriebsmittel	Alle Betriebsmittel eines Fertigungsverfahrens
Koppelung mit Bearbeitungssystem	Nein	Nein	Nein
Entfernung zum Instandhaltungsobjekt	Groß	Groß	Groß
Reaktionsgeschwindigkeit	Lange	Mittel	Mittel
Merkmale	Zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)	Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI)	Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI)
	Räumliches Organisationsprinzip Zeitliches Organisationsprinzip	Generalisiertes Dezentralisationsprinzip Zustandsprinzip	Objektorientiertes Integrationsprinzip Zustandsprinzip
	Generalisiertes Dezentralisationsprinzip Zustandsprinzip	Generalisiertes Integrationsprinzip Zustandsprinzip	Objektorientiertes Integrationsprinzip Zustandsprinzip
Bestandteil einer Organisationsform	Möglich	Ja	Ja
Anzahl im Produktionssystem	Mehrere	Mehrere	Mehrere
Instandhaltungsobjekt	Alle Betriebsmittel	Ein Betriebsmittel	Ein Betriebsmittel
Koppelung mit Bearbeitungssystem	Ja	Ja	Ja
Entfernung zum Instandhaltungsobjekt	Gering	Keine	Keine
Reaktionsgeschwindigkeit	Mittel	Kurz	Kurz

Abb. 2-61: Charakteristik der Organisationsformen der Instandhaltung<sup>198</sup>

Für die Bestimmung von Fähigkeiten der Organisationsformen der Instandhaltung sind solche Merkmale zweckmäßig, die eine instandhaltungsspezifische Relevanz aufweisen. Das trifft besonders auf die Flexibilität, die Auslastung und die Spezialisierung der Instandhaltungskapazität zu. Die Instandhaltungsflexibilität liefert Aussagen darüber, ob die Instandhaltungskapazität für unterschiedliche Instandhaltungsaufgaben an verschiedenen Instandhaltungsobjekten eingesetzt werden kann. Die Kapazitätsauslastung liefert Aussagen zum Quantum anfallender Instandhaltungsmaßnahmen in Bezug zur vorhandenen Instandhaltungskapazität. Die Spezialisierung gibt wieder, worauf die Instandhaltungskapa-

<sup>198</sup> I. A. a. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 605.

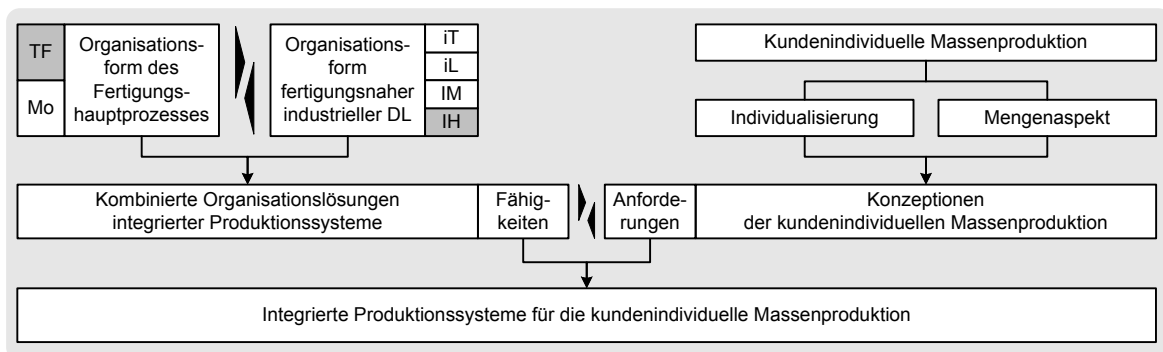
pazität fokussiert. Die Fähigkeiten von Organisationsformen der Instandhaltung werden bezüglich dieser drei Merkmale eingeschätzt (vgl. Abb. 2-62).

Merkmale	Organisationsformen der Instandhaltung					
	Generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI)	Verfahrensorient. zentrale Instandhaltung (VZI)	Objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI)	Zustandsorient. generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)	Zustandsorient. generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI)	Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI)
Flexibilität	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Mittel	Gering	Gering
Auslastung	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Mittel	Gering	Gering
Spezialisierung	Generalistisch	Instandhaltungs-verfahren	Fertigungs-verfahren	Generalistisch	Generalistisch	Fertigungs-verfahren

Abb. 2-62: Fähigkeiten der Organisationsformen der Instandhaltung<sup>199</sup>

Instandhaltungsprozesse sind immer dann notwendig, wenn ein relevanter Mindestzustand eines Betriebsmittels oder ein instandhaltungsrelevantes Ereignis Maßnahmen erfordern. Sie sichern den Ablauf unterbrechungsfreier Fertigungshauptprozesse. Die Organisation der Instandhaltung ist an die der zu unterstützenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage anzupassen. Dies soll im Folgenden untersucht werden.

### 2.3.5.3 Organisationsformen der Instandhaltung für die Teilefertigung



Kapitel 2.3.4.3: Teilefertigung und Instandhaltung

Die Struktur von Instandhaltungsprozessen und -ressourcen sowie ihre organisatorische Gestaltung hängen maßgeblich von vorherrschenden Rahmenbedingungen im Unternehmen ab. Eine abgestimmte Aufbauorganisation von Fertigungshauptprozessen und der Instandhaltungsorganisation unterstützt über eine hohe Anlagenverfügbarkeit den Ablauf

<sup>199</sup> I. A. a. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 605.

kontinuierlicher Produktionsprozesse. Es ist zu analysieren, welche Organisationsformen der Instandhaltung den differenzierten Anforderungen klassischer und moderner Organisationsformen der Teilefertigung und der Montage in besonderer Weise gerecht werden.

Bei der organisatorischen Gestaltung des innerbetrieblichen Transports und der innerbetrieblichen Lagerung zur Unterstützung der Fertigungshauptprozesse bilden vor allem das Arbeitsobjekt und die Synchronisation der Fertigungs- und Materialflüsse den Mittelpunkt der Betrachtung. Im Gegensatz dazu steht bei der anforderungsgerechten Organisation der Instandhaltung der Potenzialfaktor Betriebsmittel im Fokus und wie dessen ausfall- und schadensbedingte Stillstandszeiten vermieden bzw. reduziert werden können. Der Präventionsansatz ist speziell dann anzustreben, wenn der Stillstand einer einzelnen Maschine, z. B. einer Spezial- oder Engpassmaschine, zum Erliegen des gesamten Produktionsprozesses führen kann. Die Instandhaltung fokussiert auf einen möglichst kontinuierlichen Produktionsprozess mit einem Mindestmaß an Instandhaltungszeiten. Bei den folgenden Betrachtungen geht es hauptsächlich um die Instandhaltungsmaßnahmen Wartung, Instandsetzung und Modernisierung, da sie in der Regel eine Unterbrechung des Produktionsprozesses erfordern. Inspektionen hingegen sind auch während des Produktionsprozesses möglich und werden häufig vom Bedienpersonal des Betriebsmittels selbst durchgeführt.

Hauptaufgabe einer passgerechten Instandhaltungsorganisation ist aus technischer und ablauforganisatorischer Sicht, die Verfügbarkeit von Betriebsmitteln zu sichern. Aus wirtschaftlicher Sicht sind vor allem Zeitpunkt und -dauer sowie die dabei entstehenden Kosten für die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen bedeutsam. Die Zeitdauer hängt überwiegend von der Reaktionsfähigkeit und -zeit der Instandhaltungskapazität ab. Diese wird beispielsweise durch die Entfernung zwischen Instandhaltungsobjekt und Instandhaltungskapazität, von ihrer Spezialisierung und Kapazitätsauslastung beeinflusst. Der Zeitpunkt einer Instandhaltungsmaßnahme hängt im Wesentlichen vom auslösenden Moment und von der Bedeutung des Instandhaltungsobjekts im Fertigungsprozess ab.

Die bisherige Vorgehensweise zum Bestimmen passgerechter Organisationsformen fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen mit Hilfe der Schrittfolge – Analyse der Interdependenzen zwischen räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien sowie zwischen

den Organisationsformen – ist vorrangig aus zwei Gründen für die Ableitung von Organisationsformen der Instandhaltung nicht möglich:

- Die voneinander abweichenden Betrachtungsgegenstände der jeweiligen zeitlichen Organisationsprinzipien bedingen keine wesentlichen wechselseitigen Abhängigkeiten. Die zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung orientieren auf die Art der Weitergabe von Arbeitsobjekten während des Fertigungsprozesses, also beispielsweise auf möglichst kurze Durchlaufzeiten, geringe Lagerbestände und niedrige Kapitalbindungskosten. Dagegen richten sich die zeitlichen Organisationsprinzipien der Instandhaltung auf den Auslösungszeitpunkt einer Instandhaltungsmaßnahme an einem Betriebsmittel und zielen auf die Erhöhung seines Nutzungsvorrats ab. Die Art und Weise der Teileweitergabe in der Teilefertigung determiniert nicht die vorzuhaltenden Instandhaltungskapazitäten. Eine Synchronisierung der zeitlichen Organisationsprinzipien ist aufgrund fehlender Interdependenz nicht zweckmäßig.
- Die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den jeweiligen räumlichen Organisationsprinzipien sind weitgehend irrelevant, da die räumliche Anordnung von Instandhaltungskapazitäten den Fertigungsprozess und damit die Bearbeitung von Arbeitsobjekten nicht unmittelbar beeinflusst. Ausschlaggebend ist der Umfang des erfüllbaren Aufgabenspektrums einer Instandhaltungskapazität. Darüber hinaus reduzieren möglichst kurze Wege zum Instandhaltungsobjekt Wege- und Transaktionskosten. Die Aufstellung der Betriebsmittel in der Teilefertigung bestimmt nicht maßgeblich die Anordnung der Instandhaltungskapazitäten. Eine Synchronisierung der räumlichen Organisationsprinzipien ist ebenfalls aufgrund mangelnder Interdependenz nicht zweckmäßig.

Die Bestimmung von anforderungsgerechten Organisationsformen der Instandhaltung ist vor allem im Gesamtzusammenhang zu betrachten. Im Fokus sollten dabei wirtschaftliche Faktoren sowie technisch sinnvolle Lösungen stehen.

In der folgenden Abb. 2-63 sind theoretisch relevante und praktikable Organisationsformen als passgerechte Organisationsformen der Instandhaltung für die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung dargestellt.



Organisationsformen der Teilefertigung Organisationsformen der Instandhaltung		Werkstattfertigung	Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt	Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe	Fließfertigung	Einzelplatzfertigung
Zentral	Generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI)	●	●	◐	◐	○
	Verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung (VZI)	●	○	◐	◐	○
	Objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI)	●	○	◐	◐	○
Zustandsorientiert	Zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)	○	◐	●	●	○
	Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI)	○	◐	○	○	●
	Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI)	○	◐	◐	◐	○

● Anforderungen erfüllt    ◐ Anforderungen teilweise erfüllt    ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 2-63: Passgerechte Organisationsformen der Instandhaltung für die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung

Für die verfahrensorientierte Werkstattfertigung sind vor allem die zentralen Organisationsformen der Instandhaltung (GZI, VZI und OZI) von Bedeutung. Ihr Vorteil liegt in ihrer Flexibilität und der Bündelung von Instandhaltungskompetenzen in einer oder in mehreren fachspezifischen Werkstätten, die für alle Betriebsmittel des Unternehmens Instandhaltungsaufgaben übernehmen. Es ist dabei irrelevant, wodurch die Instandhaltungsmaßnahme ausgelöst wird. Abhängig von den betrieblichen Rahmenbedingungen (z. B. Anzahl der Fertigungsverfahren, Anzahl der Betriebsmittel je Fertigungsverfahren, Anzahl und Entfernungen der Werkstätten) ist eine Entscheidung über die Spezialisierung der Instandhaltungskapazität zu treffen. Bei der generalisierten zentralen Instandhaltung (GZI) löst eine Werkstatt alle Aufgaben der Instandhaltung, weshalb von einer hohen Auslastung ausgegangen werden kann. Diese erfordert eine ausreichende Dimensionierung der Kapazität in der Instandhaltungswerkstatt, wenn alle Instandhaltungsmaßnahmen zeitnah auszuführen sind. Für eine verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung (VZI) sind je Instandhaltungsverfahren eigenständige Instandhaltungswerkstätten einzurichten, was zu einer Ressourcenvervielfachung führt. Die objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI) verursacht ebenfalls eine Häufung von Ressourcen, die jedoch reduziert werden kann, wenn die jeweiligen Instandhaltungswerkstätten in die Fertigungswerkstätten integriert sind und somit beispielsweise Wege- und Raumkosten für eigenständige Werkstätten

vermieden werden können. Zustandsorientierte Organisationsformen der Instandhaltung (ZGD, ZGI und ZOI) sind für die Werkstattfertigung eher nicht relevant. Sie fokussieren grundlegend auf Betriebsmittel, bei denen der Stillstand unbedingt zu vermeiden ist. In den einzelnen Werkstätten können in der Regel ersetzende Betriebsmittel Fertigungsaufgaben im Schadensfall übernehmen. Die variierende technologische Bearbeitungsfolge und hoch qualifizierte Arbeitskräfte der Werkstattfertigung ermöglichen es, flexibel auf derartige Ausfälle reagieren zu können.

Für den gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt ist vorwiegend die generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI) von Bedeutung. Durch die räumliche Nähe der Betriebsmittel zueinander und deren überschaubare Anzahl ist eine zentral angeordnete Instandhaltungswerkstatt, die an allen Betriebsmitteln alle Instandhaltungsaufgaben ausführt, passgerecht. Zustandsorientierte Organisationsformen der Instandhaltung (ZGD, ZGI und ZOI) könnten dann zum Einsatz kommen, wenn Betriebsmittel instand zu halten sind, die eine bedeutende Rolle für den Fertigungsprozess besitzen und ihr Ausfall zu vermeiden ist.

Die gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe und die Fließfertigung stellen ähnliche Anforderungen an die Instandhaltung, denen die zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD) bestmöglich entsprechen kann. Die Betriebsmittel der richtungsorientierten Organisationsformen der Teilefertigung sind überwiegend miteinander verkettet, so dass der Ausfall eines Betriebsmittels den Stillstand einer ganzen Produktionslinie bedeuten kann. Durch die generalistische Aufgabenausrichtung der Instandhaltungskapazität kann eine Werkstatt alle anfallenden Instandhaltungsaufgaben einer Anlageneinheit (z. B. einer Produktlinie) übernehmen. Die dezentrale Anordnung in unmittelbarer Nähe dieser Anlageneinheit reduziert vor allem Wege- und Transportkosten. Die zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI) sollte dann umgesetzt werden, wenn die Anlagenverfügbarkeit eines Betriebsmittels den gesamten Fertigungsprozess terminiert, wie es beispielsweise bei Spezial- oder Engpassmaschinen der Fall sein kann. Die Gestaltungsvarianten der zentralen Organisationsformen der Instandhaltung (GZI, VZI und OZI) werden dann zu möglichen Alternativen, wenn beispielsweise mehrere überschaubare Produktlinien konzentriert aufgestellt sind und aus Kostensicht eine Bündelung der Instandhaltungsressourcen wirtschaftlicher ist.

Für die Einzelplatzfertigung ist die zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI) zweckmäßig. Die Besonderheit der Einzelplatzfertigung, dass größtenteils alle notwendigen Fertigungsverfahren in einem Betriebsmittel integriert sind, erfordert die Integration der Instandhaltung in die Bearbeitungsstation. Die Betreuung mehrerer Fertigungsverfahren ist nur von einer generalistischen Instandhaltung zu realisieren. Die Zustandsorientierung ist aufgrund des Einmaschinenproduktionssystems gegeben, denn ein Ausfall der Einzelplatzfertigung würde die gesamte Produktion zum Erliegen bringen. Alle anderen Organisationsformen der Instandhaltung sind aus folgenden Gründen für die Einzelplatzfertigung keine Alternative. Die verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung (VZI) ist keine Option, da die vielen spezialisierten Instandhaltungswerkstätten (z. B. Schlosserei, Elektronikwerkstatt, Mess- und Prüfwerkstatt, Schweißerei) sehr kostenintensiv sind und sich die Betreuung einer Bearbeitungsstation durch mehrere Werkstätten vermutlich nicht rentieren wird. Die zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD) ist ebenfalls keine Option, weil quasi eine Werkstatt neben einer Einzelplatzfertigung aufgebaut werden müsste, was unnötige Kosten verursacht. Die zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI) kann aufgrund ihrer Spezialisierung nur ein Fertigungsverfahren instand halten und ist deshalb ungeeignet für die Einzelplatzfertigung mit mehreren Fertigungsverfahren. Sollten mehrere Einzelplatzfertigungen in einem Unternehmen instand zu halten sein, könnten in Ausnahmen auch die generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI) oder die objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI) eingesetzt werden. Der entstehende Aufwand für die Ressourcenvervielfachung müsste solch eine Entscheidung jedoch rechtfertigen.

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der Instandhaltung auftreten. Diese beruhen jedoch nicht wie bisher auf den Wechselbeziehungen zwischen räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien – z. B. stellen Fließfertigung und gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe gleiche Anforderungen, obwohl sie zum einen auf dem Parallelverlauf und zum anderen auf dem kombinierten Verlauf basieren. Weiterhin ist festzustellen, dass mit zunehmender Gegenstandsspezialisierung der Teilefertigung die Bedeutung der zentralen Organisationsformen der Instandhaltung abnimmt und die der zustandsorientierten dezentralen Organisationsformen zunimmt. In Abhängigkeit von den betrieblichen Rahmenbedingungen kann es vorteilhaft sein, wenn einerseits eine Organisations-

form der Instandhaltung die Anlagen mehrerer Organisationsformen der Teilefertigung instand hält, beispielsweise übernimmt die generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI) die Betreuung eines gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitts und einer Einzelplatzfertigung. Andererseits können auch die Anlagen einer Organisationsform der Teilefertigung durch mehrere dezentrale Organisationsformen der Instandhaltung instand gehalten werden. Beispielsweise betreut eine zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD) eine gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe. Ein ausgewähltes Betriebsmittel dieser Reihe wird durch eine eigene zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI) betreut.

Die Abb. 2-64 stellt die analysierten Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Teilefertigung und denen der Instandhaltung dar. Die fett gedruckten Organisationsformen der Instandhaltung in der ersten Zeile dokumentieren die primär umzusetzenden Gestaltungslösungen. Die Organisationsformen in der zweiten Zeile können alternative Gestaltungslösungen sein, wenn bestimmte betriebliche Umstände (z. B. große Entfernungen, Anzahl instand zu haltender Betriebsmittel) dies erfordern.

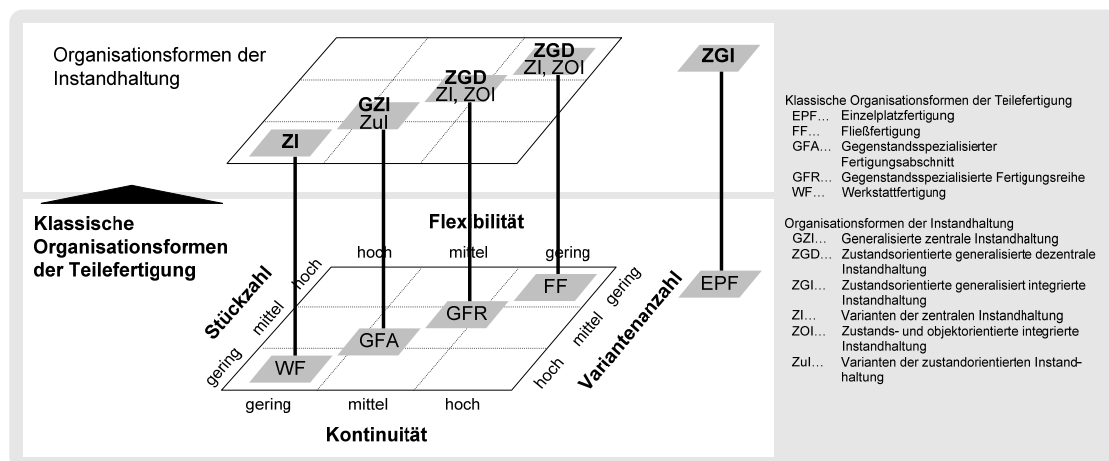


Abb. 2-64: Interdependenzen zwischen den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der Instandhaltung

Die modernen Organisationsformen der Teilefertigung sind eine Erweiterung der klassischen Organisationsformen um den Aspekt des realisierbaren Automatisierungspotenzials. Sie bauen auf denselben Kombinationen von räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung auf. Die Integration des technischen Organisationsprinzips spiegelt die Gestaltungsmöglichkeiten der Automatisierung in den einzelnen Technik-

teilsystemen – Bearbeitungs-, Transport-, Handhabungs- und Lagersystem – wider<sup>200</sup>. Eine Erhöhung der Automatisierung dieser vier Technikteilsysteme tangiert die zu wählenden Organisationsprinzipien sowie -formen der Instandhaltung unwesentlich, Inhalt und Umfang zu lösender Instandhaltungsaufgaben und damit die Ausgestaltung der Instandhaltungskapazität jedoch erheblich. Die inhaltliche Einrichtung der Instandhaltungskapazität ist der organisatorischen Gestaltung nachgelagert. Das betrifft beispielsweise die notwendige Qualifizierung der Arbeitskräfte oder die Integration moderner Instandhaltungsverfahren und -werkzeuge. Infolgedessen spielt das technische Organisationsprinzip beim passgerechten Aufbau einer Instandhaltungsorganisation eine sekundäre Rolle. Es ist davon auszugehen, dass die Organisationsformen der Instandhaltung, die den Anforderungen der klassischen Organisationsformen der Teilefertigung gerecht werden ebenso für die modernen Organisationsformen der Teilefertigung einsetzbar sind.

Die organisatorischen Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der Instandhaltung zeigt Abb. 2-65 auf. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird in dieser Abbildung auf die Darstellung des technischen Organisationsprinzips verzichtet.

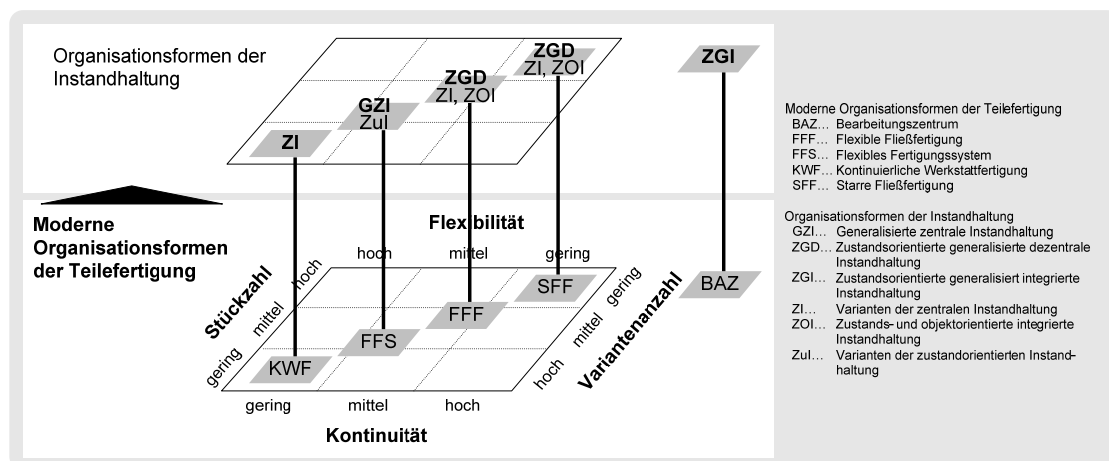
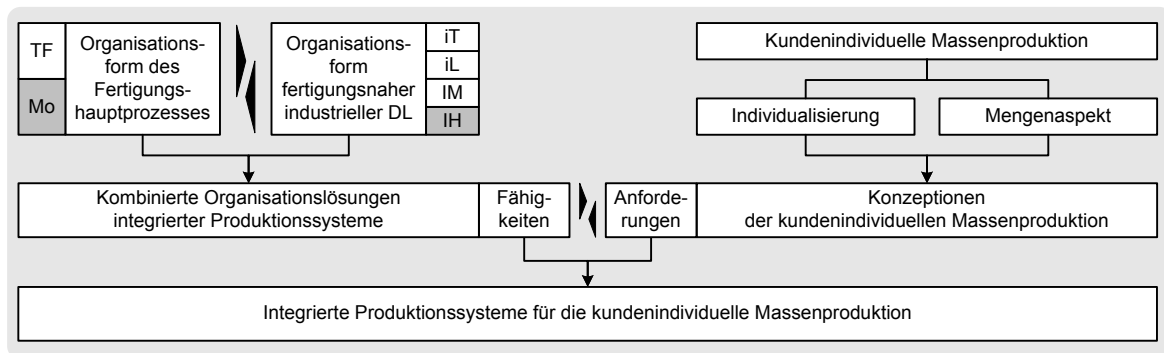


Abb. 2-65: Interdependenzen zwischen den modernen Organisationsformen der Teilefertigung und den Organisationsformen der Instandhaltung

<sup>200</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 382 f.

### 2.3.5.4 Organisationsformen der Instandhaltung für die Montage



Kapitel 2.3.4.4: Montage und Instandhaltung

Nachfolgend wird analysiert, welche Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistung Instandhaltung bestmöglich zu den Organisationsformen der Montage passen.

Die Montageorganisation basiert grundsätzlich auf denselben räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien wie die Organisation der Teilefertigung. Demnach werden dieselben Differenzen zwischen den Organisationsprinzipien der Montage und denen der Instandhaltung auftreten. Die Feststellung des vorigen Abschnitts, dass keine Interdependenzen zwischen den jeweiligen räumlichen bzw. zeitlichen Organisationsprinzipien vorliegen, wird ebenfalls gelten. Demnach ist auch hier die Schrittfolge zur Untersuchung der Interdependenzen zwischen den Organisationsprinzipien und -formen der Montage sowie denen der Instandhaltung nicht zielführend.

Vor diesem Hintergrund ist von der Vermutung auszugehen, dass die Zuordnung von Organisationsformen der Instandhaltung für die Teilefertigung mit denen der Montage identisch ist. Diese Vermutung muss daraufhin geprüft werden, ob sich die Besonderheit der Montage, die im kinematischen Verhalten der Elementarfaktoren besteht, auf die Ableitung organisatorischer Gestaltungslösungen auswirken könnte.

Der Einsatz einheitlicher Organisationsprinzipien in der Teilefertigung und Montage sowie das gleichsamer instationäre Verhalten von Arbeits- und Montageobjekten lässt den Schluss zu, dass diese Organisationsformen der Montage und Teilefertigung identische Anforderungen an die Organisationsformen der Instandhaltung stellen.

Demzufolge korrespondieren die Ansprüche folgender Organisationsformen an die Gestaltung der Instandhaltung:

- Werkstattfertigung und Werkstattmontage
- Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt und Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten
- Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe und Reihenmontage mit instationären Montageobjekten
- Fließfertigung und Fließmontage mit instationären Montageobjekten
- Einzelplatzfertigung und Einzelplatzmontage

Diese Überlegung führt dazu, dass spezielle Anforderungen an die Instandhaltungsorganisation nur von den Organisationsformen der Montage gestellt werden, bei denen das kinematische Verhalten der Potenzialfaktoren – Arbeitskraft und Betriebsmittel – instationär ist. Dies sind:

- Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Reihenmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Fließmontage mit instationären Potenzialfaktoren
- Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren

Aufgrund des betriebsmittellorientierten Blickwinkels der Instandhaltung, ist die Frage zu beantworten, ob die Instationarität der Betriebsmittel einen signifikanten Einfluss auf die organisatorische Gestaltung der Instandhaltung hat. Insbesondere besteht dann ein signifikanter Einfluss, wenn eine Organisationsform der Montage mit instationären Potenzialfaktoren eine andere Instandhaltungsorganisationsform verlangt als ihr Pendant mit instationären Montageobjekten. Dies wäre der Fall, wenn ein anderes räumliches oder zeitliches Organisationsprinzip der Instandhaltung besser geeignet ist. Räumlich könnte die die Anordnung der Instandhaltungskapazität verändern, also einen Wechsel zwischen dezentraler, integrierter oder zentraler Anordnung bewirken. Zeitlich würde eine Divergenz entstehen, wenn entweder ein anderes Aufgabenspektrum passgerechter ist und damit sich die Spezialisierung der Instandhaltungskapazität verändert, oder wenn ein anderes auslösendes Moment in den Vordergrund rückt.

Zum räumlichen Anordnungsprinzip kann folgendes festgestellt werden: Die Instationarität eines Betriebsmittels wirft die Entscheidung auf, ob ein instand zu haltendes Betriebsmittel zur Instandhaltungskapazität transportiert werden kann. Bei groß dimensionierten Betriebsmitteln (z. B. mobile Schweißanlage) wird dies nicht möglich sein, das heißt, dass die Instandhaltungskapazität sich weiterhin zum Instandhaltungsobjekt begibt und vor Ort notwendige Maßnahmen durchführt. Für die Instandhaltung ist faktisch das Betriebsmittel quasi-stationär und das räumliche Anordnungsprinzip ändert sich hier nicht. Bei klein dimensionierten und leicht handhabbaren Betriebsmitteln, die eine Arbeitskraft direkt mit sich führen kann (z. B. Nietmaschine, Elektroschrauber), könnte die Arbeitskraft das instand zu haltende Betriebsmittel selbst zur Instandhaltungskapazität bringen. Anfallende Wege- und Transportkosten werden in der Regel vergleichbar hoch sein. Die Einbindung der Arbeitskraft in den Montageprozess wird vorrangig durch die technologische Fügefolge und durch eine mögliche zeitliche Bindung zwischen den Montageoperationen beeinflusst. Die einzige Organisationsform, die eine Überbringung des Instandhaltungsobjekts zur Instandhaltungswerkstatt durch eine Arbeitskraft erlaubt, ist die Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren ohne zeitliche Bindung und mit einer variierenden technologischen Fügefolge. Trotzdem bleibt eine zentrale Anordnung der Instandhaltungswerkstatt für die Gruppenmontage mit instationären Potenzialfaktoren die bessere Wahl, weil dezentrale und integrierte Lösungen aus wirtschaftlicher und technisch-technologischer Sicht keine entscheidenden Vorteile erwirken. Die Instandhaltungswerkstatt muss jedoch zum Instandhaltungszeitpunkt die Information darüber haben, wo sich das instand zu haltende Betriebsmittel im Unternehmen befindet. Dies erfordert gegenüber ortsgebundenen Betriebsmitteln einen höheren Koordinationsaufwand, wirkt sich jedoch nicht wesentlich auf die organisatorische Gestaltung der Instandhaltung in Organisationsformen mit instationären Potenzialfaktoren aus. Die Mobilität der Betriebsmittel hat keine tiefgehenden Effekte auf das räumliche Organisationsprinzip der Instandhaltung.

Die Instationarität wird sich nicht auf das auslösende Moment einer Instandhaltungsmaßnahme auswirken. Ortsungebundene Betriebsmittel können ebenfalls zustandsorientiert und/ oder ereignisorientiert betreut werden. Ebenfalls wird sich mehrheitlich keine Veränderung im Aufgabenspektrum der Instandhaltungskapazität ergeben. Instationäre Betriebsmittel werden in der Regel technisch einfach ausgelegt sein, die keiner weiterge-



henden Spezialisierung der Instandhaltungsausrichtung bedürfen. Mobile Betriebsmittel größeren Ausmaßes sollten integriert instand gehalten werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass das zeitliche Organisationsprinzip der Instandhaltung keine maßgeblichen Veränderungen durch die Instationarität der Betriebsmittel erfährt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Auswirkungen infolge der Instationarität von Betriebsmitteln auf die Anforderungen der Organisationsformen der Montage an die Organisation der Instandhaltung vernachlässigt werden können. Demnach sind für die Organisationsformen der Teilefertigung und Montage dieselben Organisationsformen der Instandhaltung passgerecht. Abb. 2-66 bildet diese Zuordnung für die Montage ab. Die Begründungen für diese Zuordnungen basieren auf denselben Argumenten, wie sie in der Teilefertigung diskutiert wurden, weshalb sie hier nicht mehr explizit aufgeführt sind (siehe dazu S. 131 ff.).

Organisationsformen Montage		Werkstattmontage	Gruppenmontage mit iMO	Gruppenmontage mit iPF	Reihenmontage mit iMO	Reihenmontage mit iPF	Fließmontage mit iMO	Fließmontage mit iPF	Fließmontage mit iEF	Einzelplatzmontage
Organisationsformen Instandhaltung										
Zentral	Generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI)	●	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	○
	Verfahrensorientierte zentrale Instandhaltung (VZI)	●	○	○	◐	◐	◐	◐	◐	○
	Objektorientierte zentrale Instandhaltung (OZI)	●	○	○	◐	◐	◐	◐	◐	○
Zustandsorientiert	Zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)	○	◐	◐	●	●	●	●	●	○
	Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI)	○	◐	◐	○	○	○	○	○	●
	Zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI)	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	○

iEF... Instationäre Elementarfaktoren iMO... Instationäre Montageobjekte  
 ● Anforderungen erfüllt ◐ Anforderungen teilweise erfüllt ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 2-66: Passgerechte Organisationsformen der Instandhaltung für die Organisationsformen der Montage

Zusätzlich zu der Feststellung, dass das instationäre Verhalten der Betriebsmittel keinen ausschlaggebenden Einfluss auf die Gestaltung der Instandhaltungsorganisation hat, sind auch dieselben Schlussfolgerungen wie in der Teilefertigung zu ziehen:

- Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der Instandhaltung treten auf, beruhen jedoch nicht auf den

Wechselwirkungen ihrer konstituierenden räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien.

- Die zunehmende Gegenstandsspezialisierung lässt die Bedeutung zentraler Organisationsformen der Instandhaltung schrumpfen, die der zustandsorientierten hingegen wachsen.
- Eine Organisationsform der Montage kann durch mehrere Organisationsformen der Instandhaltung betreut werden.
- Eine Organisationsform der Instandhaltung kann mehrere Organisationsformen der Montage betreuen.

Abb. 2-67 stellt die analysierten Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und denen der Instandhaltung grafisch dar. In der ersten Zeile stehen wieder fett gedruckt die Organisationsformen der Instandhaltung, die primär umgesetzt werden sollten. Die Organisationsformen in der zweiten Zeile sind alternative Gestaltungslösungen, wenn bestimmte betriebliche Umstände (z. B. große Entfernungen, Anzahl instand zu haltender Betriebsmittel) dies erfordern. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit kann auf die Darstellung der Indizes für den instationären Faktor verzichtet werden.

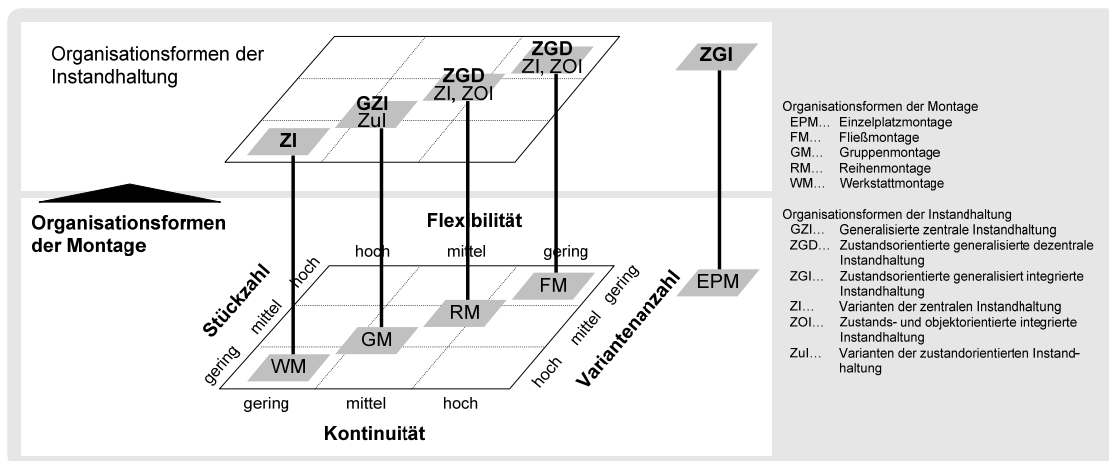
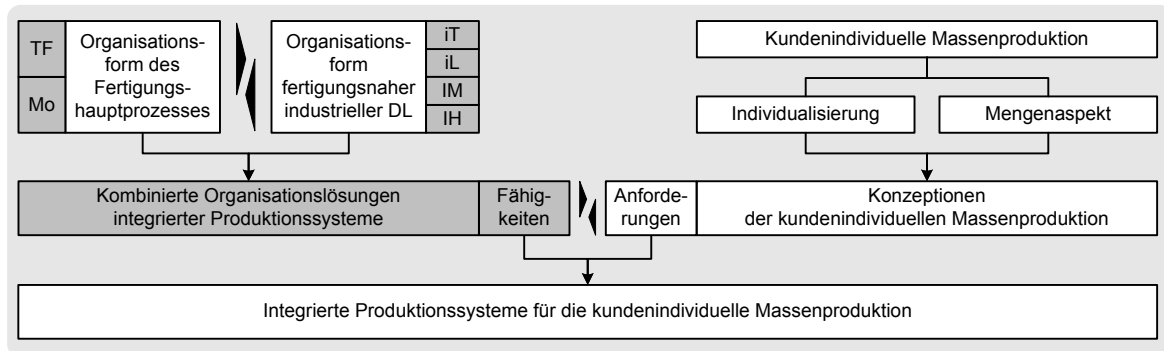


Abb. 2-67: Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Montage und den Organisationsformen der Instandhaltung

## 2.4 Integrierte Produktionssysteme



Kapitel 2.4: Integrierte Produktionssysteme

Differenzierte Produktionsprogramme stellen unterschiedliche technische, technologische und organisatorische Anforderungen an Produktionsprozesse. Diese Anforderungen sind durch ihre Merkmale und Merkmalsausprägungen identifizierbar. Durch verschiedenartige Kombinationen von Merkmalen und ihren Ausprägungen werden Anforderungsprofile in Form von vier Prozesstypen formuliert, die sich an den zu organisierenden Produktionsprozess richten (vgl. Abb. 2-1, S. 13).

Das Fähigkeitsprofil eines Produktionsprozesses wird durch seine organisatorische Gestaltung maßgeblich beeinflusst. Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit ist es, Fähigkeitsprofile aus den identifizierten Organisationsprinzipien und -formen der Teilprozesse – Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage sowie der sie unterstützenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen (z. B. Transport, Lagerung, Informationsmanagement, Instandhaltung) – zu entwickeln, um daraus die Spezifika der kundenindividuellen Massenproduktion abzuleiten. Es ist nachzuweisen, welche Organisationsformen der Teilprozesse für das Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion Relevanz besitzen.

Dafür wurde in den vorangegangenen Abschnitten ein schrittweises Vorgehen gewählt, indem durch Einzelbetrachtungen eine isolierte Zuordnung der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen und ihrer Organisationsformen zu den Organisationsformen der Teilefertigung und Montage erfolgte. An dieser Stelle werden diese Einzelbetrachtungen der Organisationsformen in einer Gesamtbetrachtung zusammengefasst. Das führt zur Darstellung eines integrierten Produktionssystems. Abb. 2-68 veranschaulicht zum einen die Wechselwirkungen eines integrierten Produktionssystems zu anderen Subsystemen

eines Unternehmens aus Sicht der hierarchischen Systemtheorie<sup>201</sup>. Zum anderen stellt sie auf stark vereinfachte Weise die organisatorischen Zusammenhänge zwischen den betrachteten fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen und den Fertigungshauptprozessen innerhalb eines integrierten Produktionssystems dar.

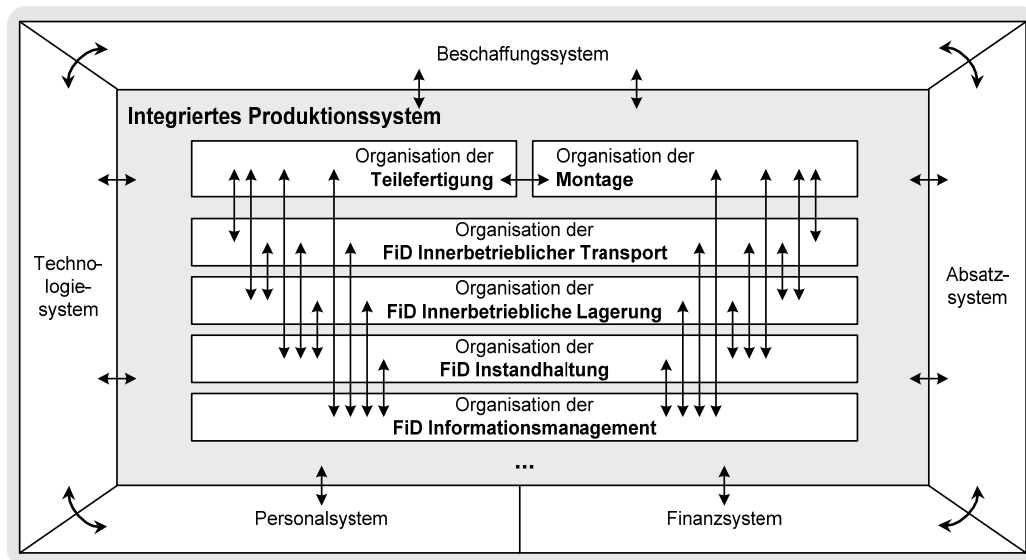


Abb. 2-68: Subsysteme eines Unternehmens<sup>202</sup>

Dem integrativen Ansatz folgend, werden in einem abschließenden Schritt die festgestellten bilateralen Beziehungen zwischen den Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen und den Fertigungshauptprozessen in integrierte Produktionssysteme überführt. Der Grundgedanke besteht darin, dass ein integriertes Produktionssystem nur dann mit einer hohen Effizienz funktionieren kann, wenn die Wechselbeziehungen aller notwendigen Teilsysteme erkannt werden und dafür aufeinander abgestimmte Organisationslösungen entwickelt und gestaltet werden. Dieser holistische Ansatz soll die wesentlichen Interdependenzen herausstellen und zu einer Abstimmung der Teilsysteme führen. In integrierten Produktionssystemen können Hierarchien abgebaut, Gemeinkosten gesenkt und Schnittstellenprobleme zwischen Teilsystemen abgebaut werden. Die vor allem daraus resultierenden kürzeren Durchlaufzeiten und sinkenden Kosten der Inputfaktoren führen in der Regel zu einer Verbesserung der Produktivität.

<sup>201</sup> Zur Systemtheorie vgl. weiterführend BANDTE (2007) - Komplexität in Organisationen, S. 89-94; BÖHM/FUCHS (2002) - System-Entwicklung, S. 9-20; CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 3 f.; HAUN (2007) - Handbuch Robotik, S. 13-15; KÖNIG/ VOLMER (2005) - Personale Systemtheorie; ROPOHL (2009) - Technologie, S. 77.

<sup>202</sup> RÜER (2011) - Organisation Dienstleistungen, S. 23; i. A. a. CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 3.

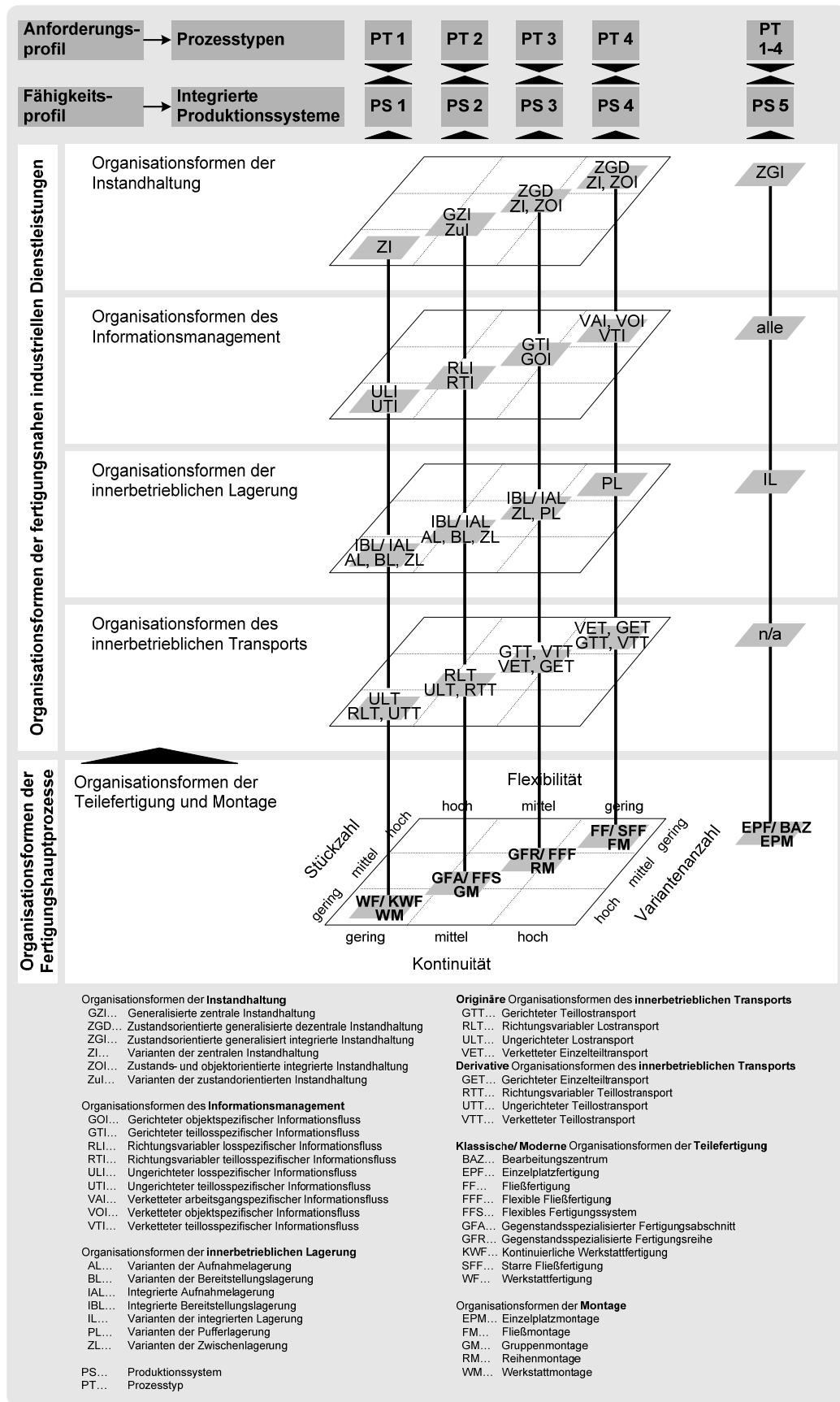
Es soll an dieser Stelle der Unterschied zu ganzheitlichen Produktionssystemen herausgestellt werden. Bei integrierten Produktionssystemen geht es um die organisatorische Zusammenführung von Teilprozessen zu einem wirtschaftlichen Gesamtsystem. Ein ganzheitliches Produktionssystem stellt nach DOMBROWSKI et al. „ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk zur umfassenden und durchgängigen Gestaltung der Produktion dar.“<sup>203</sup> Es setzt sich aus den Bausteinen generelle Ziele und Teilziele des Unternehmens, Gestaltungsfelder, Methoden und Werkzeuge zusammen. Neben organisatorischen Faktoren werden auch humane und technologische Faktoren betrachtet.<sup>204</sup> Bei integrierten Produktionssystemen steht demgegenüber die organisatorische Synchronisation von Teilprozessen im Vordergrund.

Integrierte Produktionssysteme können mit Hilfe von Ebenendarstellungen veranschaulicht werden. In diesem Sinne stellt Abb. 2-69 die passgerechten Zuordnungen der analysierten Organisationsformen dar. Auf die Indizes, die die Kinematik der Elementarfaktoren in den Organisationsformen der Montage kennzeichnen, soll an dieser Stelle aus Gründen der Vereinfachung verzichtet werden. Für die Instandhaltung und für das Informationsmanagement ist die Kinematik ohnehin kein wesentlicher Einflussfaktor. Beim innerbetrieblichen Transport und bei der innerbetrieblichen Lagerung liegt der Fokus bei der räumlichen oder zeitlichen Transformation auf den instationären Montageobjekten. Bei den Potenzialfaktoren besteht sowohl kein Lagerungsbedarf als auch kein Transportbedarf durch Transportmittel.

---

<sup>203</sup> DOMBROWSKI/ PALLUCK et al. (2006) - Ganzheitliche Produktionssysteme, S. 114.

<sup>204</sup> Vgl. DOMBROWSKI/ PALLUCK et al. (2006) - Ganzheitliche Produktionssysteme, S. 114-115.

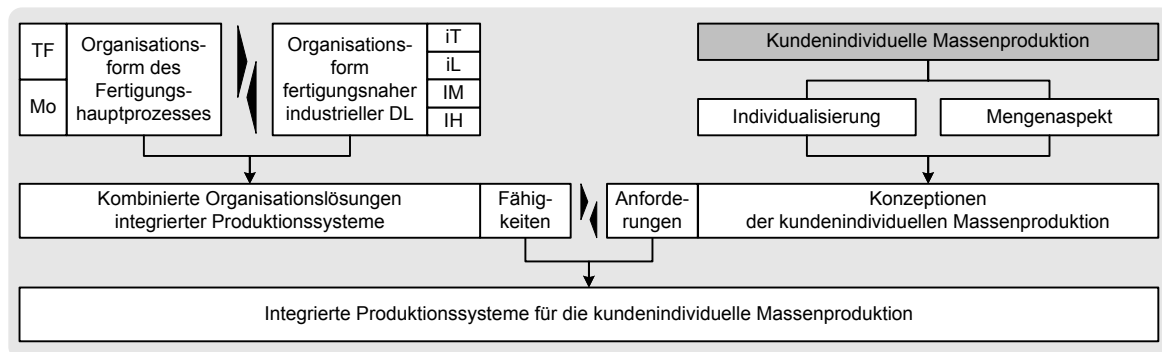
Abb. 2-69: Ebenenmodell für die Organisation integrierter Produktionssysteme<sup>205</sup><sup>205</sup> I. A. a. NEBL/ TEICHNER (2010) - Produktionsorganisation, S. 281.

Aus der obigen Abbildung wird deutlich, dass aus der Fülle der betrachteten Organisationsformen nur wenige Kombinationsmöglichkeiten für die Befriedigung spezifischer Anforderungsprofile tatsächlich geeignet sind. Es sind fünf integrierte Produktionssysteme ableitbar. Aufgrund der abgestimmten Verknüpfung von Fertigungshauptprozess und fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen besitzt jedes Produktionssystem ein charakteristisches Fähigkeitsprofil. Die Fähigkeitsprofile der integrierten Produktionssysteme eins bis vier korrespondieren insbesondere mit den Anforderungsprofilen der Prozesstypen 1 bis 4, aufgrund gleicher Ausprägungen bei den grundlegenden Einflussgrößen auf die Produktionsorganisation (Stückzahl, Variantenanzahl, Flexibilität und Kontinuität). Die Besonderheiten des Fähigkeitsprofils von Produktionssystem fünf – hohe Flexibilität, hohe Kontinuität, variable Stück- und Variantenanzahl – erlaubt die Umsetzung der Anforderungen aller vier Prozesstypen, wenn organisatorische sowie technisch-technologische Rahmenbedingungen erfüllt werden (z. B. Einbindung erforderlicher Fertigungsverfahren, Auslastung der Kapazitäten).

Integrierte Produktionssysteme sind vor allem dann ergiebig, wenn ihre Produktionsprozesse durch die Organisationsformen gestaltet werden, die in den ebenenübergreifenden senkrechten Projektionen verknüpft sind. Sie stellen Handlungsempfehlungen aufgrund sachlogischer und technisch-technologischer Wirkungszusammenhänge dar. Ein Abweichen von der Senkrechten bzw. die Auswahl einer nicht aufgeführten Organisationsform ist in jeder Ebene des Modells prinzipiell möglich, wird jedoch mit einiger Sicherheit zu Produktivitätsverlusten führen. Das Ebenenmodell integrierter Produktionssysteme ist um weitere Organisationsformen fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen erweiterbar (z. B. Organisationsformen des Qualitätsmanagement, Organisationsformen des Produktionscontrolling). Diese stellen zukünftigen Forschungsbedarf dar.

Dieses Ebenenmodell bildet die Grundlage für die Auswahl des Produktionssystems oder der Produktionssysteme, die für die organisatorische Umsetzung der kundenindividuellen Massenproduktion – den inhaltlichen Schwerpunkt dieser Arbeit – zu realisieren sind. Eine passgerechte Auswahl der Organisationsformen gestattet die Erfüllung gestellter Anforderungen seitens des Produktionsprogramms einer kundenindividuellen Massenproduktion.

### 3 Kundenindividuelle Massenproduktion



Kapitel 3: Kundenindividuelle Massenproduktion

#### 3.1 Literaturüberblick

Erstmalig prägte und definierte DAVIS 1987 den Begriff Mass Customization als eine Produktionsstrategie, die es Unternehmen ermöglicht, kundenindividualisierte Produkte ähnlich zu Preisen von massenhaften Standardprodukten herzustellen<sup>206</sup>. Dabei stützte er sich vorwiegend auf die Aussagen von TOFFLER, der bereits 1970 auf die Segmentierung der Massenmärkte aufgrund der zunehmenden gesellschaftlichen Individualisierung aufmerksam machte<sup>207</sup>. 1993 diskutierte PINE die Mass Customization ausführlicher und nannte erste Beispielunternehmen<sup>208</sup>. Nach der Veröffentlichung dieser viel zitierten Arbeit, die KOTHA eher als eine Bündelung und Verkettung vieler Ansätze aus damals aktueller fertigungstechnischer Literatur kritisiert<sup>209</sup>, fand die Mass Customization einerseits einen breiten wissenschaftlichen Zugang, andererseits wurden erste industrielle Implementierungsversuche unternommen. Die ersten deutschsprachigen Veröffentlichungen zu dieser Thematik folgten ab Mitte der 1990er Jahre. PILLER etablierte 1998 den Terminus kundenindividuelle Massenproduktion<sup>210</sup>. Er definiert sie als eine simultane Hybridstrategie, die zeitgleich die nach PORTER konträren Wettbewerbsstrategien Kostenführerschaft und Dif-

<sup>206</sup> Vgl. DAVIS (1987) - Future perfect, S. 169; auch in BLECKER/ ABDELKAFI (2006) - State-of-the-art and challenges, S. 2; DA SILVEIRA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review, S. 1; DURAY (2002) - Mass customization origins, S. 314; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 161; PINE (1993) - Mass Customization new frontier, S. 44-48.

<sup>207</sup> Vgl. TOFFLER (1970) - Future shock, S. 19-35.

<sup>208</sup> Vgl. PINE (1993) - Mass Customization new frontier; PINE/ BART et al. (1993) - Making mass customization work.

<sup>209</sup> Vgl. KOTHA (1994) - Review new frontier, S. 592.

<sup>210</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion.



ferenzierung<sup>211</sup> verfolgt, wodurch gleichsam die Vorteile einer hohen Standardisierung und einer hohen Individualisierung verwirklicht werden können. Aus marketingorientierter Sicht ist sie den Pull-Strategien zuzuordnen, da die bedarfsgerechte Leistungserstellung eine Reaktion auf einen Reiz ist, der seitens des Nachfragers ausgelöst wird<sup>212</sup>.

Das Potenzial eines Fertigungsprozesses, der in der Lage ist, die kundenindividuelle Massenproduktion zu realisieren, wird maßgeblich durch drei sich gegenseitig bedingende Optionen beeinflusst<sup>213</sup>:

- Kostenoption (customization cost effectiveness)

Die Kostenoption beschreibt die Fähigkeit, kundenindividualisierte Produkte herzustellen, ohne dass sich die Herstellkosten massiv erhöhen. Durch die Reduzierung und/ oder Vermeidung von Unterbrechungszeiten bei der Herstellung der Produkte und die Anwendung innovativer Fertigungsverfahren sowie moderner Informations- und Kommunikationstechnologien ist die Ausnutzung von Kostensenkungspotenzialen möglich. Gleichzeitig kann die Wertschöpfung des Unternehmens erhöht werden, da nur noch auf Kundenwunsch und nicht mehr auf Lager produziert wird.<sup>214</sup>

- Differenzierungsoption (customization volume effectiveness)

Die Differenzierungsoption fokussiert auf den Effekt, die Variantenanzahl zu erhöhen, ohne die Stückzahl zu senken. Dieser Aspekt zielt vorzugsweise auf die quantitative und qualitative Flexibilität des Produktionsprozesses, die durch technologische und organisatorische Voraussetzungen geschaffen werden können. Durch das Produzieren großer Mengen gleichartiger Komponenten können sowohl Skaleneffekte als auch Verbundeffekte sowie eine hohe Kontinuität erzielt werden. Ziel ist es, den Output bei mindestens gleichbleibenden Kosten zu erhöhen.

<sup>211</sup> Vgl. PORTER (1999) - Wettbewerbsstrategie, S. 70; GRÄBLER (2004) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 241; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 181 f., 214 f.

<sup>212</sup> Vgl. BENKENSTEIN/ UHRICH (2009) - Strategisches Marketing, S. 201 f.

<sup>213</sup> Vgl. JITPAIBOON/ DANGOL et al. (2009) - Cooperative relationships, S. 807. Ähnlich auch zu finden bei BERMAN (2002) - Should your firm adopt, S. 54; BULLINGER/ WAGNER et al. (2003) - Extended user, S. 452; DA SILVA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review, S. 2; GÜNTHER/ WILKE et al. (2006) - Produktion individualisierter Produkte, S. 64 f.; HART (1995) - Opportunities and limits, S. 39; SALVADOR/ MARTIN et al. (2009) - Cracking code of mass customization, S. 71 f.; SLACK (1983) - Flexibility, S. 4; TAO (2009) - Strategic capabilities, S. 303; TSENG/ PILLER (2003) - Customer centric enterprise, S. 6; TU/ VONDEREMBSE et al. (2004) - Manufacturing practices, S. 375; ZIPKIN (2001) - Limits of mass customization, S. 82.

<sup>214</sup> Eine tiefere Betrachtung der Kostenentwicklung und -optimierung für die kundenindividuelle Massenproduktion erfolgt bei FÜRDERER (1996) - Option and component bundling.

- Beziehungsoption (customization responsiveness)

Die Beziehungsoption bildet die Fähigkeit ab, den Produktionsprozess hinsichtlich der Veränderungen von Kundenwünschen zeitnah anpassen zu können. Der Kunde erwartet ein nach seinen Wünschen spezifiziertes Produkt, jedoch ist er nicht gewillt, lange Lieferzeiten in Kauf zu nehmen. Zu diesem Aspekt zählt ebenso, dass das Unternehmen in der Lage ist, die Ansprüche und Präferenzen des Kunden wahrzunehmen, zu formulieren, zu verarbeiten, umzusetzen und mittels konkreter Produkteigenschaften dem Kunden anzubieten.

Gelingt es dem Unternehmen diese drei Optionen auszunutzen, ist es in der Lage, eine konkurrenzfähige Position gegenüber seinen Mitbewerbern einnehmen zu können. Welche Wirkungen diese Optionen erzielen und welche Folgen zu erwarten sind, verdeutlicht die nachstehende Abb. 3-1.

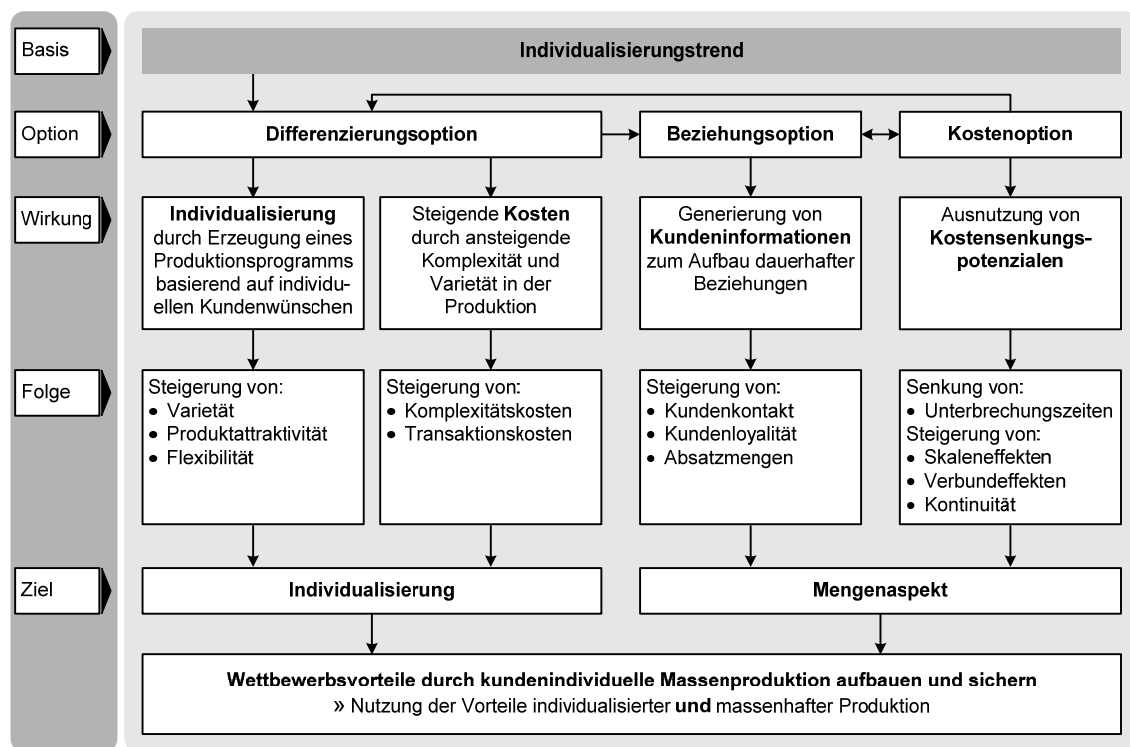


Abb. 3-1: Grundverständnis der kundenindividuellen Massenproduktion

Die Grundlage bildet der Trend zur Individualisierung, der das Erfordernis zur Differenzierung verstärkt. Es werden Leistungen produziert, die den spezifischen Präferenzen des Kunden entsprechen (Differenzierungsoption). Die daraus resultierende gestiegene Attraktivität der Erzeugnisse spiegelt sich in einer höheren Zahlungsbereitschaft wider. Durch intensive Kontaktpflege sind wertvolle Kundeninformationen generierbar, die es

sentiell für eine ertragreiche und dauerhafte Beziehung sind. Die höhere Produktattraktivität und Kundenbindung führen zu einer Steigerung der Absatzzahlen (Beziehungsoption). Die Erhöhung der Varietät führt beispielsweise zu steigenden Komplexitäts- und Transaktionskosten. Diese sind zu reduzieren, so dass sie zu keiner wesentlichen Erhöhung der Verkaufspreise führen (Kostenoption). Vor allem die Mechanismen der Verbund- und Skaleneffekte sowie eine abgestimmte Produktionsorganisation ermöglichen Fertigungsprozesse, die ein möglichst hohes Niveau unter Beachtung der geforderten Kontinuität sowie quantitativen und qualitativen Flexibilität anstreben. Für den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit sind insbesondere die Kosten- und die Differenzierungsoption von großer Bedeutung. Die Ausnutzung dieser beiden Potenziale wird überwiegend im Herstellungsprozess sichergestellt, den es anforderungsgerecht zu organisieren gilt.

Die Komplexität wird in dieser Arbeit als eine Systemeigenschaft aufgefasst, die durch die Dimensionen „Anzahl, Heterogenität sowie Unsicherheit der Elemente und ihrer Beziehungen untereinander bzw. deren Veränderung im Zeitablauf bestimmt wird“<sup>215</sup>. Sie nimmt mit der Heterogenität seiner Elemente und deren Beziehungen zu. Nach der Entsprechungshypothese<sup>216</sup> kann eine komplexe Unternehmensumwelt nur durch ein adäquates komplexes System beherrscht werden. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass ein Produktionssystem komplex sein muss, um den externen und internen mehrdimensionalen Anforderungen gerecht zu werden. Daraus folgt, dass ein bestimmter Anteil an Komplexität innerhalb eines Systems stets existent ist. Sie kann als eine inhärente Mindestkomplexität verstanden werden. Sie kann sich beispielsweise aus den Dimensionen Kundengruppen, Variantenanzahl, Ziele, Teilevielfalt, Koordination und Heterogenität des Produktionssystems zusammensetzen<sup>217</sup>. Durch ein antizipatives Komplexitätsmanagement muss diese Komplexität sowie die Unsicherheit bei Entscheidungen und die daraus entstehenden Komplexitätskosten sowie der Koordinationsbedarf beherrschbar gemacht

<sup>215</sup> LASCH/ GIEßMANN (2009) - Komplexitätsmanagement Beschaffungslogistik, S. 197. Vgl. auch BERLYNE et al. in FLECK (1995) - Hybride Wettbewerbsstrategien, S. 177 f.; BANDTE (2007) - Komplexität in Organisationen, S. 34-53; MILDENBERGER (1998) - Produktionsnetzwerke, S. 72; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 187, REIß (2011) - Wandlungsfähige Produktionssysteme, S. 77 f.; SCHIEMENZ (1996) - Komplexität von Produktionssystemen, S. 897.

<sup>216</sup> Vgl. „Law of Requisite Variety“ (Gesetz erforderlicher Varietät) von ASHBY (1956) in FLECK (1995) - Hybride Wettbewerbsstrategien, S. 178.

<sup>217</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 33-47; OLBRICH/ BATTENFELD (2005) - Variantenvielfalt und Komplexität, S. 162 f.

werden.<sup>218</sup> Flexible und dynamische Organisationsstrukturen bieten eine Möglichkeit den erhöhten Koordinationsumfang in einem komplexen System zu handhaben. Weitere Maßnahmen sind z. B. die Konzentration auf Kernkompetenzen, der Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen sowie das Outsourcing.<sup>219</sup>

Zur Beurteilung der Vielfalt eines Systems dient das Komplexitätsmaß Varietät<sup>220</sup>. Je nach Betrachtungsebene lassen sich zwei Arten unterscheiden: Die externe Varietät (marktbezogen) beschreibt die Anzahl aller möglichen Variationen eines Produkts, die der Abnehmer dauerhaft wahrnimmt. Die interne Varietät (unternehmensbezogen) beschreibt die innere Variantenvielfalt<sup>221</sup>, die aus zu produzierenden Grundprodukten und ihren Erzeugnisvarianten resultiert.<sup>222</sup> Durch eine sehr späte Individualisierung im Produktionsprozess kann beispielsweise eine hohe externe Varietät (hohe Variantenanzahl) bei geringer interner Varietät (wenige Grundprodukte und Baugruppen) erreicht werden. Eine bewusste Begrenzung der externen Varietät und des Systems als Ganzes ist die Grundlage für eine wirtschaftlich vertretbare interne Varietät.<sup>223</sup>

Aus der simultanen Realisierung der Differenzierungs- und Kostenoption ergibt sich das folgende Varietätsproblem: Die externe Varietät gilt es, bei gleichzeitiger Minimierung der internen Varietät, zu maximieren. Dies bedeutet, dass die Komplexität nicht vollständig reduzierbar ist, jedoch zielgerichtet beeinflusst und beherrscht werden kann. Maßnahmen des Komplexitätsmanagement innerhalb des Subsystems Produktion werden in der Abb. 3-2 entweder der Komplexitätsreduktion oder -beherrschung zugeordnet.

---

<sup>218</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 30-40; ADAM (1998) - Komplexitätsfalle, S. 6-9; HERRMANN/ SEILHEIMER (2002) - Variantenmanagement, S. 654; HOMBURG/ WEBER (1996) - Individualisierte Produktion, S. 659 f.; WARINGER/ PILLER (1999) - Modularisierung, S. 6-11. Zu Komplexitätskosten siehe näher OLBRICH/ BATTENFELD (2005) - Variantenvielfalt und Komplexität.

<sup>219</sup> Vgl. SCHIEMENZ (1996) - Komplexität von Produktionssystemen, S. 902.

<sup>220</sup> Vgl. ASHBY in LUCZAK/ FRICKER (1997) - Komplexitätsmanagement zur Unternehmensgestaltung, S. 316; BANDTE (2007) - Komplexität in Organisationen, S. 99; SCHERF (2003) - Komplexität aus systemischer Sicht.

<sup>221</sup> Vgl. BARTUSCHAT/ KRAWITZ (2006) - Kundenindividuelle Produktstruktur, S. 208 f.; GAUSMANN (2008) - Kundenindividuelle Wertschöpfungsnetze, S. 176.

<sup>222</sup> Vgl. ANDERSON (1997) - Agile product development, S. 45; HILDEBRAND (1997) - Individualisierung als strategische Option, S. 75; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 193.

<sup>223</sup> Vgl. ANDERSON (1997) - Agile product development, S. 45; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 193.

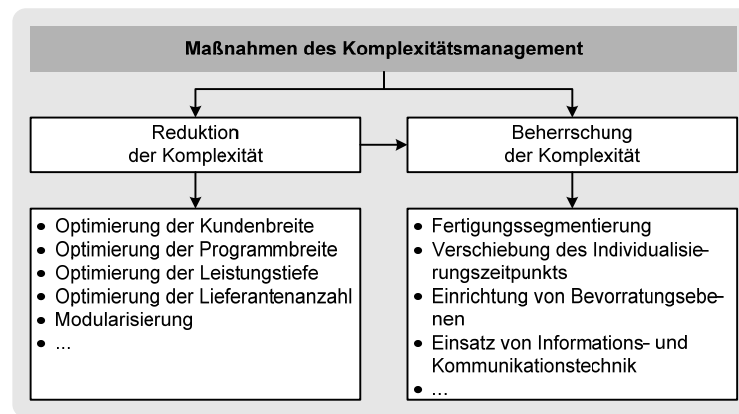


Abb. 3-2: Maßnahmen des Komplexitätsmanagement in der Produktion<sup>224</sup>

Die modular zu verwendenden Maßnahmen des Komplexitätsmanagement dienen zur Rationalisierung und Verbesserung ablaufender Prozesse in vorherrschenden Strukturen. Nicht alle Ansätze müssen dabei verfolgt werden, vielmehr sind sie komplementär und unternehmensspezifisch anzuwenden.

Die Literatur weist eine Vielzahl von Ansätzen auf, die eine theoretische Umsetzung des varietätsbedingten Komplexitätsanstiegs auf unterschiedlichste Art ermöglichen sollen. MOSER stellt kritisch fest, dass es den meisten Ansätzen an einer empirischen Fundierung fehlt und dass größtenteils nur wenige Klassifizierungsmerkmale zur Untersuchung herangezogen werden<sup>225</sup>. Demgegenüber steht die leichte Anwendbarkeit der meisten Ansätze. Sie sind in vier nicht trennscharfe Gruppen unterteilbar<sup>226</sup>:

- Objektbezogene Ansätze zeigen Möglichkeiten auf, wodurch und wie ein Produkt oder eine Dienstleistung individualisiert werden kann. Hierzu zählen z. B. Veröffentlichungen von AMARO et al., BACKHAUS/ VOETH, BLAHO, GILMORE/ PINE, GLAZER, HIPPEL, KIRSCHKE/ NÖKEN, LEE et al., MACCARTHY et al., PILLER/ IHL und PINE.<sup>227</sup>
- Ortsbezogene Ansätze beschreiben, durch wen die Individualisierung erfolgt. Sie entsteht entweder durch den Hersteller, den Zulieferer oder durch den Kunden

<sup>224</sup> Vgl. zusammenfassende Literaturanalyse bei WARINGER/ PILLER (1999) - Modularisierung, S. 27-35, 48.

<sup>225</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 51.

<sup>226</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 51; SCHENTLER (2008) - Beschaffungscontrolling, S. 54.

<sup>227</sup> Vgl. AMARO/ HENDRY et al. (1999) - Competitive advantage; BACKHAUS/ VOETH (2010) - Industriegütermarketing; BLAHO (2001) - Massenindividualisierung; GILMORE/ PINE (1997) - Four faces; GLAZER (1999) - Smart markets; HIPPEL (1998) - Product development; KIRSCHKE/ NÖKEN (1998) - Losgröße 1; LEE/ BARUA et al. (2000) - Complementarity of mass customization; MACCARTHY/ BRABAZON et al. (2002) - Key value attributes; MACCARTHY/ BRABAZON et al. (2003) - Examination of mass customization; PILLER/ IHL (2002) - Mythos Mass Customization; PINE (1993) - Mass customizing products and services.

selbst. Mit diesem Ansatz beschäftigen sich vor allem Publikationen von ANDERSON, REIß/ BECK, SKIPWORTH/ HARRISON und ZIPKIN.<sup>228</sup>

- Umsetzungsbezogene Ansätze umfassen Konzeptionen, die veranschaulichen, wie im Produktionsprozess die Individualisierung beispielsweise aus Sicht der Technologie, des Personals, der Steuerung oder der Organisation realisiert werden kann. Hierzu zählen beispielsweise Arbeiten von BLECKER et al., BOCK, DA SILVEIRA et al., FORZA/ SALVADOR, KRATOCHVÍL/ CARSON, KREUZER, LAMPEL/ MINTZBERG, MACCARTHY et al., POTTER et al., ROBERTSON/ ULRICH, RUDBERG/ WIKNER, SCHNÄBELE, SCHNEIDER, SKIPWORTH/ HARRISON und SPRING/ DALRYMPLE.<sup>229</sup>
- Zeitpunktbezogene Ansätze lokalisieren den Moment im Wertschöpfungsprozess, in dem die Individualisierung erfolgt. Hier sind z. B. die Veröffentlichungen von BRABAZON/ MACCARTHY, DA SILVEIRA et al., DURAY, DURAY et al., GILMORE/ PINE, LAMPEL/ MINTZBERG, LEE et al., LINDEMANN/ BAUMBERGER, PILLER, RUDBERG/ WIKNER, SCHENK/ SEELMANN-EGGEBERT, STAUTNER und THOBEN zu nennen.<sup>230</sup>

Aufgrund der Fokussierung dieser Arbeit stehen insbesondere die organisatorisch relevanten Aspekte der umsetzungs- und zeitpunktbezogenen Ansätze im Mittelpunkt weiterer Betrachtungen.

<sup>228</sup> Vgl. ANDERSON (1997) - Agile product development; PILLER (2006) - Mass Customization; PINE (1993) - Mass customizing products and services; REIß/ BECK (1995) - Maßgeschneiderte Massenproduktion; SKIPWORTH/ HARRISON (2004) - Implications of form postponement; ZIPKIN (2001) - Limits of mass customization.

<sup>229</sup> Vgl. BLECKER/ DULLNIG et al. (2003) - Produktkonfiguration; BOCK (2006) - Assembly line; DA SILVEIRA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review; FORZA/ SALVADOR (2006) - HRM policies; KRATOCHVÍL/ CARSON (2005) - Growing modular; KREUZER (2005) - Praktische Relevanz von Mass Customization; LAMPEL/ MINTZBERG (1996) - Customizing customization; MACCARTHY/ BRABAZON et al. (2003) - Modes of operation; PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion; PILLER (2006) - Mass Customization; POTTER/ BREITE et al. (2004) - Potential for mass customization; ROBERTSON/ ULRICH (1999) - Produktplattformen; RUDBERG/ WIKNER (2004) - Customer order decoupling point; SCHNÄBELE (1997) - Mass Customized Marketing; SCHNEIDER (1998) - Produktindividualisierung als Marketing-Ansatz; SKIPWORTH/ HARRISON (2006) - Form postponement; SPRING/ DALRYMPLE (2000) - Product customisation and manufacturing strategy.

<sup>230</sup> Vgl. BRABAZON/ MACCARTHY (2006) - Order fulfillment models; DA SILVEIRA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review; DURAY/ WARD et al. (2000) - Approaches to mass customization; DURAY (2002) - Mass customization origins; DURAY (2004) - Mass customizers' use of inventory; GILMORE/ PINE (1997) - Four faces; LAMPEL/ MINTZBERG (1996) - Customizing customization; LEE/ BARUA et al. (2000) - Complementarity of mass customization; LINDEMANN/ BAUMBERGER (2006) - Individualisierte Produkte; PILLER (2006) - Mass Customization; PINE (1994) - Maßgeschneiderte Massenfertigung; RUDBERG/ WIKNER (2004) - Customer order decoupling point; SCHENK/ SEELMANN-EGGEBERT (2003) - Mass customization across the value chain; STAUTNER (2001) - Kundenorientierte Lagerfertigung; THOBEN (2003) - Customer driven manufacturing.

Obwohl die Publikationen, die in den letzten zwei Jahrzehnten auf dem Gebiet der kundenindividuellen Massenproduktion erschienen sind, weit die Tausendermarke übersteigen, widmen sich nur wenige Autoren (z. B. DA SILVEIRA et al., PINE, PILLER)<sup>231</sup> teilweise der Aufgabe, konkrete Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur organisatorischen Gestaltung von Produktionsprozessen für die kundenindividuelle Massenproduktion zu formulieren. Zu diesem Ergebnis kommt auch MOSER, der eine Analyse zur vorhandenen Literatur präsentiert, die sich mit Publikationen zum Thema kundenindividuelle Massenproduktion und ihren Wirkungsbereichen sowie Kernkompetenzen beschäftigt<sup>232</sup>. Obwohl die Hälfte der 47 untersuchten Beiträge thematisch dem Bereich der Produktion zuzuordnen ist, gibt keine Veröffentlichung eine Empfehlung zur organisatorischen Gestaltung der Produktionsprozesse. MOSER stellt zum einen fest, dass sich aus den genannten Wirkungsbereichen und Kompetenzen spezifische Aufgaben oder Handlungen nur schwer ableiten lassen<sup>233</sup>. Zum anderen kommt er zu der Auffassung, dass oftmals über die postulierten Kernkompetenzen hinaus, keine Aussagen zu deren Umsetzung getroffen werden<sup>234</sup>.

In einer anderen breiten Literaturanalyse ordnet PILLER verschiedene Beiträge jeweils nach ihrem inhaltlichen Schwerpunkt einer von sechs Gruppen zu<sup>235</sup>. Die für diese Arbeit relevante Gruppe 'Produktion und Logistik' unterteilt er in zwei Untergruppen, die sich entweder mit Beiträgen zur Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionssysteme (Produktion) oder mit dem Supply Chain Management (Logistik) beschäftigen. Alle anderen Gruppen fokussieren beispielsweise auf die Integration des Kunden, die Produktentwicklung, die Konfiguration oder auf das Customer Relationship Management. Von den insgesamt 244 dort untersuchten Literaturquellen befassen sich 28 Quellen mit produktionswirtschaftlichen Inhalten und 13 Quellen mit logistischen Inhalten, wobei zwei Quellen beiden Unterrubriken zugeordnet werden. Teilweise ist nicht ganz eindeutig, worauf sich die jeweilige Eingruppierung stützt – RAUTENSTRAUCH et al.<sup>236</sup> ist ein Sammelwerk mit vielen unterschiedlich orientierten Beiträgen, der Beitrag von HUISKONEN et al.<sup>237</sup> ist eher logistisch-

---

<sup>231</sup> Vgl. DA SILVEIRA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review, S. 3 f.; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 219-236; PINE (1993) - Mass Customization new frontier, S. 196-212.

<sup>232</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 52-62.

<sup>233</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 61.

<sup>234</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 61 f.

<sup>235</sup> Vgl. PILLER (2006) - Mass Customization, S. 162-173.

<sup>236</sup> Vgl. RAUTENSTRAUCH/ SEELMANN-EGGEBRECHT et al. (2002) – Moving into Mass Customization.

<sup>237</sup> Vgl. HUISKONEN/ NIEMI et al. (2003) - Customer characteristics.

als produktionsorientiert, der Beitrag von SWAMINATHAN<sup>238</sup> betrachtet vielmehr allgemein strategische Umsetzungsmöglichkeiten. Die meisten Beiträge dieser Untergruppe 'Produktion' fokussieren auf die informationstechnische Umsetzung (z. B. informationstechnische Voraussetzungen, Konfiguration, Kundendatenverwaltung)<sup>239</sup>, auf die technologischen Möglichkeiten neuer Fertigungsverfahren<sup>240</sup> oder auf die ablauforganisatorische Planung und Steuerung kundenindividueller Prozesse<sup>241</sup>. Lediglich zwei der 244 untersuchten Beiträge – BLECKER et al.<sup>242</sup> und TU et al.<sup>243</sup> – analysieren im Zusammenhang mit der kundenindividuellen Massenproduktion organisatorische Aspekte. Beide Abhandlungen verbalisieren konkrete Maßnahmen, wie ein Produktionsprozess zur Erzeugung kundenindividueller Produkte zu gestalten ist. TU et al. untersuchen die Anwendung der Standardisierung, um Modulbestandteile (product modularity) und Prozesse (process modularity) zu schaffen, durch die eine Vielzahl von Erzeugnissen konfiguriert werden kann<sup>244</sup>. BLECKER et al. konzentrieren sich neben der Modularisierung von Produkten auf die Entwicklung von Managementinstrumenten, die einem Anstieg der Systemkomplexität entgegenwirken sollen<sup>245</sup>.

Kritisch ist bei beiden Beiträgen (TU et al. und BLECKER et al.) anzumerken, dass die Modularisierung als alleiniger Ansatz zur organisatorischen Gestaltung eines Produktionsprozesses für die kundenindividuelle Massenproduktion vorgeschlagen wird. BLECKER et al. führen selbst Grenzen und Nachteile an, denen jedoch nicht abgeholfen wird. Als Beispiele sind hier hohe Komplexitäts- und Entwicklungskosten, leichte Imitierbarkeit sowie Nichterfüllung einiger Kundenwünsche zu nennen<sup>246</sup>. Weitere Vor- und Nachteile der Modularisierung werden in Abb. 3-3 gegenübergestellt.

<sup>238</sup> Vgl. SWAMINATHAN (2001) - Customization using standardized operations.

<sup>239</sup> Vgl. z. B. BULLINGER/ WAGNER et al. (2003) - Extended user; SPRING/ DALRYMPLE (2000) - Product customisation and manufacturing strategy; SUGUMARAN/ DIETRICH et al. (2006) - Agent-based coordination; TSIGKAS/ JONGH et al. (2003) - Demand flow customization; VRECHOPOULOS (2004) - Challenges in internet.

<sup>240</sup> Vgl. z. B. FRITZ (2001) - Laser-Sintern; SEIDL (2001) - Zukunft Masskonfektion; SEIFERT (2002) - Mi adidas mass customization.

<sup>241</sup> Vgl. z. B. BOCK (2000) - Modelle und verteilte Algorithmen; BROWN/ BESSANT (2003) - Strategy-capabilities; LOPITZSCH/ WIENDAHL (2003) - Segmented adaptive production control.

<sup>242</sup> Vgl. BLECKER/ FRIEDRICH et al. (2005) - Information and management systems.

<sup>243</sup> Vgl. TU/ VONDEREMSE et al. (2004) - Modularity-based manufacturing.

<sup>244</sup> Vgl. TU/ VONDEREMSE et al. (2004) - Modularity-based manufacturing, S. 147.

<sup>245</sup> Vgl. BLECKER/ FRIEDRICH et al. (2005) - Information and management systems, S. 5.

<sup>246</sup> Vgl. BLECKER/ FRIEDRICH et al. (2005) - Information and management systems, S. 169 f.; GARUD/ KUMARASWAMY (2003) - Technological and organizational designs, S. 50; GÖPFERT/ STEINBRECHER (2000) - Modulare Pro-



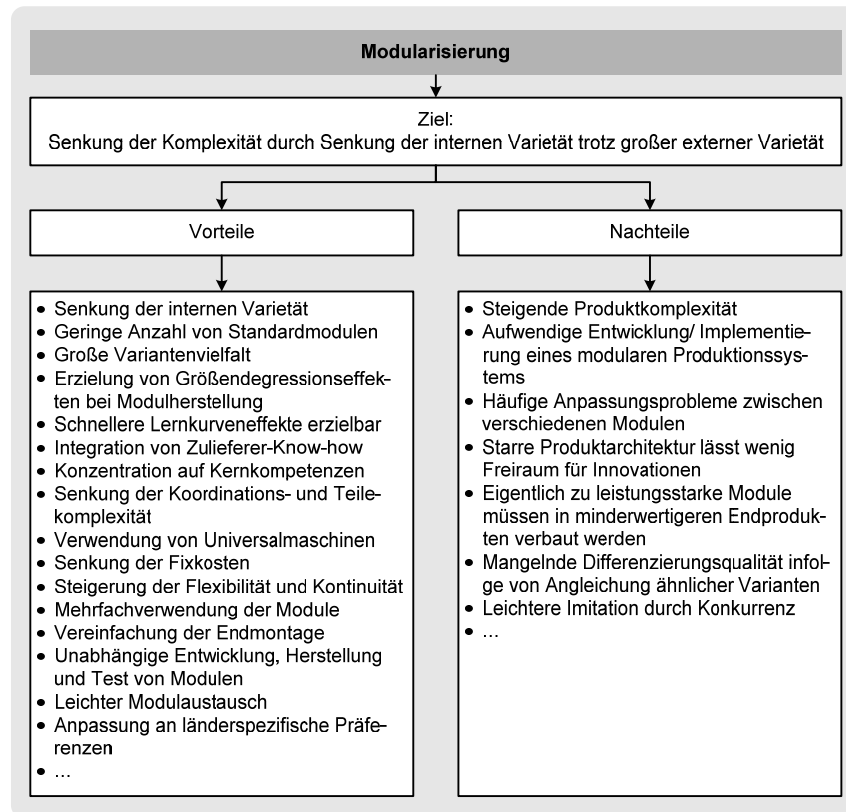


Abb. 3-3: Vor- und Nachteile der Modularisierung<sup>247</sup>

Problematisch ist dabei zu konstatieren, dass einerseits lediglich in zwei Beiträgen über mögliche Ansätze zur organisatorischen Gestaltung der kundenindividuellen Massenproduktion reflektiert wird. Andererseits stehen im Zentrum dieser Überlegungen ausschließlich Formen der Modularisierung auf Produkt- oder Prozessebene. Es besteht die Vermutung, dass eine alleinige Fokussierung auf Modularisierungsansätze das Organisationsproblem der kundenindividuellen Massenproduktion nicht ausreichend lösen kann.

COATES unterscheidet organisationsorientierte Gestaltungsansätze nach dem Individualisierungszeitpunkt in die Formen Hard Customization und Soft Customization.<sup>248</sup> Der Individualisierungszeitpunkt (auch bezeichnet als Variantenbestimmungspunkt<sup>249</sup>, Entkopplungspunkt<sup>250</sup>, Order Penetration Point<sup>251</sup>, Decoupling Point<sup>252</sup>, Postponement Point<sup>253</sup> oder

duktentwicklung, S. 25 f.; PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 196-198; PILLER/ WARINGER (1999) - Modularisierung in der Automobilindustrie, S. 74-84.

<sup>247</sup> I. A. a. PILLER/ WARINGER (1999) - Modularisierung in der Automobilindustrie, S. 74-84.

<sup>248</sup> Vgl. COATES (1995) - Customization promises, S. 6.

<sup>249</sup> Vgl. WILDEMAN (2000) - Komplexitätsmanagement, S. 44.

<sup>250</sup> Vgl. JÄGER (2004) - Absatzsysteme, S. 75; SCHWARZKOPF (2003) - Kundenindividuelle Produktion, S. 45.

<sup>251</sup> Vgl. FLECK (1995) - Hybride Wettbewerbsstrategien, S. 186; PILLER/ WARINGER (1999) - Modularisierung in der Automobilindustrie, S. 143; SCHUH (2005) - Produktkomplexität managen, S. 228.

Freeze-point<sup>254</sup>) definiert die Stufe im Produktionsprozess, in der der Fertigungsauftrag hinsichtlich der gewünschten Kundenpräferenzen spezifiziert wird<sup>255</sup>. Der Leistungserstellungsprozess wird dadurch in einen auftragsabhängigen und in einen auftragsunabhängigen Abschnitt eingeteilt.

Die Soft Customization, auch als offene Individualisierung bezeichnet, umfasst alle Maßnahmen zur kundenindividuellen Anpassung des Produkts, die keine Veränderungen in den wertschöpfenden Fertigungshauptprozessen erfordern. Die einheitlich und anonym gefertigten Erzeugnisse besitzen die Möglichkeit zur Individualisierung zu einem Zeitpunkt nach der Fertigstellung. Beispielsweise individualisiert sich der Kunde selbst das Produkt nach seinen Maßstäben (Selbstindividualisierung) oder es wird durch den Vertrieb vor der Auslieferung an den Kunden individualisiert (Serviceindividualisierung, individuelle Endfertigung im Handel/ Vertrieb)<sup>256</sup>. Es handelt sich hierbei um eine Form der Kundenindividualisierung, die keinen unmittelbaren Eingriff in den Produktionsablauf verlangt. Die Individualisierung des Produkts erfordert hier keine Anpassungen der Produktionsorganisation. Somit besitzt diese Konzeptionsrichtung keine Relevanz zur Bearbeitung der Themenstellung und wird im Folgenden nicht näher betrachtet.

Demgegenüber werden unter Hard Customization, auch geschlossene Individualisierung genannt, alle Ansätze zusammengefasst, bei denen die Individualisierung direkt im Produktionsbereich stattfindet. Dies setzt eine umfassende Interaktion zwischen dem Kunden und dem Unternehmen voraus. Jedes Erzeugnis ist genau einem Auftrag zuzuordnen und erfüllt die konkreten Wünsche eines bestimmten Kunden. Deshalb wird diese Konzeption auch als eine direkte Individualisierung bezeichnet.<sup>257</sup> Weil die Produktindividualisierung vor oder während der Leistungserstellung erfolgt, sind aus wirtschaftlichen Aspekten umfassende Veränderungen im Ablauf und in der Organisation der Produktionsprozesse zu erwarten. Aus diesem Grunde wird die Hard Customization im Mittelpunkt der weiteren Arbeit stehen.

---

<sup>252</sup> Vgl. REICHWALD/ PILLER et al. (2003) - Economic evaluation of mini-plants, S. 62; THOBEN (2003) - Customer driven manufacturing, S. 73.

<sup>253</sup> Vgl. REICHWALD/ PILLER et al. (2003) - Economic evaluation of mini-plants, S. 62.

<sup>254</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 60; ROMMEL (1993) - Unternehmenskonzept, S. 37.

<sup>255</sup> Vgl. ENGELHARDT/ KLEINALTENKAMP et al. (1993) - Leistungsbündel, S. 412-415; GRÄBLER (2004) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 21.

<sup>256</sup> Vgl. PILLER (2006) - Mass Customization, S. 220-225; WERNER (2008) - Supply Chain Management, S. 127 f.

<sup>257</sup> Vgl. COATES (1995) - Customization promises, S. 6-8; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 219 f.; PINE (1994) - Maßgeschneiderte Massenfertigung, S. 235 f.; WERNER (2008) - Supply Chain Management, S. 127 f.

PILLER folgt dieser noch eher groben Einteilung von COATES und entwirft eigene Ansätze zur Umsetzung der kundenindividuellen Massenproduktion. Im Bereich der Hard Customization präsentiert er drei Ansätze, die er als Konzeptionen<sup>258</sup> bezeichnet – die kundenindividuelle End- oder Vorproduktion, die Modularisierung und die massenhafte Fertigung von Unikaten<sup>259</sup>. Er beschreibt, wie die verschiedenen Konzeptionen in der Lage sind „den Ausgleich zwischen Individualisierung und Standardisierung“<sup>260</sup> zu vollziehen und beispielsweise welche Vor- und Nachteile dem Unternehmen bzw. dem Kunden entstehen. Durch welche konkreten Gestaltungsmaßnahmen der Produktionsprozess räumlich und zeitlich zu organisieren ist, um den geforderten Ausgleich realisieren zu können, erklärt er jedoch nicht. An dieser Stelle setzt diese Arbeit an. So sind Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse und der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen zu identifizieren, die den organisatorischen Anforderungen der kundenindividuellen Massenproduktion auf unterschiedliche Weise gerecht werden können. Dabei steht der Gestaltungsansatz aus theoretischer und praktischer Sicht im Mittelpunkt der Überlegungen. Die Ergiebigkeit der kundenindividuellen Massenproduktion wird entscheidend davon abhängen, wie es gelingt, aus den theoretisch relevanten Organisationsprinzipien und -formen das organisatorische Fähigkeitsprofil zu entwickeln, das dem Anforderungsprofil der programmbezogenen kundenindividuellen Massenproduktion entspricht. Eine besondere Rolle spielt dabei die Gestaltung der Wechselbeziehungen zwischen der organisatorischen Gestaltung der Fertigungshauptprozesse und der sie unterstützenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen.

Weitere in der Literatur<sup>261</sup> genannte Systematisierungen von Gestaltungsansätzen mit dem Fokus Organisation fasst Abb. 3-4 chronologisch zusammen. Die dargestellten Ansätze

<sup>258</sup> PILLER (2006) - Mass Customization, S. 216.

<sup>259</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 152-205; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 225-236.

<sup>260</sup> PILLER (2006) - Mass Customization, S. 216.

<sup>261</sup> Vgl. ALFORD/ SACKET et al. (2000) - Mass customisation, S. 101-103; BLAHO (2001) - Massenindividualisierung, S. 97-108; COATES (1995) - Customization promises, S. 6 f.; COMSTOCK (2004) - Production systems, S. 49-54; CORSTEN/ DRESCH et al. (2005) - Dienstleistungen, S. 389-393; DA SILVEIRA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review, S. 3 f.; DURAY/ WARD et al. (2000) - Approaches to mass customization, S. 611-614; GILMORE/ PINE (1997) - Four faces, S. 92-94; GRÄBLER (2004) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 21 f.; LAMPEL/ MINTZBERG (1996) - Customizing customization, S. 24-26; PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 135-207; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 219-236; PINE (1993) - Mass Customization new frontier, S. 196-212; REIß/ BECK (1995) - Maßgeschneiderte Massenproduktion, S. 13-16; SCHNEIDER (1998) - Produktindividualisierung als Marketing-Ansatz, S. 14-19; SWAMINATHAN (2001) -

ze können nach den im deutschsprachigen Raum etablierten Konzeptionen von PILLER<sup>262</sup> gruppiert werden. Neben der breiten Akzeptanz seiner Gliederung spricht ebenfalls für diese Konzeptionen, dass sie empirisch abgeleitet und bestätigt sind<sup>263</sup>. Darüber hinaus werden die teilweise sich überschneidenden Ansätze auf eine in dieser Arbeit anwendbaren Basis heruntergebrochen. Infolgedessen sind die abgebildeten Systematisierungsansätze nach ihren Individualisierungszeitpunkten entweder

- der Soft Customization (A) oder
- der Hard Customization (B) und deren Konzeptionen
  - kundenindividuelle End- oder Vorproduktion (B.1),
  - Modularisierung (B.2) und
  - massenhafte Fertigung von Unikaten (B.3) zugeordnet.

Vor dem Hintergrund, dass die Soft Customization in dieser Arbeit keine Relevanz besitzt, sind ihre Konzeptionen in Spalte A der Abb. 3-4 hellgrau hinterlegt.

Publikationen nicht genannter Autoren präsentieren Systematisierungsansätze in ähnlicher Weise (wie z. B. AMARO et al., ANDERSON, KIRSCHKE/ NÖKEN, LEE et al., MACCARTHY et al., POTTER et al., REIß/ BECK, RUDBERG/ WIKNER, SCHNÄBELE, SPRING/ DALRYMPLE)<sup>264</sup>, die an dieser Stelle keinen zusätzlichen Erkenntnisgewinn liefern, so dass sie nicht weiter analysiert werden<sup>265</sup>.

---

Customization using standardized operations, S. 129-131; THOBEN (2003) - Customer driven manufacturing, S. 5 f.; WÜNTSCH (2000) - Mass Customization in der Bekleidungsindustrie, S. 31-36.

<sup>262</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 152-205; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 225-236.

<sup>263</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 48.

<sup>264</sup> Vgl. AMARO/ HENDRY et al. (1999) - Competitive advantage; ANDERSON (1997) - Agile product development; KIRSCHKE/ NÖKEN (1998) - Losgröße 1; LEE/ BARUA et al. (2000) - Complementarity of mass customization; MACCARTHY/ BRABAZON et al. (2003) - Examination of mass customization; POTTER/ BREITE et al. (2004) - Potential for mass customization; REIß/ BECK (1995) - Maßgeschneiderte Massenproduktion; RUDBERG/ WIKNER (2004) - Customer order decoupling point; SCHNÄBELE (1997) - Mass Customized Marketing; SPRING/ DALRYMPLE (2000) - Product customisation and manufacturing strategy.

<sup>265</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 47 f.

Autoren	Konzeptionen	A	B	B.1	B.2	B.3
PINE 1993	Individualisierung über Dienstleistungen	X				
	Nachträgliche Produktpassung	X				
	Individualisierung am Lieferort	X				
	Schnelle Reaktion auf Kundenwünsche	X				
	Leistungsmodularisierung		X		X	
COATES 1995	Soft Customization	X				
	Hard Customization		X			
REIB/ BECK 1995	Selbst-Customizing	X				
	Service-Individualisierung	X				
	Produkt-Modularisierung		X		X	
	Kundenspezifische Endproduktion		X	X		
LAMPEL/ MINTZBERG 1996	Pure Standardization					
	Segmented Standardization	X				
	Customized Standardization		X	X		
	Tailored Customization		X	X	X	
	Pure Customization		X			X
GILMORE/ PINE 1997	Transparent Customization					
	Cosmetic Customization	X				
	Adaptive Customization	X				
	Collaborative Customization	X	X		X	
PILLER 1998	Selbstindividualisierung	X				
	Individuelle Endfertigung im Handel/ Vertrieb	X				
	Serviceindividualisierung	X				
	Kundenindividuelle End-/ Vorproduktion		X	X		
	Modularisierung		X		X	
	Massenhafte Fertigung von Unikaten		X			X
SCHNEIDER 1998	Symbolische Individualisierung	X				
	Baukastensysteme		X		X	
	Aufbausysteme		X		X	
	Maßsysteme		X			X
ALFORD et al. 2000	Form Customization	X			X	
	Optional Customization		X		X	
	Core Customization		X			X
DURAY et al. 2000	Assembler	X	X	X	X	
	Modularizer	X	X	X	X	
	Involver	X	X		X	
	Fabricator		X		X	X
DA SILVEIRA et al. 2001	Standardization					
	Usage	X				
	Package and Distribution	X				
	Additional Services	X				
	Additional Custom Work	X				
	Assembly		X		X	
	Fabrication		X	X		
	Design		X			X
SWAMINATHAN 2001	Part Standardization	X	X		X	
	Process Standardization	X	X	X		
	Product Standardization	X	X		X	
	Procurement Standardization		X	X	X	

A Soft Customization

B Hard Customization

B.1 Kundenindividuelle End- oder Vorproduktion

B.2 Modularisierung

B.3 Massenhafte Fertigung von Unikaten

Abb. 3-4: Ausgewählte Systematisierungsansätze für die kundenindividuelle Massenproduktion

Die Analyse der relevanten Literatur lässt zum einen erkennen, dass eine Vielzahl der Autoren verschiedenste Ansätze zur Realisierung der kundenindividuellen Massenproduktion in Unternehmen präsentieren. Zum anderen ist zu konstatieren, dass häufig Uneinigkeit über die verwendeten Begrifflichkeiten besteht. Das ist darauf zurückzuführen, dass die kundenindividuelle Massenproduktion eine Unternehmensstrategie ist, die auf das Phänomen orientiert, große Erzeugnisstückzahlen definierter Grundprodukte auf die vom Kunden geforderte Spezifikation zuzuschneiden. Sie wird somit zum Spezialfall des bis dato in der Literatur diskutierten Mengenaspekts, der auch als Fertigungsart<sup>266</sup>, Fertigungstyp<sup>267</sup>, Betriebstyp<sup>268</sup>, Produktionsvolumen<sup>269</sup>, Produktionstyp<sup>270</sup> u. Ä. bezeichnet wird. Der Mengenaspekt des Produktionsprozesses kennzeichnet die Stückzahlen der zu produzierenden Produktarten. Die Stückzahlen zu produzierender Produktarten definieren Produktionsprogramme im Spannungsfeld zwischen homogenen und heterogenen Programmvarianten und damit die Anforderungsprofile, die an die Produktionsprozesse gerichtet sind. Damit wird der Mengenaspekt zu einer wesentlichen Einflussgröße bei der Gestaltung von Produktionsprozessen und deren Fähigkeitsprofilen. Aus diesem Grunde ist es unerlässlich, die Spezifika der Kategorien des Mengenaspekts zu analysieren. Bisher wurden in diesem Zusammenhang überwiegend die Einzelfertigung mit den Ausdifferenzierungen Einmal- und Wiederholfertigung und die Mehrfachfertigung mit der Unterscheidung in Serienfertigung, Sortenfertigung sowie Massenfertigung definiert. Die Stammworte -fertigung und -produktion werden dabei häufig synonym verwendet.

Sowohl für die Spezifikationen des Mengenaspekts als auch für die dabei geltenden Produktindividualisierungen wurde eine Vielzahl theoretisch relevanter Gestaltungsansätze für Produktionsprozesse entwickelt. Für diese Arbeit interessieren daraus abgeleitet ins-

---

<sup>266</sup> Vgl. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 65; BÖHME/ BORGHARDT et al. (1969) - Informationsbuch, S. 86; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb, S. 37; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 131; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung, S. 64; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 71; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 120.

<sup>267</sup> Vgl. GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, S. 109; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 15; JUNG (2009) - Betriebswirtschaftslehre, S. 493; REFA (1977) - Lexikon Betriebsorganisation, S. 58; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation, S. 27; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 345.

<sup>268</sup> Vgl. HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 154.

<sup>269</sup> Vgl. HANSMANN (2001) - Industrielles Management, S. 123.

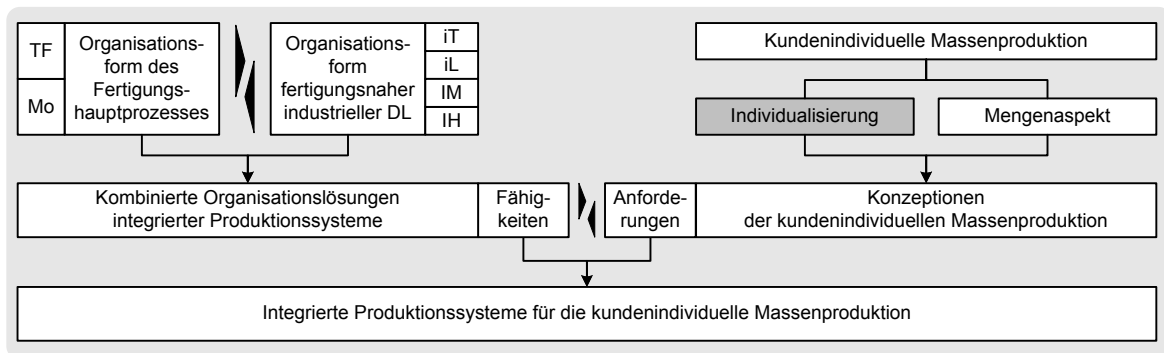
<sup>270</sup> Vgl. CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 36; KORTZFLEISCH (1990) - Produktionsmethoden, S. 122; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 368; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion in Netzwerken, S. 88.

besondere die organisatorischen Gestaltungsansätze, die es gestatten, dem konkreten Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion an den Produktionsprozess mit solchen organisatorischen Fähigkeitsprofilen zu begegnen, die in sich ein hohes Ergiebigkeitspotenzial bergen. Für die kundenindividuelle Massenproduktion liegt diese theoretische Basis bisher nicht vor. In diesem Zusammenhang stellen sich folgende Forschungsfragen, die in dieser Arbeit beantwortet werden:

1. Ist die kundenindividuelle Massenproduktion eine eigene Spezifikation des Mengenaspekts oder eine Variante der Massenfertigung?
2. Durch welche Merkmale und Merkmalsausprägungen ist das Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion geprägt?
3. Welche theoretisch relevanten Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse und ihrer fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen sind für die kundenindividuelle Massenproduktion zu gestalten, um dem Ergiebigkeitsanspruch zu genügen?

Der zugrunde liegende Terminus „kundenindividuelle Massenproduktion“ ist durch die Teilbegriffe „Kunde“, „individuell“ und „Massenproduktion“ grob umrissen. Es leiten sich daraus zwei wesentliche Fragestellungen ab. Erstens ist zu klären, was unter „individuell“ im Bereich der Nachfrage und der Produktion zu verstehen ist und welche Konsequenzen sich daraus für das Unternehmen ergeben. Zweitens ist zu bestimmen, welche Merkmale in diesem Bezugsrahmen den Mengenaspekt „Massenproduktion“ charakterisieren. Daraus erschließt sich die Spezifik des Anforderungsprofils der kundenindividuellen Massenproduktion. Der dritte Teilbegriff „Kunde“ soll definitorisch im Weiteren unbetrachtet bleiben, da er zum einen kein zentraler Aspekt produktionsorganisatorischer Überlegungen ist und er zum anderen das Subjekt ist, das die Individualisierung auslöst und somit indirekt in die folgende Untersuchung einfließt. Vor dem Hintergrund dieser Begriffsbildung werden die Teilbegriffe „individuell“ und „Massenproduktion“ näher beleuchtet.

## 3.2 Individualisierung



Kapitel 3.2: Individualisierung

### 3.2.1 Sozialwissenschaftliche Erklärungsansätze

Häufig werden die Konsequenzen diskutiert, die sich aus der Individualisierung ergeben und welche Auswirkungen sie auf den Bereich der Leistungserstellung im Unternehmen haben. In der betriebswirtschaftlich relevanten Literatur wird dennoch vielfach unzureichend auf die Grundlagen der Individualisierung eingegangen. Zur Herausstellung der Spezifik des Begriffs „individuell“ ist es unerlässlich, den Begriff der Individualisierung und damit den Begriff der Identität zu untersuchen. Dazu erweist es sich als sinnvoll, Erkenntnisse der Soziologie<sup>271</sup> auf die zu analysierenden betriebswirtschaftlichen Sachverhalte zu übertragen.

In der Gesamtheit kann Individualismus als ein Wertesystem zur „Hochschätzung des Individuums“<sup>272</sup> verstanden werden, wobei unterschiedliche kulturelle Sichtweisen auftreten. Klassische Auffassungen zum Begriff Individualisierung finden sich bei MARX (Individualisierung des Arbeitsmarkts), SIMMEL (Individualisierung von und durch Lebensstile) und DURKHEIM (Individualisierung verursacht durch gesellschaftliche Arbeitsteilung)<sup>273</sup>. Gegenwärtig fassen BECK und JUNGE<sup>274</sup> zusammen, dass die Individualisierung untrennbar mit der Modernisierung verbunden ist. BECK unterscheidet eine Modernisierung der Tradition und eine Modernisierung der Industrie<sup>275</sup>. Der Einzelne wird zum „Gestalter seiner Welt,

<sup>271</sup> Der Soziologe BECK hat mit seinem Klassiker „Risikogesellschaft“ das Thema Individualisierung als Konzept in die öffentliche und wissenschaftliche Diskussion hineingetragen. Vgl. BECK (1986) - Risikogesellschaft.

<sup>272</sup> JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 139.

<sup>273</sup> Vgl. BECK (1986) - Risikogesellschaft, S. 205; JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 15.

<sup>274</sup> Vgl. BECK (1986) - Risikogesellschaft, S. 206; JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 10.

<sup>275</sup> Vgl. BECK (1986) - Risikogesellschaft, S. 14.



seines Lebens, seiner Umgebung, seiner Biographie“<sup>276</sup>. HONNETH charakterisiert die Individualisierung als eine „fortschreitende Differenzierung von Lebenslagen [...] [durch] Erweiterung von individuellen Entscheidungsspielräumen“<sup>277</sup>. PRISCHING führt aus, dass schließlich die Individualisierung des Einzelnen zur Pluralisierung<sup>278</sup> der Gesellschaft führt und dass beides untrennbar miteinander verbunden ist.<sup>279</sup> Die empirische Studie von HUININK und WAGNER hält dagegen, dass die Individualisierung keine Voraussetzung für die Pluralisierung sein muss, denn die Individualisierung stellt in erster Linie eine Dezimierung traditioneller Normen dar und nicht die Ausdehnung von Entscheidungsspielräumen.<sup>280</sup>

Es ist unstrittig, dass in vielen Situationen eine größere Anzahl von Optionen vorliegt, wenn Restriktionen und Zwänge in geringem Maße oder gar nicht vorhanden sind, zwischen denen sich der Einzelne entscheiden soll. Übertragen auf produktionswirtschaftliche Sachverhalte lassen die oben ausgeführten Aussagen den Schluss zu, dass dem Einzelnen verschiedene Entscheidungsoptionen auch bei der industriellen Leistungserstellung zur Verfügung stehen. JUNGE bestätigt, dass eine Individualisierung die Autonomie-spielräume jedes Einzelnen vergrößert.<sup>281</sup> Gleichzeitig weisen JUNGE und ABELS nach, dass diese Bereicherung auch eine Last sein kann, denn der Einzelne wird gezwungen sich zu entscheiden, auch wenn er dazu nicht fähig oder in der Lage ist.<sup>282</sup> Es können persönliche Identitätsprobleme auftreten, die unter anderem auf die Zunahme von Heterogenität zurückzuführen sind. Weitere negative Folgen der Individualisierung können Isolierung, Singularisierung und Entsolidarisierung sein oder aber auch Bindungsverlust, Werteerosion, Egoismus, Subjektivismus und Orientierungsunsicherheit.<sup>283</sup> Die Grenzen der Individualisierung liegen nach PRISCHING in einer beschränkten Formenvielfalt. Faktisch gibt es keine echten Neuerungen, sondern es wird teilweise nur auf einem höheren Niveau nachge-

<sup>276</sup> JUNGE in PRISCHING (2008) - Individualistische und pluralistische Gesellschaft, S. 1.

<sup>277</sup> GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 24.

<sup>278</sup> Das Gegenteil von Pluralisierung ist Homogenisierung. Vgl. ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 88. Eine genauere und mathematisch hinterlegte Definition von Pluralität findet sich bei COULTER (vgl. COULTER (1989) - Measuring inequality, S. 101 ff.). Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass die Auslegung der Begriffe Individualisierung und Pluralisierung je nach Sichtweise eine unterschiedliche Bedeutung haben kann. Vgl. dazu ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 85.

<sup>279</sup> Vgl. PRISCHING (2008) - Individualistische und pluralistische Gesellschaft, S. 3.

<sup>280</sup> Vgl. ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 91 f., 103.

<sup>281</sup> Vgl. JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 16 f.

<sup>282</sup> Vgl. ABELS (2006) - Identität, S. 185 f.; JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 18 f.

<sup>283</sup> Vgl. ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 87; JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 16 f.; PRISCHING (1999) - McGesellschaft, S. 6, 10, 70.

ahmt. Auch die extravagantesten Individuen vergesellschaften sich in passenden Systemen und Gruppierungen. Jedes Individuum will trotz seiner Einzigartigkeit Anschluss zu anderen Individuen finden, also etwas mit ihnen gemeinsam haben. Dies wird häufig mit gruppenspezifischen Statussymbolen oder Erkennungszeichen erreicht. Die gewünschte Unverwechselbarkeit wird innerhalb der Gruppe zur Masse.<sup>284</sup> Fängt die Masse an, sich zu Individuen zu entwickeln, wird der Prozess der Individualisierung sich selbst verstärken.<sup>285</sup>

Aus dieser vielschichtigen Kontroverse kann herausgearbeitet werden, dass es derzeit nicht möglich ist, den Begriff Individualisierung weder terminologisch einheitlich zu bestimmen, noch befriedigend zu bewerten.<sup>286</sup> Im Gegensatz zu dieser unübersichtlichen, schwer zu strukturierenden Begriffsvielfalt sind die Wortbedeutungen Individuum, Individualität und Identität signifikant. LUHMANN stellt sehr ausführlich die semantische Entwicklung dieser Begriffe dar und weist zeitgeschichtliche Veränderungen in ihrer Wortbedeutung nach.<sup>287</sup>

Individuum ist aus dem Lateinischen übersetzt und kennzeichnet die kleinste „unteilbare Einheit“<sup>288</sup>. Im Kontext der Soziologie ist damit jeder Einzelne einer Gesellschaft ein Individuum<sup>289</sup>. Die „kulturelle Erfindung des Individuums“<sup>290</sup> setzt JUNGE für den Prozess der Individualisierung voraus. Durch die Kombination von vielfältigen sozialen und persönlichen Elementen und Beziehungen entsteht in ihrer Gesamtheit die „Einzigartigkeit eines Individuums“<sup>291</sup>, die sogenannte Individualität, mit deren Hilfe es sich gewollt von der Masse abzugrenzen versucht<sup>292</sup>. Die Individualität oder auch der „soziale[r] Fingerabdruck“<sup>293</sup> eines Jeden ist durch die Dynamik des Lebens gewissen Veränderungen unterlegen, die jedoch das Wesen eines Einzelnen nicht verändern kann. Dieses Bewusstsein wird als die

<sup>284</sup> Vgl. PRISCHING (2008) - Individualistische und pluralistische Gesellschaft, S. 10 f.

<sup>285</sup> Vgl. PRISCHING (2008) - Individualistische und pluralistische Gesellschaft, S. 10.

<sup>286</sup> Vgl. JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 16 f., 114. Gründe dafür sind einerseits, dass der Begriff als ein Allgemeinbegriff für viele Sachverhalte angewendet wird, dass er auf verschiedenen Ebenen Anwendung findet und dass er durch ein theoretisches Vorverständnis unterschiedlich geprägt sein kann (vgl. JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 16-19).

<sup>287</sup> Vgl. dazu LUHMANN (1993) - Gesellschaftsstruktur und Semantik, S. 149-249.

<sup>288</sup> JUNGE in PRISCHING (2008) - Individualistische und pluralistische Gesellschaft, S. 1; LUHMANN (1993) - Gesellschaftsstruktur und Semantik, S. 194.

<sup>289</sup> Vgl. JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 139.

<sup>290</sup> JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 30.

<sup>291</sup> JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 29.

<sup>292</sup> Vgl. ABELS (2006) - Identität, S. 43 f.; JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 29.

<sup>293</sup> JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 30.

Identität eines Menschen bezeichnet und ist hauptsächlich durch seine Erinnerungen und sein Gedächtnis geprägt<sup>294</sup>. Die nachstehende Begriffssystematik soll der weiteren Arbeit zugrunde liegen (vgl. Abb. 3-5).

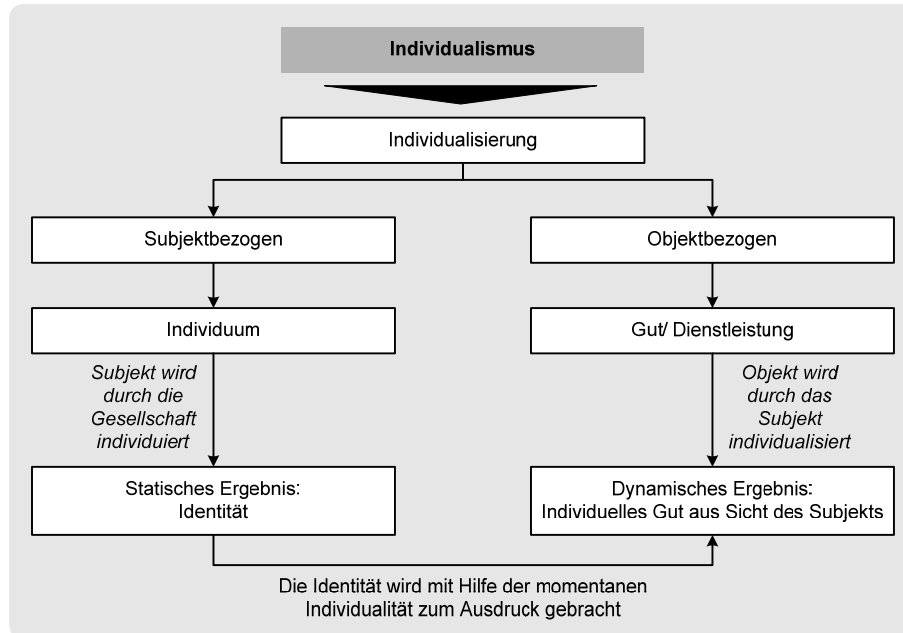


Abb. 3-5: Prozesse der Individualisierung

Der Individualismus ist ein umfassendes fundamentales Normen- und Wertesystem. Der Gegenstand bzw. das Subjekt, das im Mittelpunkt steht, ist das Individuum. Die Individualisierung kann als ein Prozess mit zwei Wirkungsrichtungen und jeweils einem Ergebnis aufgefasst werden. Sie ist subjekt- und objektbezogen. Auf der einen Seite wird das Subjekt durch die Umwelt individuiert, das Ergebnis ist die Identität. Auf der anderen Seite wird das Objekt individualisiert und damit aus Sicht des Subjekts zur individuellen Sache. Beide Richtungen sind durch die Individualität miteinander verbunden. Die Identität des Subjekts wird durch die derzeitige Individualität am Objekt zum Ausdruck gebracht. Es ist anzunehmen, dass die subjektbezogene Individualisierung der objektbezogenen voraus geht. Die Identität ist das statische Ergebnis, das weitestgehend konstant bleibt. Im Gegensatz dazu bildet die individuelle Sache das dynamische Ergebnis, welches den Veränderungen je nach Situation unterliegt und verändert werden kann.

Ein Beispiel soll die aufgezeigten Zusammenhänge verdeutlichen. Ein Maler (Subjekt) hat über einen längeren Zeitraum seinen eigenen Stil entwickelt, seine künstlerische Identi-

<sup>294</sup> Vgl. JUNGE (2002) - Individualisierung, S. 30.

tät. Durch das Zeichnen einer Landschaft auf eine Leinwand (Objekt) individualisiert er diese. Das fertige Gemälde ist individuell, abhängig beispielsweise von Lichteinfall, Gemütsstimmung und Zeitaufwand. Vermutlich hätte das Gemälde unter anderen Umständen eine andere Farbgebung erhalten, aber es wird stets der Stil des Künstlers erkennbar sein. Durch das individuelle Gemälde hat der Maler seiner zustandsbedingten Individualität Ausdruck verliehen.

Trotz dieser allgemeinen Semantik werden die Begriffe individuell und individualisiert häufig synonym verwendet. Sie sind beide objektbezogen und drücken im Grunde etwas Gleichartiges aus. Streng genommen sind sie aber doch unterschiedlich zu gebrauchen. Im Kontext dieser Arbeit soll folgendes gelten: ein Produktionsprozess individualisiert ein Erzeugnis nach Kundenwunsch und im Ergebnis liegt ein individuelles Produkt aus Sicht des Kunden vor.

### 3.2.2 Betriebswirtschaftliche Erklärungsansätze

So verschieden der Begriff Individualisierung in der Soziologie diskutiert wird, so weit gefächert sind die Aussagen von Autoren in der Betriebswirtschaft. Um die Breite der im Zusammenhang mit der Individualisierung gegebenen definitorischen Sichtweisen aufzuzeigen, sollen einige dazu angeführt werden.

Für HILDEBRAND ist die Individualisierung eine strategische Variante dafür, wie die Beziehung zwischen Anbieter und Nachfrager gestaltet werden kann. Er bezieht sich dabei auf die Möglichkeiten, die sich aus der selektiven Marktbearbeitung ergeben<sup>295</sup>. Diese aus dem Marketing stammende Auffassung zielt auf die Grundsatzentscheidung ab, welche Wettbewerbsstrategie nach PORTER das Unternehmen zukünftig verfolgen soll<sup>296</sup>. SCHNEIDER stellt heraus, dass die Individualisierung auf die Produktgestaltung unter dem Gesichts-

---

<sup>295</sup> Vgl. HILDEBRAND (1997) - Individualisierung als strategische Option, S. 23. Weitere Autoren folgen dieser Meinung, beispielsweise PILLER (2006) - Mass Customization, S. 115; REICHWALD/ PILLER (2006) - Interaktive Wertschöpfung, S. 77.

<sup>296</sup> Die generischen Wettbewerbsstrategien nach PORTER sind die Strategie der Kostenführung, die Strategie der Differenzierung und die Nischen- bzw. Konzentrationsstrategie. Vgl. dazu PORTER (1999) - Wettbewerbsstrategie, S. 71.

punkt der „Nutzung durch ein Individuum“<sup>297</sup> fokussiert. REICHWALD und PILLER erzielen durch die Produktindividualisierung einen Differenzierungsvorteil, der aus der Anpassung einer Leistung (materiell oder immateriell) an die Präferenzen des einzelnen Abnehmers resultiert<sup>298</sup>. Die prozessorientierte Sichtweise beschreibt SCHACKMANN als einen „Prozess der Erstellung eines individuellen Guts“<sup>299</sup>. Definitorisch stellt RAUSCHER zusammenfassend fest, dass die Individualisierung „eine Anpassung irgendeiner Form einer Marktleistung an eine möglichst kleine Gruppe von Konsumenten bis hin zu einem einzelnen Kunden“<sup>300</sup> ist. Sie führt dazu, dass der Markt und seine Bedürfnisse über nachgefragte Produkte schlechter prognostiziert werden können. Gegenpol der Individualisierung ist die Standardisierung. Sie sind jedoch keine absoluten Gegensätze, sondern eher Endpunkte eines Kontinuums<sup>301</sup>.

Die zunehmende Bedeutung der Individualisierung ist aus den Ursachen seitens der Nachfrager und Anbieter ableitbar. Ursachen für die Individualisierung aus Sicht der Nachfrager sind häufig:<sup>302</sup>

- Wertewandel innerhalb der Gesellschaft
- Individualisierung des Konsumverhaltens
- Differenzierung der Nachfrage
- Hybrides Kaufverhalten
- Gestiegene Service- und Qualitätsansprüche

Als Ursachen für die Individualisierung aus Sicht der Anbieter werden oftmals folgende Aspekte genannt:<sup>303</sup>

- Erhöhter Konkurrenz- und Preisdruck
- Verdrängungswettbewerb
- Stagnierende Märkte mit austauschbaren Produkten
- Neue, flexible Produktionstechnologien

---

<sup>297</sup> SCHNEIDER (1998) - Produktindividualisierung als Marketing-Ansatz, S. 13.

<sup>298</sup> Vgl. REICHWALD/ PILLER (2006) - Interaktive Wertschöpfung, S. 195.

<sup>299</sup> SCHACKMANN (2003) - Individualisierung und Personalisierung, S. 36.

<sup>300</sup> RAUSCHER/ HESS (2005) - Kontextsensitive Inhaltebereitstellung, S. 5.

<sup>301</sup> Vgl. REICHWALD/ PILLER (2006) - Interaktive Wertschöpfung, S. 196.

<sup>302</sup> Vgl. HILDEBRAND (1997) - Individualisierung als strategische Option, S. 21; KEMPSKI (1952) - Logik der Ordnungsbegriffe, S. 17-28; HEYDE (1952) - Typus, S. 15.

<sup>303</sup> Vgl. HILDEBRAND (1997) - Individualisierung als strategische Option, S. 21; KEMPSKI (1952) - Logik der Ordnungsbegriffe, S. 17-28; HEYDE (1952) - Typus, S. 15.

- Internationaler Wettbewerb
- Verkürzung der Produktlebenszyklen

REICHWALD und PILLER unterscheiden drei Kategorien von Individualisierung – Individualisierung nach individuellen Maßen, nach Funktionalität und nach Design. Eine Individualisierung nach individuellen Maßen fasst alle Maßnahmen zusammen, die auf eine Anpassung körpernaher Produkte abzielt. Dazu zählen Produkte, die entweder direkt am Körper getragen werden (Bekleidung, Schuhe) oder aber engen Kontakt zum Körper aufweisen (Arbeitsflächen, Autositze, Bürostühle). Die Passform steht im Vordergrund. Nicht immer ganz eindeutig davon abzugrenzen ist die zweite Kategorie der Individualisierung nach der Funktionalität. Im Vordergrund steht hierbei der Verwendungszweck, der aus Kundensicht durch Veränderung der Eigenschaften des Produkts verbessert werden soll. Beispielsweise wird durch eine unterschiedliche Bespannung eines Tennisschlägers die Spieleigenschaft verändert. Die letzte Kategorie der Individualisierung stellt auf die visuelle Wahrnehmung des Nachfragers ab. Es sollen ästhetische Wünsche des Kunden umgesetzt werden.<sup>304</sup>

MINTZBERG und DURAY et al. artikulieren ebenfalls drei Formen der Individualisierung – die echte, die maßgeschneiderte und die standardisierte Individualisierung. Bei der echten Individualisierung wird das Produkt nach den individuellen Wünschen des Kunden gefertigt. Die maßgeschneiderte Individualisierung umfasst die Anpassung eines Basisprodukts an gestellte Kundenanforderungen. Bei der standardisierten Individualisierung erfolgt die Leistungserstellung durch Kombination standardisierter Komponenten nach Kundenwunsch.<sup>305</sup>

Wie bei der Abgrenzung der Individualisierung besteht ebenfalls Uneinigkeit darüber, was unter dem Begriff kundenindividuell verstanden wird. Einerseits wird die Meinung vertreten, dass kundenindividuelle Produkte nach spezifischen Kriterien gefertigt werden, die ein bestimmter Kunde vorgibt, also mit den Wünschen des Kunden voll übereinstimmen: WESTBROOK und WILLIAMS stellen fest, dass individuelle Produkte von Anfang an nach den

---

<sup>304</sup> Vgl. REICHWALD/ PILLER (2006) - Interaktive Wertschöpfung, S. 201 f.

<sup>305</sup> Vgl. DURAY/ WARD et al. (2000) - Approaches to mass customization, S. 608; MINTZBERG in DURAY/ WARD et al. (2000) - Approaches to mass customization, S. 608.

spezifischen Wünschen des Kunden gefertigt werden<sup>306</sup>. DURAY et al. bekräftigen, dass ein kundenindividuelles Produkt für einen existenten Kunden und seine Anforderungen bestimmt sein muss<sup>307</sup>. Im Gegensatz dazu behaupten andere Meinungen, dass kundenindividuelle Produkte so gefertigt werden, dass sie weitgehend die Anforderungen des Kunden erfüllen: BERNHARDT et al. führen aus, dass kundenindividuelle Produkte den Kundenwünschen am ehesten entsprechen<sup>308</sup>. Eine sehr weitläufige Definition bieten MOON et al. Sie stellen fest, dass kundenindividuelle Produkte differenzierte Produkte sind, die sich als Fertigerzeugnis vom Standardprodukt unterscheiden<sup>309</sup>. Zur weiteren Eingrenzung bedienen sie sich der Definition von PEPPERS und ROGERS und konstatieren, dass bei kundenindividuellen Produkten entscheidende Eigenschaften kundenspezifisch angepasst werden<sup>310</sup>.

Es sei darauf hingewiesen, dass manche Autoren hinsichtlich individueller oder individualisierter Produkte gar keine Unterscheidung oder einen unzureichenden Unterscheidungsversuch vornehmen. Beispielsweise differenzieren LINDEMANN und BAUMBERGER zwischen Sonderanfertigungen (individuelle Produkte), individualisierten Produkten und variantenreichen Serienprodukten<sup>311</sup>. Daran ist zu kritisieren, dass es sich bei den Sonderanfertigungen streng genommen um Produkte der Einzelfertigung handelt und dass variantenreiche Produkte in Sortenfertigung hergestellt werden.

Die englische Übersetzung für individuelles Produkt lautet *customized product* or *personalized product*<sup>312</sup>. Für die weitere Arbeit soll festgelegt sein, dass *customized* und *personalized* mit kundenindividuell, kundenspezifisch, maßgefertigt, maßgeschneidert u. Ä. übersetzt werden kann<sup>313</sup>. Im Zusammenhang mit der Individualisierung werden häufig die Begriffe Personalisierung und Customization verwendet. RAUSCHER ist der Auffassung,

---

<sup>306</sup> Vgl. WESTBROOK/ WILLIAMSON (1993) - Japan's new frontier, S. 40.

<sup>307</sup> Vgl. DURAY/ WARD et al. (2000) - Approaches to mass customization, S. 607.

<sup>308</sup> Vgl. BERNHARDT/ LIU et al. (2007) - Product customization, S. 1397.

<sup>309</sup> Vgl. MOON/ CHADEE et al. (2008) - Culture, product type and price, S. 31.

<sup>310</sup> Vgl. MOON/ CHADEE et al. (2008) - Culture, product type and price, S. 32. PEPPERS und ROGERS definieren „customizing some features of a product or service so that the customer enjoys more convenience, lower cost, or some other benefit“ PEPPER/ ROGERS in MOON/ CHADEE et al. (2008) - Culture, product type and price, S. 31.

<sup>311</sup> Vgl. LINDEMANN/ BAUMBERGER (2006) - Individualisierte Produkte, S. 10.

<sup>312</sup> Im einsprachigen Wörterbuch wird *customize* folgendermaßen beschrieben: „to make in such a way as to suit specified individual requirements“ o. V. (1995) - Chambers dictionary, S. 418.

<sup>313</sup> Vgl. dazu o. V. (2011) - LEO customized products; o. V. (2011) - LEO personalize.

dass Personalisierung und Customization zwei Formen der Individualisierung sind<sup>314</sup>. Die Personalisierung (personalization) umfasst das Filtern und Auswerten von Kundeninformationen<sup>315</sup> und ist häufig Aufgabe des Wissensmanagement oder Customer Relationship Management. Damit unterstützt die Personalisierung den Leistungserstellungsprozess indirekt und wird im Folgenden nicht weiter untersucht. Im Gegensatz dazu ist unter Customization die Anpassung einer Sache an einen Kundenwunsch zu verstehen und fokussiert damit auf den Funktionalbereich Produktion. Im Zentrum dieser Arbeit steht dieser zweite Ansatz der Customization.

### 3.2.3 Zusammenfassung zur Individualisierung

Ungeachtet der oben angeführten Definitionsunterschiede gilt allgemein, dass Unternehmen mit Hilfe kundenspezifischer Produkte versuchen, eine „maximale Befriedigung der individuellen Präferenzstruktur des Nachfragers“<sup>316</sup> zu erreichen. Durch signifikante Leistungen soll auf Seiten des Abnehmers ein mehr oder weniger großer Nutzenzuwachs entstehen, indem das spezifische Produkt eine höhere Übereinstimmung mit den Ansprüchen des Abnehmers aufweist als ein standardisiertes Produkt<sup>317</sup>.

Zur Beantwortung der noch offenen Frage, worin der Unterschied zwischen individuell und individualisiert liegt, dient die Kunden- bzw. Produktsicht. Generell lassen sich Produkte in Standardprodukte mit und ohne Varianten sowie in Produkte nach Kundenwunsch einteilen<sup>318</sup>. Produkte nach Kundenwunsch sind weiterhin in kundenindividualisierte und kundenindividuelle Produkte gliederbar. Ihre Unterscheidung erfolgt durch die Art und den Umfang ihrer Auswahlmöglichkeiten. Unter Auswahlmöglichkeiten werden all diejenigen Optionen subsumiert, die dem Kunden zur spezifischen Konfiguration seines Produkts zur Verfügung stehen. Je weniger die Auswahlmöglichkeiten durch den Anbieter eingeschränkt werden, desto breitgefächerter kann die Individualisierung des Produkts sein.

---

<sup>314</sup> Vgl. RAUSCHER/ HESS (2005) - Kontextsensitive Inhaltebereitstellung, S. 6.

<sup>315</sup> Vgl. KOCH/ MÖSLEIN et al. (2002) - Communities and personalization, S. 1.

<sup>316</sup> REICHWALD/ MEIER et al. (2002) - Mobile Kommunikation, S. 10.

<sup>317</sup> REICHWALD und PILLER beziehen sich in dieser Aussage auf die „theory of monopolistic competition“ (Theorie des monopolistischen Wettbewerbs) nach CHAMBERLIN in REICHWALD/ PILLER (2006) - Interaktive Wertschöpfung, S. 201.

<sup>318</sup> Vgl. BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 275.



Dieser Trade Off zwischen Produktindividualisierung und Auswahlmöglichkeiten dient der Kostenreduzierung auf das Niveau ähnlich eines anonymen Standardprodukts.

Standardprodukte werden entweder ohne oder mit wenigen Varianten einem anonymen Markt angeboten. Ihre Produktion erfolgt in der Regel in großen Stückzahlen auf Lager ohne konkreten Kundenwunsch. Abnehmer können aus einem festen Sortiment ein fertiges Produkt kaufen. Demgegenüber wird die externe Varietät, also die Auswahlmöglichkeiten des Kunden, bei einem kundenindividuellen Produkt nur durch bestehende konstruktive und technisch-technologische Rahmenbedingungen eingeschränkt. Der Anbieter ist hypothetisch in der Lage, alle Konfigurationen umzusetzen, die innerhalb der verbleibenden Möglichkeiten vom Kunden gefordert werden könnten. Der Kunde bezahlt für sein kundenindividuelles Erzeugnis im Gegensatz zu einem Standardprodukt einen deutlich höheren Preis<sup>319</sup>. Bei einem kundenindividualisierten Produkt wird die externe Varietät nicht nur durch die stets wirkenden konstruktiven und technisch-technologischen Rahmenbedingungen beschränkt, sondern zusätzlich durch Restriktionen, die der Anbieter bewusst formuliert. Dadurch kann ein kundenindividualisiertes Produkt zu einem Preis angeboten werden, dass einem „Standardprodukt[e] nahe kommt“<sup>320</sup>. Abb. 3-6 stellt den Zusammenhang zwischen Produktindividualisierung, Restriktionen des Unternehmens und Auswahlmöglichkeiten des Kunden grafisch gegenüber.

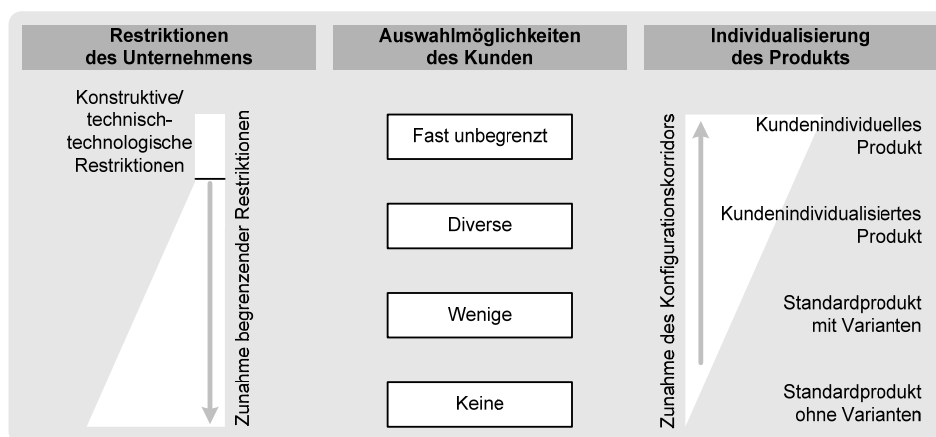


Abb. 3-6: Trade Off zwischen Auswahlmöglichkeiten und Individualisierung des Produkts

Bei kundenindividuellen Erzeugnissen sind generell die Grundprodukte jeder Produktart für alle Kunden identisch. Jeder Kunde wählt dann seine Spezifikation auf Basis der vorge-

<sup>319</sup> Vgl. PILLER (2006) - Mass Customization, S. 151.

<sup>320</sup> PILLER (2006) - Mass Customization, S. 161.

geben Auswahlmöglichkeiten. Dabei kann es sich um Einzelkomponenten oder um Ausstattungspakete handeln, die mehrere Einzelkomponenten unveränderbar in sich vereinen. Ebenso wird häufig auf all diejenigen Auswahlmöglichkeiten verzichtet, die Exoten darstellen. Die verbleibenden Auswahlmöglichkeiten definieren einen Konfigurationskorridor, auch „Solution-Space“<sup>321</sup> genannt, der eine Teilmenge der ursprünglichen Auswahlmöglichkeiten ist (vgl. Abb. 3-7).

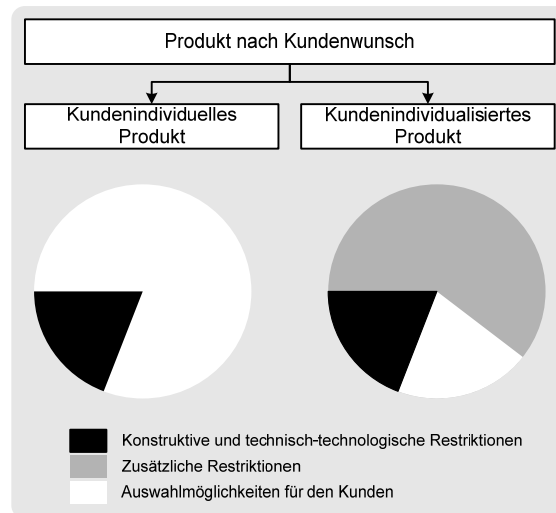


Abb. 3-7: Auswahlmöglichkeiten bei Produkten nach Kundenwunsch

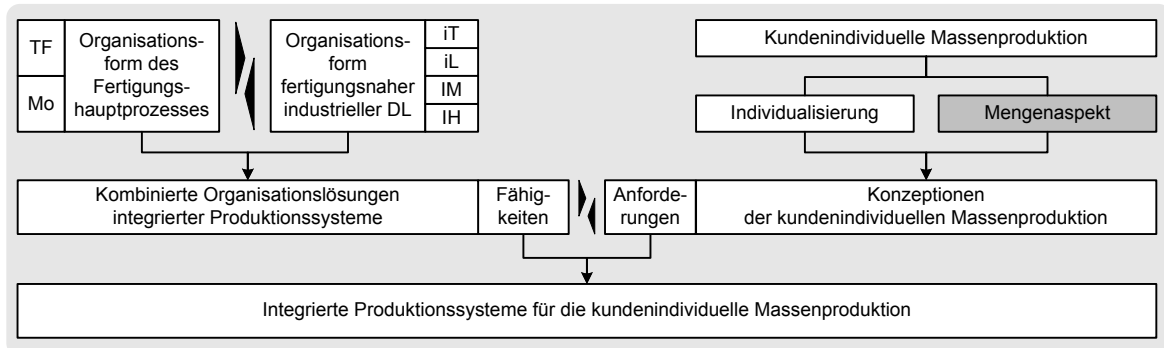
Der Übergang zwischen kundenindividuellen und kundenindividualisierten Produkten ist nicht immer eindeutig abgrenzbar. Die Auswahlmöglichkeiten eines kundenindividualisierten Produkts sind eine Teilmenge der externen Varietät eines kundenindividuellen Produkts. Häufig ist der Anteil der Auswahlmöglichkeiten für den Kunden bei einem kundenindividuellen Produkt deutlich größer als der Anteil der Restriktionen. Die Zusammensetzung und das Ausmaß der Restriktionen sind dabei unternehmens- und produktabhängig und infolgedessen variabel. Zusätzliche Restriktionen bestimmt das Unternehmen beispielsweise aus Gründen der Organisation, der Beschaffung, der Umwelt oder der Steuerung. Dadurch verringern sich die theoretisch mögliche Variantenanzahl (externe Varietät) und damit verbunden auch die interne Varietät und die sich daraus ergebende Komplexität, wodurch beispielsweise Kostendegressionseffekte erzielt werden können. Es kann abschließend konstatiert werden, dass faktisch ein kundenindividuelles Produkt nur im handwerklichen Bereich tatsächlich erzeugt werden kann, beispielsweise eine Treppe

<sup>321</sup> BLECKER/ ABDELKAFI (2006) - State-of-the-art and challenges, S. 8; HIPPEL (2001) - Toolkits for innovation, S. 251; PILLER/ STOTKO (2003) - Mass Customization und Kundenintegration, S. 63.

aus Rotbuche mit gedrechseltem Geländer, die exakt in ein bestimmtes Haus passt. Für die industrielle Produktion mit einem Erzeugnis der Stückzahl größer eins eignen sich eher Produkte, die durch eingeschränkte Auswahlmöglichkeiten individualisiert werden. Vor diesem Hintergrund müsste es im Terminus „kundenindividuelle Massenproduktion“ eigentlich „kundenindividualisierte Massenproduktion“ heißen.

Im sich nun anschließenden Abschnitt soll geprüft werden, ob es sich bei der kundenindividuellen Massenproduktion tatsächlich um eine Massenproduktion handelt. Mit Hilfe einer zweckmäßigen Systematik sollen geeignete Merkmale und deren Merkmalsausprägungen festgestellt werden, die eine zweifelsfreie Charakterisierung der jeweiligen Produktionstypen ermöglichen. Ausgehend von einer genauen Untersuchung des Mengenaspekts insbesondere der Massenproduktion ist abzuleiten, ob der Begriff „Massenproduktion“ im Terminus „kundenindividuelle Massenproduktion“ akzeptiert werden kann.

### 3.3 Typisierung des Mengenaspekts



Kapitel 3.3: Mengenaspekt

#### 3.3.1 Zweck und Methode

Nachdem für die Industrieproduktion erarbeitet wurde, dass der Teilbegriff „kundenindividualisiert“ als geeigneterer Teilbegriff der kundenindividuellen Massenproduktion dient, geht es im Anschluss um die Untersuchung des Teilbegriffs „Massenproduktion“.

Unterschiedliche Produktionsvolumina einzelner Produktarten werden aus Sicht der Unternehmen in verschiedene Mengenbereiche eingeordnet. Diese Mengenbereiche gilt es auf der Grundlage von Merkmalen und deren Ausprägungen zu systematisieren. Dabei besteht das Ziel, den Mengenaspekt Massenproduktion als besonderen Typ herauszustel-

len und sein Anforderungsprofil, das an den Produktionsprozess gerichtet ist, zu identifizieren. Für die weitere Vorgehensweise bieten sich analytische Forschungsmethoden wie Klassifikation, Typisierung und die morphologische Methode an<sup>322</sup>.

Bei der Klassifikation wird zur Charakterisierung genau ein Merkmal für eine Klasse herangezogen, wobei diese klar von anderen abgrenzbar ist<sup>323</sup>. Jedes zu klassifizierende Element kann schlüssig einer Klasse zugeordnet werden. Klassifikation und Typisierung sind eng miteinander verbunden, da die Typisierung häufig Elemente der Klassifikation aufweist<sup>324</sup>. Die Typisierung<sup>325</sup> verfolgt das Ziel, eine „Menge von Untersuchungsobjekten [...] anhand sinnvoller [...] Merkmale“<sup>326</sup> systematisch zu ordnen. Sie liefert eine konzeptionell abgeleitete idealtypische Einteilung<sup>327</sup>. Durch die zweckmäßige Kombination von Ausprägungen von mindestens zwei Merkmalen werden reale Ereignisse näherungsweise beschrieben. Diese wesentlichen Erscheinungsformen werden als Typen<sup>328</sup> bezeichnet. Die Merkmalsausprägungen sind dabei nicht immer trennscharf, was häufig zu fließenden Übergängen zwischen den einzelnen Typen führt. Neben dem Nachteil der Uneindeutigkeit besteht oft der fehlende Anspruch auf Vollständigkeit der Merkmale.<sup>329</sup> EISFELD weist ausdrücklich darauf hin, dass es sich bei den Merkmalen weder um eine Abstraktion, noch um eine Verstärkung oder einen Durchschnittswert handelt<sup>330</sup>. Merkmale sollen das Ähnli-

<sup>322</sup> Neben den analytischen Forschungsmethoden gibt es noch die interpretativen Forschungsmethoden (z. B. Hermeneutik, Phänomenologie) und die Schlussfolgerungsverfahren (Induktion, Deduktion, Abduktion). Vgl. dazu WELTER (2006) - Typisierung, S. 113.

<sup>323</sup> Vgl. KNOBLICH (1969) - Betriebswirtschaftliche Warentypologie, S. 27; KÜPPER (1979) - Produktionstypen, Sp. 1637.

<sup>324</sup> Vgl. CASTAN (1963) - Typologie der Betriebe, S. 11; KÜPPER (1979) - Produktionstypen, Sp. 1637.

<sup>325</sup> Umfassende betriebswirtschaftliche Arbeiten zum Forschungsgebiet der Typisierung sind zu finden bei EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung; GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp; KNOBLICH (1969) - Betriebswirtschaftliche Warentypologie; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie; SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium. Einen Überblick zur historischen Entwicklung der Typologie geben CASTAN (1963) - Typologie der Betriebe; EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung; HEYDE (1952) - Typus; KEMPSKI (1952) - Logik der Ordnungsbegriffe; McLAUGHIN/ LÜBBE (1996) - Typus. ISENMANN entwickelt eine Typologie auf der Basis des Naturverständnisses in der Ökonomie, vgl. dazu ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild.

<sup>326</sup> WELTER (2006) - Typisierung, S. 113.

<sup>327</sup> Vgl. DOTY/ GLICK (1994) - Typologies as a unique form, S. 232 f.

<sup>328</sup> Vgl. EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 296; GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 26 f.; KNOBLICH (1969) - Betriebswirtschaftliche Warentypologie, S. 25, 27; KÜPPER (1979) - Produktionstypen, Sp. 1637; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 410; WELTER (2006) - Typisierung, S. 113; WUNDT in MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 35.

<sup>329</sup> Vgl. EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 303; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 27.

<sup>330</sup> Vgl. EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 292 f.; TROLL in EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 293.

che und Übereinstimmende herausstellen, wodurch ein Urbild, also der Typ, „sichtbar wird und aufleuchtet“<sup>331</sup>. Weiterhin fordert EISFELD, dass die Merkmale zweckmäßig auf ihre Untersuchung hin ausgewählt werden sollen<sup>332</sup>. Ein Typ kann dabei durchaus hypothetischer Natur sein<sup>333</sup>. Aufgrund der Zielstellung dieser Arbeit, theoretisch relevante Gestaltungsformen der Produktionsorganisation für die kundenindividuelle Massenproduktion aufzuzeigen, ist die Typisierung der Klassifikation vorzuziehen. Die Vielschichtigkeit der betrieblichen Leistungsprozesse lässt eine eindeutige Zuordnung der Merkmale zu Klassen nicht vermuten.

Terminologisch einwandfrei sollen die Begriffe Typisierung, Typologisierung, Typologie und Typen erklärt werden. Die Typisierung beinhaltet in ihrer Gesamtheit die Forschungsmethode. Die Typologisierung charakterisiert den Denkprozess, die Typologie hingegen ist das Ergebnis dieses Prozesses, meist eine grafische Darstellung, aus der die verschiedenen Typen ableitbar sind.<sup>334</sup> Von diesem Konstrukt ist die Typung in Verbindung mit der Normung abzugrenzen. Beides sind Erscheinungsformen des Sammelbegriffs Vereinheitlichung<sup>335</sup>.

Die morphologische Methode als dritte analytische Forschungsmethode ist eine Erweiterung der Typisierung. Mit Hilfe dieser Methode können alle theoretisch möglichen Kombinationen von Ausprägungen dargestellt werden, auch solche, die real nicht existent oder noch nicht beobachtet worden sind.<sup>336</sup> Die aufgezeigten Typen hingegen sollen faktisch wahr und nicht nur logisch begründbar sein<sup>337</sup>. Die morphologische Methode umfasst drei Methoden: die Methode des morphologischen Kastens, die Methode der systematischen Feldabdeckung sowie die Methode der Negation und Konstruktion<sup>338</sup>. ZWICKY

<sup>331</sup> TROLL in EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 293. CASTAN bestätigt, „... daß der Typus durch eine Merkmalsauswahl sichtbar gemacht wird.“ CASTAN (1963) - Typologie der Betriebe, S. 9.

<sup>332</sup> Vgl. EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 303. ZWICKY hat diese Methode in den 1960er Jahren entwickelt und bekräftigt, dass sie alle materiellen und geistig strukturellen Zusammenhänge darzustellen vermag. Weiterführend in ZWICKY (1966) - Morphologisches Weltbild, S. 55, 114-120.

<sup>333</sup> Vgl. CASTAN (1963) - Typologie der Betriebe, S. 9.

<sup>334</sup> Vgl. GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 36; ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 167; WELTER (2006) - Typisierung, S. 113.

<sup>335</sup> Vgl. MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 134.

<sup>336</sup> Vgl. ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 162 f.; MÜLLER-MERBACH (1993) - Morphologischer Kasten, S. 42 f. ZWICKY legt dar, dass die morphologische Forschung vorurteilslos alle Lösungen eines Problems herleiten kann. Vgl. ZWICKY (1966) - Morphologisches Weltbild, S. 114.

<sup>337</sup> Vgl. KNOBLICH (1969) - Betriebswirtschaftliche Warentypologie, S. 31 f.; WELTER (2006) - Typisierung, S. 114.

<sup>338</sup> Vgl. ZWICKY (1966) - Morphologisches Weltbild, S. 56 ff., 114 ff., 175 ff.

stellt fest, dass die erste der drei Methoden diejenige ist, die dieser Forschungsmethode die „größte Tiefe und Durchschlagskraft verleiht“<sup>339</sup>. Unterstützend meint SCHLICKSUPP, dass der morphologische Kasten am häufigsten zur Anwendung kommt<sup>340</sup>. Im Gegensatz dazu behauptet ISENMANN, dass die Typisierung als die am meisten geeignete angesehen werden kann, da sie durch ihre Mittelstellung zwischen der Klassifikation und der morphologischen Methode systematisch die vielgestaltigen Erscheinungsformen ordnet<sup>341</sup>. Nach EISFELD und KNOBLICH können die Begriffe Typologie und Morphologie<sup>342</sup> sogar synonym verwendet werden, da bei beiden Methoden der Typ als Gestaltungsansatz im Vordergrund steht und nicht seine Realität<sup>343</sup>. Diese Aussage unterstützt die in dieser Arbeit gewählte Kombination der beiden Forschungsmethoden Typisierung und morphologische Methode. Das heißt, dass anhand der zuvor ermittelten Merkmale Typen abgeleitet werden, die sowohl real existieren als auch theoretisch möglich sind. Basierend auf der Typenbildung erfolgt eine Abgrenzung des Mengenaspekts Massenproduktion, wodurch folgende Fragen beantwortet werden sollen:

- Welche Ausdrücke werden in der Literatur hinsichtlich des Mengenaspekts verwendet?
- Welche Kategorien von Mengenaspekten gibt es und wie sind sie systematisierbar?
- Welche Merkmale und Merkmalsausprägungen charakterisieren eindeutig die Massenproduktion?
- Kann die kundenindividuelle Massenproduktion der Kategorie Massenproduktion zugeordnet werden oder behandelt sie einen eigenständigen Mengenaspekt?

---

<sup>339</sup> ZWICKY (1966) - Morphologisches Weltbild, S. 116.

<sup>340</sup> Vgl. SCHLICKSUPP (2004) - Innovation, S. 79.

<sup>341</sup> Vgl. ISENMANN (2003) - Natur als Vorbild, S. 163.

<sup>342</sup> SCHLICKSUPP definiert Morphologie als die „Lehre vom geordneten Denken“ und stellt eine interdisziplinäre Methodologie dar, die fachübergreifend gültige Problemlösungsansätze bietet. Vgl. SCHLICKSUPP (2004) - Innovation, S. 78 f.

<sup>343</sup> Vgl. EISFELD (1951) - Lehre von der Gestaltung, S. 291; KNOBLICH (1969) - Betriebswirtschaftliche Warentypologie, S. 28.

Der Prozess der Typenbildung läuft in fünf Schritten<sup>344</sup> ab und bestimmt die weitere Vorgehensweise der Untersuchung:

- Abgrenzung des Untersuchungsbereichs
- Auswahl geeigneter Merkmale
- Festlegung von Merkmalsausprägungen
- Bildung von Typen
- Grafische Darstellung der gewonnenen Typen

### 3.3.2 Abgrenzung des Untersuchungsbereichs

Im „Kernpunkt industrieller Fertigung“<sup>345</sup> stehen im Sinne des Mengenaspekts die sogenannten Fertigungsarten bzw. Produktionstypen. Die produktionswirtschaftliche Literatur beschäftigt sich seit über 80 Jahren mit der Problematik der Abgrenzung und Systematisierung verschiedener Kategorien von Mengenaspekten. Bis zum heutigen Zeitpunkt ist eine eindeutig messbare Abgrenzung, die über Kennzahlen verdeutlicht, welche Stückzahl welcher Erzeugnisart zu welchem Produktionstyp zuzuordnen ist, nicht realisiert worden. Aufgrund der Vielfalt von Erzeugnisarten wird dies wahrscheinlich auch in der Zukunft nicht gelingen. Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf die Ergebnisse des Literaturstudiums, das in der Anlage 1-4 (vgl. S. 291-294) zusammengefasst ist.

Aufgrund des Vollständigkeitsanspruchs ist die Massenproduktion erst nach einer Typisierung der in der Literatur behandelten Mengenaspekte charakterisierbar. Aus der Analyse der Literatur ist zu erkennen, dass aufgrund der breiten Vielfalt von Autorenbeiträgen eine Uneinigkeit hinsichtlich verwendeter Begrifflichkeiten sowie gewählter Merkmale und deren Ausprägungen bestehen. Je nach Forschungsrichtung hat eine Vielzahl von Autoren

---

<sup>344</sup> Vgl. KNOBLICH (1969) - Betriebswirtschaftliche Warentypologie, S. 47-60; WELTER (2006) - Typisierung, S. 115 f. GROßE-OETRINGHAUS beschreibt detailliert in insgesamt 18 Schritten den Typenbildungsprozess. Großen Wert legt er dabei auf die Auswahl der Merkmale und deren Ausprägungen, vgl. dazu GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 50-79.

<sup>345</sup> MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 38.

über Dekaden von Jahren diesen Themenschwerpunkt charakterisiert und bisweilen eigene, von anderen abweichende Schlussfolgerungen gezogen.<sup>346</sup>

Insgesamt wurden 37 relevante Literaturquellen zur Typisierung des Mengenaspekts auf ausgewählte Merkmale und ihre Ausprägungen untersucht<sup>347</sup>. Die erste Unbestimmtheit besteht hinsichtlich der korrekten Bezeichnung. Nach einer ersten Auswertung der verwendeten Bezeichnungen, unter denen der Mengenaspekt betrachtet wird, sind drei Gruppen einteilbar: Bezeichnungen, die etwas mit Arten zu tun haben (10 Nennungen), Bezeichnungen, die im Stammwort Typen aufweisen (16 Nennungen) und Exoten, die keiner vorherigen Gruppe zugeordnet werden konnten (2 Nennungen). Bei näherer Betrachtung der drei Gruppen fällt auf, dass die Bezeichnung Fertigungsarten einheitlich von den Autoren verwendet wird, die Bezeichnung mit dem Stammwort Typen jedoch stark differiert. Abb. 3-8 listet die Unterbezeichnungen des Stammworts Typen auf.

<sup>346</sup> Vgl. z. B. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen; GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre.

<sup>347</sup> Untersuchte Literaturquellen dokumentiert in der Anlage 1-4, S. 291-294: HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie; MELLEROWICZ (1963) - Kosten und Kostenrechnung; BERGER (1967) - Organisationstypen; BÖHME/ BORGHARDT et al. (1969) - Informationsbuch; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1977) - Betriebswirtschaft für Ökonomen; SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb; GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft; AGGTELEKY (1990) - Fabrikplanung; KORTZFLEISCH (1990) - Produktionsmethoden; REICHWALD/ DIETEL (1991) - Produktionswirtschaft; REFA (1991) - Methodenlehre der Betriebsorganisation; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft; WILDEMAN/ SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen; SCHWEITZER (1994) - Industriebetriebslehre; EVERSHEIM/ SCHUH (1996) - Produktion, Management; ADAM (2001) - Produktions-Management; HANSMANN (2001) - Industrielles Management; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion in Netzwerken; DOMSCHKE/ SCHOLL (2005) - Betriebswirtschaftslehre Grundlagen; JUNG (2006) - Allgemeine Betriebswirtschaftslehre; PILLER (2006) - Mass Customization; SCHUH (2006) Produktionsplanung und -steuerung; LÖDDING (2005) - Verfahren der Fertigungssteuerung; LUCZAK/ EVERSHEIM (2001) - Produktionsplanung, -steuerung; CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft; TIEDTKE (2007) - Allgemeine BWL; BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre.



Bezeichnungen mit dem Stammwort Typen	Anzahl
Betriebstypen	1
Fertigungstypen	5
Leistungstypen der Fertigung	1
Leistungstypen der Produktion	1
Produktionstypen	4
Produkt- und Programmtypen	1
Prozesstypen der Fertigung	1
Repetitionstypen der Fertigung	2

Abb. 3-8: Anzahl der Bezeichnungen mit dem Stammwort Typen

Die Wahl des passenden Bestimmungsworts Betrieb, Fertigung, Leistung, Produkt, Produktion, Programm, Prozess oder Repetition scheint stets abhängig vom Kontext der Begrifflichkeiten des jeweiligen Autors zu sein. Die Bestimmungsworte Fertigung (5 Nennungen) und Produktion (4 Nennungen) werden deutlich häufiger verwendet, als alle anderen teilweise nur einmal verwendeten Bestimmungsworte. Aufgrund mehrdeutiger Bezeichnungen einiger Autoren<sup>348</sup> treten Doppelnennungen auf. Andere Autoren verwenden keine konkreten Bezeichnungen<sup>349</sup>. Eine trennscharfe Abgrenzung wird dadurch erschwert. Sekundär ist ebenfalls nachweisbar, dass Autoren aus der ehemaligen DDR<sup>350</sup> häufiger die Bezeichnung Fertigungsarten verwenden, was nicht gleichzeitig die Schlussfolgerung zulässt, dass Autoren aus den alten Bundesländern<sup>351</sup> nur die Bezeichnung mit dem Stammwort Typen nutzen. Eher ist zu schlussfolgern, dass eine generell größere Homogenität bei der Verwendung der Bezeichnungen in der DDR vorherrschte.

Nach den vorherigen Ausführungen zu den Teilbereichen der Produktion ist die Verwendung des Bestimmungsworts Produktion widerspruchsfrei, denn die Produktion subsumiert die Fertigung und alle ihr vor- und nachgelagerten Bereiche, weshalb das Bestimmungswort Fertigung nicht erschöpfend wäre. Da neben den Fertigungshauptprozessen

<sup>348</sup> Vgl. KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 86; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11, 163; WILDEMANN/ SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen, S. 390, 820.

<sup>349</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 21; SCHWEITZER (1994) - Industriebetriebslehre, S. 187; TIEDTKE (2007) - Allgemeine BWL, S. 440 f.

<sup>350</sup> Vgl. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 65 f.; BÖHME/ BORGHARDT et al. (1969) - Informationsbuch, S. 86, 479; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb, S. 41 f.; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung, S. 64 f.

<sup>351</sup> Vgl. DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 131 f.; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 71.

auch die Organisation der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen durch den Mengenaspekt beeinflusst wird, ist die Bezeichnung Produktionstyp als zweifelsfreihere Benennung heranzuziehen und soll auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit als Oberbegriff für alle anderen genannten Bezeichnungen verwendet werden.

Festzuhalten ist ebenfalls, dass der Disput zur einwandfreien Verwendung der Bezeichnungen wohl auch in Zukunft nicht beigelegt sein wird. Durch die semantische Analyse konnte herausgestellt werden, dass streng genommen die Bezeichnungsgruppe mit dem Stammwort Typen der Bezeichnungsgruppe Arten vorzuziehen ist. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Begriffsbildung auf einer Typisierung basiert und somit Typen und nicht Arten aus der Typologie abgeleitet werden. Da sich dessen ungeachtet beide Bezeichnungen in der Fachliteratur parallel etabliert haben, werden sie synonym verwendet. Dementsprechend muss es dann Produktionstypen oder Produktionsarten heißen.

Eine verbreitete Meinung besagt, dass der Produktionstyp die Häufigkeit der Leistungswiederholung im Produktionsprozess bestimmt.<sup>352</sup> Andere Autoren beziehen definitorisch keine eindeutige Stellung und bekräftigen, dass der Produktionstyp an die Menge des Produktionsausstoßes gekoppelt ist<sup>353</sup>. NEBL konstatiert, dass es „wesentliche[n] Probleme“<sup>354</sup> bei der Interpretation des Begriffs gibt. Dieser Missstand soll durch eine eindeutige Begriffsdefinition am Ende der Typisierung abgestellt werden.

Die Produktionstypen Einzel-, Serien-, Sorten- und Massenfertigung werden weitaus häufiger genannt als die Produktionstypen Chargen-, Partien- und Variantenfertigung. Die Mehrzahl der Autoren bezeichnet die letzten Typen als Sonderformen. Deshalb wird die Typisierung vorrangig an den ersten vier originären Produktionstypen vorgenommen. Die Sonderformen oder auch derivativen Produktionstypen werden nachgelagert untersucht.

---

<sup>352</sup> Vgl. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 57 f.; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 68; WILDEMAN/ SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen, S. 390.

<sup>353</sup> Vgl. CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 36; KÜPPER (1979) - Produktionstypen, Sp. 1636; NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 52.

<sup>354</sup> NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 53.

### 3.3.3 Auswahl geeigneter Merkmale

In den 37 untersuchten Literaturstellen tauchen unterschiedlich viele Merkmale auf, die in ihrer Gesamtheit eine Menge von 30 auszuwertenden Merkmalen umfasst (vgl. Abb. 3-9). Alle betrachteten Literaturstellen wurden auf alle Merkmale hin untersucht.

Merkmale der Literaturanalyse		
1 Wiederholbarkeit des Prozesses	11 Kontinuität	21 Durchlaufzeit, Transportzeit
2 Planungshorizont, -sicherheit	12 Lagerbestand an WS, ET, BG	22 Leistungsvielfalt
3 Produktionsmenge, -volumen	13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen	23 Technologische Bearbeitungsfolge
4 Losgröße, Auflagenhöhe	14 Arbeitskräftequalifizierung	24 Organisationsform, -typ
5 Kapazitätsauslastung	15 Externe Varietät	25 Betriebsmittel
6 Produktionsauslösung	16 Interne Varietät	26 Arbeitsteilung
7 Leistungsausrichtung	17 Ort der Kundenintegration	27 PPS-, Koordinationsaufwand
8 Größe des Absatzmarkts	18 Produktkomplexität	28 Transaktionskosten
9 Quantitative Flexibilität	19 Prozesskomplexität	29 Herstellkosten pro Stück
10 Qualitative Flexibilität	20 Rüstkosten, -aufwand	30 Standardisierbarkeit des Ablaufs

Abb. 3-9: Untersuchte Merkmale der Literaturanalyse

Für den Untersuchungsbereich wird die Vielzahl an Merkmalen eingegrenzt, indem auf die Betrachtung derjenigen verzichtet wird, die den Mengenaspekt nicht unmittelbar charakterisieren und mit diesem eher in einem weitläufigen Zusammenhang stehen. Dazu zählen

- Größen wie beispielsweise Kapazitätsauslastung (5), Losgröße (4), Varietät (15, 16), Kontinuität (11), Flexibilität (9, 10), Prozesskomplexität (19), Arbeitsteilung (26), Organisationsform (24), Betriebsmittel (25) und Standardisierbarkeit des Ablaufs (30) sowie
- Kosten- bzw. Aufwandsgrößen wie Herstellkosten pro Stück (29), Transaktionskosten (28), Rüstkosten, -aufwand (20) und Produktionsplanungs- und Steuerungs-aufwand, Koordinationsaufwand (27).

Die verbleibende Merkmalsmenge setzt sich aus typenbildenden und typenbeschreibenden Merkmalen zusammen<sup>355</sup>. Typenbildende Merkmale definieren Typen eindeutig und haben damit konstitutiven Charakter. Ihre Anzahl ist begrenzt. Typenbeschreibende

<sup>355</sup> Vgl. GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 30.

Merkmale veranschaulichen die Typen über die konstitutiven Merkmale hinaus. Sie sind folglich deskriptiven Charakters, stehen quasi unbegrenzt zur Verfügung und sind den konstitutiven Merkmalen nachgelagert, erklären diese aber nicht. Sie ergeben sich als notwendige Reaktion aus den Ansprüchen der konstitutiven Merkmale an den Produktionsprozess. Die deskriptiven Merkmale stellen die Verbindung zwischen dem Anforderungsprofil und dem Fähigkeitsprofil dar, indem sie von den konstitutiven Merkmalen ausgehend die dafür erforderlichen Fähigkeitsprofile charakterisieren. Mit Hilfe von Plausibilitätskontrollen sollen im Weiteren die konstitutiven Merkmale aus der verbliebenen Menge herausgefiltert werden. Aufgrund der Ausrichtung der Arbeit wird stets von einem Produktionsprozess innerhalb einer Planungsperiode in der industriellen Produktion ausgegangen.

### **Konstitutive Merkmale**

Ein Merkmal ist konstitutiv, wenn es für das Problem ursächlich oder zumindest überwiegend ursächlich ist<sup>356</sup>. Im Vordergrund steht also die Frage, welches Merkmal einen ursächlichen Zusammenhang zum Mengenaspekt aufweist und sich somit eignet, die Spezifik eines Produktionstyps abzugrenzen. Die Merkmale Wiederholbarkeit (1), Planungshorizont (2) und Leistungsvielfalt (22) erfüllen diesen Anspruch.

Das Merkmal Wiederholbarkeit des Prozesses bzw. Wiederholung (1) kennzeichnet, ob ein Produktionsprozess von Anfang an so implementiert wird, dass der gesamte Produktionsprozess (bzw. Teile des Produktionsprozesses) wiederholend oder nur einmalig abläuft. Infolgedessen grenzt dieses Merkmal eindeutig die Einzelfertigung von allen anderen Produktionstypen ab. Bei der Einzelfertigung steht die einmalige Produktion eines Erzeugnisses im Vordergrund. Elementar ist dabei, dass eine mögliche spätere Wiederholung ursprünglich nicht beabsichtigt bzw. geplant, sondern eher zufällig ist.

Mit Hilfe des Merkmals Planungshorizont bzw. -sicherheit (2) wird zum Ausdruck gebracht, für wie lange die produktartbezogenen Produktionsprozesse geplant werden. Problematisch ist hier, ob es bei deren jeweiligen Konzeptionen festgelegte Endpunkte gibt, sei es zeitlicher oder mengenmäßiger Natur. Die Massenfertigung kann demgemäß eindeutig von allen anderen Produktionstypen abgegrenzt werden. Nur die Massenferti-

---

<sup>356</sup> Vgl. GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 52.

gung wird auf unbestimmte Zeit ausgelegt. Zum Zeitpunkt der Einrichtung ihrer Produktionsanlagen wird kein Produktionsende einer Erzeugnisart geplant.

Nach Abgrenzung von Einzel- und Massenfertigung folgt die diffizilere Frage, worin der Unterschied zwischen Serien- und Sortenfertigung besteht. Nachzuweisen ist diese Schwierigkeit an zwei Auffälligkeiten. Einerseits treffen dazu weniger Autoren Aussagen und andererseits umfassen deren Aussagen quantitativ weit weniger Merkmale als das für die Einzel- bzw. Massenfertigung der Fall ist.

Alle Erzeugnisse einer Sorte sind im Aufbau strukturell und rohstofflich gleichartig, das heißt, dass die Erzeugnisse aus konstruktiver und technisch-technologischer Sicht weitgehend identisch sind. Sie unterscheiden sich dennoch in ästhetischen Aspekten wie Maße, Farben und Design. Damit sind sie weit weniger komplex als die Erzeugnisse einer Serie. Diese sind technologisch zwar verwandt, es bestehen jedoch fertigungstechnisch signifikante Unterschiede, welche auch auftragsspezifisch erzeugt werden.<sup>357</sup> Es ist zu schlussfolgern, dass die technisch-technologische Verwandtschaft der Erzeugnisse mit der Leistungsvielfalt (22) im Sinne des Produktionsprogramms eines produzierenden Unternehmens einhergeht und sich somit dieses Merkmal für die Abgrenzung von Serien- und Sortenfertigung eignet.

Aus der relevanten Merkmalsmenge grenzen drei konstitutive Merkmale die vier originären Produktionstypen ursächlich bzw. unmittelbar ab. Diese sind:

- Wiederholung des Produktionsprozesses einer Produktart (1)
- Planungshorizont einer Produktart (2)
- Leistungsvielfalt des Produktionsprogramms (22)

Die Hierarchie innerhalb der konstitutiven Merkmale ist nachfolgend zu prüfen. Dazu dienen Plausibilitätsüberlegungen und die Makrostruktur eines Unternehmens.

Das Merkmal Planungshorizont (2) kann nicht eindeutig einem Makrostrukturbereich zugeordnet werden, da es einen dispositiven Charakter aufweist und somit den anderen übergeordnet ist. Das Merkmal Wiederholung (1) weist sowohl throughput- als auch in-

---

<sup>357</sup> Vgl. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 62; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 157, 159; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion in Netzwerken, S. 90 f. SCHÄFER bestätigt und führt die Aussagen von HEBER und NOWAK fort. Vgl. dazu SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb, S. 67.

putseitige Aspekte auf. In erster Linie bestimmt es die Art und Weise der Produktionsfaktorkombination im Throughput, zusätzlich aber auch beispielsweise die Beschaffung der Elementarfaktoren im Input. Die Leistungsvielfalt (22) sagt etwas über die Homogenität des Produktionsprogramms aus. Es ist ein Merkmal des Output. Abb. 3-10 stellt einen Algorithmus vor, der die vorherigen Überlegungen ordnet und die Entscheidung darüber erleichtert, wann es sich um welchen Produktionstyp handelt.

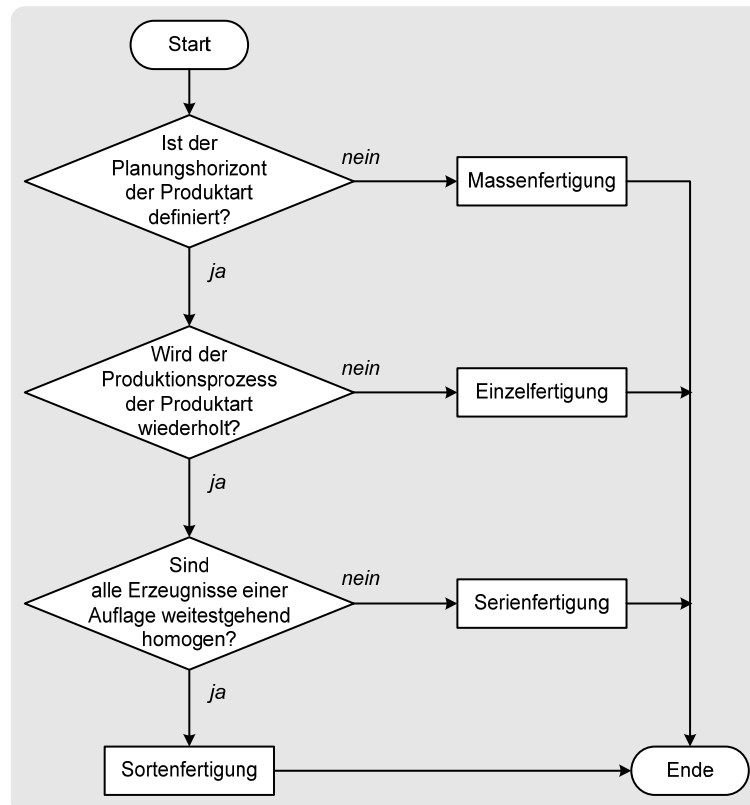


Abb. 3-10: Entscheidungsalgorithmus Produktionstypen

Die Typologisierung des Mengenaspekts eines Produktionsprozesses ist entsprechend dieser Herleitung abhängig von dem Planungshorizont, der Wiederholung und der Leistungsvielfalt. Demnach sind alle anderen hier nicht zugeordneten Merkmale deskriptiv.

### Deskriptive Merkmale

Da mit Hilfe der Typologisierung vor allem der Mengenaspekt der kundenindividuellen Massenproduktion bestimmt werden sollen, ist es für die nachfolgenden Untersuchungen sinnvoll, aus den verbleibenden Merkmalen solche auszuwählen, die für das produktionsorganisatorische Untersuchungsziel einen deskriptiven Beitrag leisten. GROßE-OETRINGHAUS bestätigt, dass häufig die typologische Arbeit für aufbauende Zwecke angewendet wird,

wodurch es durchaus statthaft ist, aussagekräftige Merkmale zu bestimmen, die den Informationsgehalt erhöhen<sup>358</sup>.

Das am häufigsten genannte Merkmal Produktionsmenge bzw. -volumen (3) scheint zunächst für eine Charakterisierung des Mengenaspekts geeignet zu sein, muss aber aus folgenden Gründen abgelehnt werden. Die genannten Ausprägungen dieses Merkmals sind nahezu alle sehr unbestimmt und erlauben keine genaue Einteilung. Entgegengesetzt zur Häufigkeit der Nennung dieses Merkmals versuchen nur sehr wenige Autoren quantitativ abgrenzbare Aussagen zu treffen. Beispielsweise stellen DOLEZALEK und WARNECKE grafisch einen Zusammenhang zwischen Produktionsmenge, Werkstückmengen und empfohlenem Produktionstyp her, dies jedoch ohne genaue Stückangaben<sup>359</sup>. SCHOMBURG quantifiziert die Produktionstypen mit Hilfe von Auflagenhöhe der Fertigungsaufträge, durchschnittliche Arbeitszeit pro Arbeitsgang und Wiederholhäufigkeit identischer oder fertigungsablaufmäßig gleicher Fertigungsobjekte, ohne dass die Einteilung begründet wird<sup>360</sup>. LUCZAK/ EVERSHEIM und LÖDDING übernehmen diese Argumentation jeweils kommentarlos<sup>361</sup>. Insgesamt ist festzuhalten, dass eine stückzahlabhängige Einteilung nicht ausreichend aussagefähig ist, da diese Wertung stets von weiteren Kriterien wie Produktionsbreite, Unternehmensbranche und Produktart abhängig ist. Aus den genannten Gründen wird dieses Merkmal nicht weiter betrachtet.

Das Merkmal Produktionsauslösung (6) charakterisiert den induzierenden Faktor zur Erzeugung des Produkts. Zur näheren Beschreibung des Mengenaspekts eignet es sich deshalb, weil es die bisherigen Betrachtungen um das Motiv der Produktion erweitert und so der Kunde, intern oder extern, einbezogen wird. In diesem Zusammenhang bestimmt das Merkmal Ort der Kundenintegration (17) den Punkt im Produktionsprozess, an dem ein Kunde Einfluss ausüben bzw. intervenieren kann. Aufgrund der engen Beziehung von Auftragsauslösung und Kundenintegration soll im Weiteren der Ort der Kundenintegration beide Merkmale subsumieren.

---

<sup>358</sup> Vgl. GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 52.

<sup>359</sup> Vgl. DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 132.

<sup>360</sup> Vgl. SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 68, 92.

<sup>361</sup> Vgl. LÖDDING (2005) - Verfahren der Fertigungssteuerung, S. 97; LUCZAK/ EVERSHEIM (2001) - Produktionsplanung, -steuerung, S. 86 f.

Der Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen und Baugruppen (12) wird verallgemeinert in Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren<sup>362</sup>. Wie auch das Merkmal Lagerbestand an Fertigerzeugnissen (13) verdeutlicht er die Ansprüche, die von unterschiedlichen Produktionsmengen an die innerbetriebliche Lagerung gestellt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass insbesondere von der Qualifikation der Arbeitskräfte (14) Auswirkungen auf die Individualisierbarkeit von Produkten bestehen. Ihre Fertigkeiten und Fähigkeiten bestimmen beispielsweise den Umfang und die Qualität an ausführbaren Arbeitsoperationen.

Die Produktkomplexität bzw. Produktstruktur (18) verdeutlicht den konstruktionsbedingten Aufbau eines Erzeugnisses<sup>363</sup>. Das Fähigkeitsprofil wird aus Sicht der zu erbringenden Leistungen spezifiziert und erweitert.

Das Merkmal Durchlaufzeit, Transportzeit (21) soll aufgrund der Bedingtheit, dass eine Verlängerung der Transportzeit unvermeidlich eine Verlängerung der Durchlaufzeit nach sich zieht, zum Merkmal Transportzeit vereinfacht werden. Es veranschaulicht die zu lösenden Anforderungen des innerbetrieblichen Transports.

Das Merkmal technologische Bearbeitungsfolge (23) verdeutlicht den Pfad, den ein Fertigungsauftrag durch die Bearbeitungsstationen nehmen muss, um realisiert zu werden<sup>364</sup>. Es wird vermutet, dass aus diesem Merkmal räumliche oder zeitliche Ansprüche an das Fähigkeitsprofil abgeleitet werden können.

Zusätzlich zu den hier ausgewählten Merkmalen wird das Merkmal Individualisierung der Produkte aufgenommen. Es bildet das Ausmaß der Erzeugnisstandardisierung<sup>365</sup> ab und wird dadurch wahrscheinlich einen wesentlichen Einfluss bei der Formulierung der Fähigkeits- und Anforderungsprofile haben.

---

<sup>362</sup> Verbrauchsfaktoren umfassen alle Materialien und Handelswaren, die bei der Herstellung des Erzeugnisses eingehen oder verbraucht werden. Materialien sind weiter unterscheidbar in Werk-, Hilfs- und Betriebsstoffe. Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 49. Hierzu zählen auch Einzelteile und Baugruppen.

<sup>363</sup> Vgl. SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 44.

<sup>364</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 339.

<sup>365</sup> Vgl. SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 38.



Für die hierarchische Grundordnung erfolgt eine Gliederung der deskriptiven Merkmale zu den Makrostrukturbereichen des Produktionsprozesses (vgl. Abb. 3-11).

Deskriptive Merkmale	Makrostruktur des Produktionsprozesses		
	INPUT	THROUGHPUT	OUTPUT
Ort der Kundenintegration	x	x	x
Qualifizierung der Arbeitskräfte	x		
Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren	x	x	
Technologische Bearbeitungsfolge		x	
Lagerbestand an Fertigerzeugnissen			x
Produktstruktur			x
Produktindividualisierung			x
Transportzeit		x	

Abb. 3-11: Zuordnung der deskriptiven Merkmale zu den Makrostrukturbereichen

Jedem Bereich der Makrostruktur konnte mindestens ein Merkmal eindeutig zugeordnet werden. Bei der Zuordnung wurde nach dem Kriterium der Maßgeblichkeit verfahren, das heißt nicht, dass keine weiteren merkmalsabhängigen Wirkungen auf andere Makrostrukturbereiche nachzuweisen sind. Das Merkmal Ort der Kundenintegration konnte keinem Makrostrukturbereich zweifelsfrei zugeordnet werden, da sich die Integration des Kunden in den Wertschöpfungsprozess makrostrukturübergreifend auswirkt. Der Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren kann sowohl Auswirkungen im Input als auch im Throughput haben – vor allem die Wareneingangs- und Zwischenlager innerhalb der Produktion sind hier maßgeblich, Warenausgangslager sind eher zu vernachlässigen, da bei der kundenabhängigen Produktion keine Einlagerung fertiger Erzeugnisse über einen längeren Zeitraum erfolgt. Alle anderen Merkmale sind eindeutig einem Makrostrukturbereich zuzuordnen.

Neben den drei konstitutiven Merkmalen werden die acht ausgewählten deskriptiven Merkmale für die zielorientierte Typisierung der Produktionstypen hinzugenommen.

### 3.3.4 Festlegung von Merkmalsausprägungen

Vor dem Hintergrund der Literaturanalyse bietet sich die induktive Vorgehensweise zur Bestimmung der Ausprägungen der konstitutiven Merkmale Wiederholung, Planungshorizont und Leistungsvielfalt an<sup>366</sup>. Den Autorenaussagen entsprechend, können Ausprägungen zu den jeweiligen Merkmalen bestimmt und mit Hilfe eines morphologischen Kastens dargestellt werden (vgl. Abb. 3-12).

Konstitutive Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Planungshorizont	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig	Unbestimmt
Wiederholung	Keine		Begrenzt	Unbegrenzt
Leistungsvielfalt	Homogen	Homogen innerhalb Auflage	Heterogen innerhalb Auflage	Heterogen

Abb. 3-12: Konstitutive Merkmale und ihre Ausprägungen

Analog zu der Vorgehensweise bei den konstitutiven Merkmalen können auch die Ausprägungen für die deskriptiven Merkmale aufgezeigt werden (vgl. Abb. 3-13).

Deskriptive Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Ort der Kundenintegration	Vor Produktion	Während Produktion	Nach Produktion	Keine
Qualifizierung der Arbeitskräfte	Ungelernt		Angelernt	Gelernt
Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren	Gering		Mittel	Hoch
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend		Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen
Lagerbestand an Fertigerzeugnissen	Gering		Mittel	Hoch
Produktstruktur	Mehrteilig komplex		Mehrteilig einfach	Geringteilig
Produktindividualisierung	Kundenindividuelle Produkte	Kundenindividualisierte Produkte	Standardprodukt mit Varianten	Standardprodukt ohne Varianten
Transportzeit	Kurz		Mittel	Lang

Abb. 3-13: Deskriptive Merkmale und ihre Ausprägungen

Auf die größtenteils selbst erklärenden Merkmale und ihre Ausprägungen wird – bis auf die Merkmale technologische Bearbeitungsfolge und Produktstruktur – nicht weiter eingegangen. Eine variierende technologische Bearbeitungsfolge verdeutlicht, dass alle Fertigungsaufträge bei ihrer Bearbeitung unterschiedliche Wege durch das Produktionssystem nehmen. Auch die Art und Anzahl der benötigten Bearbeitungsstationen sind jeweils unterschiedlich. Bei gleicher technologischer Bearbeitungsfolge durchlaufen alle Ferti-

<sup>366</sup> Vgl. GROßE-OETRINGHAUS (1974) - Fertigungstypologie, S. 58.

gungsaufträge das Produktionssystem in gleicher Fertigungsflussrichtung. Sind dabei stets alle Bearbeitungsstationen zur Lösung der Fertigungsaufträge notwendig, handelt es sich um die Variante ohne Überspringen. Können ausgewählte Bearbeitungsstationen bei einigen Fertigungsaufträgen ausgelassen werden, ist es die Variante mit Überspringen.<sup>367</sup> Das Merkmal Produktstruktur verdeutlicht „den konstruktionsbedingten Aufbau der Erzeugnisse“<sup>368</sup>. Geringteilige Produkte bestehen aus einer oder sehr wenigen Baugruppen und/ oder Einzelteilen. Demgegenüber ist der Aufbau mehrteiliger einfacher Produkte komplizierter, jedoch immer noch gut überschaubar. Mehrteilig komplexe Produkte weisen eine Struktur auf, die vielstufig und weit verzweigt ist. Ihr Aufbau ist sehr komplex und kann aus einer Vielzahl von Baugruppen verschiedener Ordnungen und Einzelteilen bestehen.<sup>369</sup>

### 3.3.5 Bildung von Typen durch Merkmalskombination

Die elf identifizierten Merkmale und deren Ausprägungen bilden in ihrer Gesamtheit die Typologie, die die Grundlage für die Charakteristik des Mengenaspekts bildet. Zuvor wird sie zur eindeutigen Begriffsbestimmung herangezogen, um abzuleiten, ob es sich bei der kundenindividuellen Massenproduktion tatsächlich um den Produktionstyp Massenfertigung handelt.

Um den Ansprüchen der kundenindividuellen Massenproduktion zu entsprechen, muss der gesuchte Produktionstyp in der Lage sein, kundenindividualisierte Erzeugnisse mittels eines effizienten Produktionsprozesses hervorzubringen. Der Kunde ist dementsprechend in einer adäquaten Form in den Wertschöpfungsprozess zu integrieren. Der Verkaufspreis des kundenindividualisierten Produkts sollte dabei „ungefähr dem Preis eines vergleichbaren Standardgutes“<sup>370</sup> entsprechen. Ein detailliertes Anforderungsprofil für die kundenindividuelle Massenproduktion wird zu einem späteren Zeitpunkt der Arbeit entwickelt.

---

<sup>367</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 340 f.

<sup>368</sup> SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 44.

<sup>369</sup> Vgl. SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 44-46; ZOPFF (2005) - Informationsmanagement KMU, S. 62.

<sup>370</sup> PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 65.

In der Abb. 3-14 ist die Typologie des Mengenaspekts dargestellt. Die grauen Kästen haben die zutreffenden Merkmalsausprägungen für den Produktionstyp Massenfertigung hervor (vgl. auch Anlage 4, S. 294).

Merkmale	Merkmalsausprägungen			
	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig	Unbestimmt
Planungshorizont	Keine		Begrenzt	Unbegrenzt
Wiederholung	Heterogen	Heterogen innerhalb Auflage	Homogen innerhalb Auflage	Homogen
Leistungsvielfalt	Vor Produktion	Während Produktion	Nach Produktion	Keine
Ort der Kundenintegration	Gelernt		Angelehrt	Ungelernt
Qualifizierung der Arbeitskräfte	Hoch		Mittel	Gering
Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren	Variierend		Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen
Technologische Bearbeitungsfolge	Gering		Mittel	Hoch
Lagerbestand an Fertigerzeugnissen	Mehrteilig komplex		Mehrteilig einfach	Geringteilig
Produktstruktur	Kundenindividuelle Produkte	Kundenindividualisierte Produkte	Standardprodukt mit Varianten	Standardprodukt ohne Varianten
Produktindividualisierung	Lang		Mittel	Kurz
Transportzeit				

Abb. 3-14: Typ Massenfertigung

Kennzeichnend für den Produktionstyp Massenfertigung sind der unbestimmte Planungshorizont sowie die homogene Produktpalette. Massenfertiger stellen häufig nur ein oder äußerst wenige Produktarten in sehr großen Mengen her. Alle Erzeugnisse einer Produktart sind ausnahmslos identisch und fungibel. Die kundenanonyme Vorratsproduktion erfolgt weitgehend in kontinuierlicher Art und Weise. Die Umstellung der dafür eingesetzten meist in hohem Grade spezialisierten Anlagen, auf eine andere Produktionsart ist häufig nicht möglich oder nimmt einen sehr langen und vor allem aufwändigen Rüstvorgang in Anspruch.<sup>371</sup> Typische Industrieunternehmen der Massenfertigung sind Wasser- und Elektrizitätswerke.

<sup>371</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 10, 21-24; AGGTELEKY (1990) - Fabrikplanung, S. 478; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 65 f.; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1977) - Betriebswirtschaft für Ökonomen, S. 613; BERGER (1967) - Organisationstypen, S. 178, 180-184; BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279 ff.; BÖHME/ BORGHARDT et al. (1969) - Informationsbuch, S. 86, 479; CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 36; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb, S. 37, 41 f.; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 131 f.; DOMSCHKE/ SCHOLL (2005) - Betriebswirtschaftslehre Grundlagen, S. 110 f.; GUTENBERG (1955) - Grundlagen Betriebswirtschaftslehre, S. 66-77; GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, S. 109 f.; HANSMANN (2001) - Industrielles Management, S. 123 ff.; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 154-156; HENN/ KÜHNLE (1996) - Strukturplanung, S. 9-66; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 15; JUNG (2009) - Betriebswirtschaftslehre, S. 493 f.; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 86; KORTZFLEISCH

GUTENBERG weist auf den Unterschied der quantitativen und qualitativen Massenfertigung hin, der zu Missverständnissen führen kann<sup>372</sup>. Bei der qualitativen Massenfertigung steht die Eigenschaft im Vordergrund, dass alle Erzeugnisse gleichartig und austauschbar sind. Die quantitative Massenfertigung erklärt den Umstand, dass es sich bei der Erzeugnisproduktion um besonders große Mengen handelt. Der Begriff der Massenfertigung soll im Zusammenhang mit dem Mengenaspekt im quantitativen Sinne verstanden werden.

Vor dem Hintergrund dieser Charakteristiken ist zu erkennen, dass der Produktionstyp Massenfertigung keine Anwendung für die kundenindividuelle Massenproduktion erfahren kann. Das ist insbesondere dadurch begründet, dass an keinem Punkt des Herstellungsprozesses der Kunde involviert ist und die homogenen Standardprodukte keine Individualisierungsmöglichkeiten aufweisen. Es ist nun zu überprüfen, ob gegebenenfalls ein anderer Produktionstyp den Ansprüchen gerecht werden kann. Dazu sind die verbleibenden Produktionstypen Einzel-, Sorten- und Serienfertigung zu analysieren.

Die Typologie des Produktionstyps Einzelfertigung ist in Abb. 3-15 dargestellt (vgl. auch Anlage 1, S. 291).

---

(1990) - Produktionsmethoden, S. 122 ff., 158; LÖDDING (2005) - Verfahren der Fertigungssteuerung, S. 97 f.; LUCZAK/ EVERSHEIM (2001) - Produktionsplanung, -steuerung, S. 132; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 38, 368-371; MELLEROWICZ (1963) - Kosten und Kostenrechnung, S. 154 ff.; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung, S. 64 ff.; REFA (1977) - Lexikon Betriebsorganisation, S. 58 ff.; REICHWALD/ DIETEL (1991) - Produktionswirtschaft, S. 436-438; SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb, S. 63-79; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11, 163; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 71; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 120 ff.; SCHWEITZER (1994) - Industriebetriebslehre, S. 187 ff.; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion in Netzwerken, S. 88-94; TIEDTKE (2007) - Allgemeine BWL, S. 440; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation, S. 27-40; WILDEMANNS/ SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen, S. 390, 820; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 345 f.

<sup>372</sup> Vgl. GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, S. 109.

Merkmale	Merkmalsausprägungen			
	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig	Unbestimmt
Planungshorizont	Keine		Begrenzt	Unbegrenzt
Wiederholung	Heterogen		Heterogen innerhalb Auflage	Homogen
Leistungsvielfalt	Vor Produktion		Nach Produktion	Keine
Ort der Kundenintegration	Gelernt		Angelehrt	Ungelernt
Qualifizierung der Arbeitskräfte	Hoch		Mittel	Gering
Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren	Variierend		Gleich mit Überspringen	Gleich ohne Überspringen
Technologische Bearbeitungsfolge	Gering		Mittel	Hoch
Lagerbestand an Fertigerzeugnissen	Mehrteilig komplex		Mehrteilig einfach	Geringteilig
Produktstruktur	Kundenindividuelle Produkte	Kundenindividualisierte Produkte	Standardprodukt mit Varianten	Standardprodukt ohne Varianten
Produktindividualisierung	Lang		Mittel	Kurz
Transportzeit				

Abb. 3-15: Typ Einzelfertigung

Der Produktionstyp Einzelfertigung ist durch eine kundenorientierte Auftragsbearbeitung gekennzeichnet, während die Einmaligkeit des Produkts stets im Vordergrund steht. Die Wiederholung eines früheren Auftrags, ob bei einzelnen Arbeitsschritten oder vollständig, ist nicht beabsichtigt. Zu Lasten der Effizienz ist der Produktionsprozess in der Lage, kundenindividuelle Fertigerzeugnisse herzustellen. Der Produktionsprozess ist sehr diskontinuierlich, schwer organisierbar und weist eine sehr hohe interne Komplexität auf, wodurch hohe Kosten während der Produktion entstehen. Die industrielle Einzelfertigung findet vielfach im Schiff- und Brückenbau sowie im Anlagen- und Werkzeugmaschinenbau Anwendung.<sup>373</sup>

<sup>373</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 10, 21-24; AGGTELEKY (1990) - Fabrikplanung, S. 478; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 60 f.; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1977) - Betriebswirtschaft für Ökonomen, S. 611 ff.; BERGER (1967) - Organisationstypen, S. 178, 184 f.; BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279 ff.; BÖHME/ BORGHARDT et al. (1969) - Informationsbuch, S. 111; CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 36; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb, S. 35, 38 f.; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 130 f.; DOMSCHKE/ SCHOLL (2005) - Betriebswirtschaftslehre Grundlagen, S. 110 f.; GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, S. 98 f., 110; HANSMANN (2001) - Industrielles Management, S. 123 ff.; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 156 f.; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 15; JUNG (2009) - Betriebswirtschaftslehre, S. 493 f.; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 86; KORTZFLEISCH (1990) - Produktionsmethoden, S. 122 ff., 158-160; LÖDDING (2005) - Verfahren der Fertigungssteuerung, S. 97 f.; LUCZAK/ EVERSHEIM (2001) - Produktionsplanung, -steuerung, S. 95; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 38, 368-371; MELLEROWICZ (1963) - Kosten und Kostenrechnung, S. 154 ff.; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung, S. 64 ff.; REFA (1977) - Lexikon Betriebsorganisation, S. 58 ff.; REICHWALD/ DIETEL (1991) - Produktionswirtschaft, S. 436 ff.; SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb, S. 63-79, 88; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11, 163; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 69 f.; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 120 ff.; SCHWEITZER (1994) - Industriebetriebslehre, S. 187 ff., 575; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion

Aufgrund dessen, dass der Produktionsprozess der Einzelfertigung gar nicht oder nur in einem sehr geringen Umfang standardisierbar ist, können die für die kundenindividuelle Massenproduktion notwendigen größeren Stückzahlen bei entsprechender Kosteneffizienz nicht erzielt werden. Folglich ist auch dieser Produktionstyp als ungeeignet anzusehen.

Für den Produktionstyp Sortenfertigung stellt Abb. 3-16 die Typologie grafisch dar (vgl. auch Anlage 3, S. 293).

Merkmale	Merkmalsausprägungen			
	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig	Unbestimmt
Planungshorizont				
Wiederholung	Keine	Begrenzt		Unbegrenzt
Leistungsvielfalt	Heterogen	Heterogen innerhalb Auflage	Homogen innerhalb Auflage	Homogen
Ort der Kundenintegration	Vor Produktion	Während Produktion	Nach Produktion	Keine
Qualifizierung der Arbeitskräfte	Gelernt	Angelernt		Ungelernt
Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren	Hoch	Mittel		Gering
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend	Gleich mit Überspringen		Gleich ohne Überspringen
Lagerbestand an Fertigerzeugnissen	Gering	Mittel		Hoch
Produktstruktur	Mehrteilig komplex	Mehrteilig einfach		Geringteilig
Produktindividualisierung	Kundenindividuelle Produkte	Kundenindividualisierte Produkte	Standardprodukt mit Varianten	Standardprodukt ohne Varianten
Transportzeit	Lang	Mittel		Kurz

Abb. 3-16: Typ Sortenfertigung

Wesentlich für den Typ Sortenfertigung ist, dass eine Sorte zu verschiedenen Zeitpunkten erneut aufgelegt werden kann, ohne dass Änderungen seitens des Produkts oder des Prozesses notwendig sind. Häufig sind die Erzeugnisse einer Sorte mehrteilig einfach, die zur Herstellung dieselben Fertigungsverfahren und die gleichen Verbrauchsfaktoren benötigen. HOITSCH charakterisiert dies als den qualitativen Verwandtschaftsgrad der Erzeugnisse<sup>374</sup>. Über einen Katalog werden die Standardprodukte mit ihren anbieterspezifischen Varianten dem Markt anonym angeboten. Das bedeutet, dass ein Grundprodukt in unterschiedlichen Varianten – häufig in Farbe, Güte, Maßen oder Design variierend – ohne Bezug zu einem bestimmten Kunden präsentiert werden. Der Kunde kann nach beendetem

in Netzwerken, S. 88-94; TIEDTKE (2007) - Allgemeine BWL, S. 440; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation, S. 27-40; WILDEMANNSCHMIDT (1993) - Fertigungstypen, S. 390, 821; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 345 f.

<sup>374</sup> Vgl. HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 13.

Produktionsprozess aus dem Gesamtangebot diejenige Variante wählen, die seinen Wünschen am ehesten entspricht. Repräsentative Industrieunternehmen für diesen Produktionstypen sind Säge- und Blechwalzwerke sowie Unternehmen der Bekleidungsindustrie.<sup>375</sup> Vereinzelt wird dieser Produktionstyp auch als Variantenfertigung bezeichnet<sup>376</sup>. Irrtümlicherweise wird vereinzelt in der Literatur die Sortenfertigung mit der Serienfertigung<sup>377</sup> oder mit der Massenfertigung gleichgesetzt bzw. diesen untergeordnet<sup>378</sup>.

Weil keine Kundenintegration in den Wertschöpfungsprozess erfolgt, ist der Produktionstyp Sortenfertigung ebenfalls ungeeignet, den Ansprüchen einer kundenindividuellen Massenproduktion zu entsprechen.

Abb. 3-17 zeigt den Produktionstyp Serienfertigung auf (vgl. auch Anlage 2, S. 292).

---

<sup>375</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 10, 21-24; BERGER (1967) - Organisationstypen, S. 178, 180-184; BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279 ff.; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fab-  
rikanlagen, S. 132; DOMSCHKE/ SCHOLL (2005) - Betriebswirtschaftslehre Grundlagen, S. 110 f.; GUTENBERG  
1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, S. 109; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 157;  
HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 15; JUNG (2009) - Betriebswirtschaftslehre, S. 1140; KERN (1992)  
- Industrielle Produktionswirtschaft, S. 86; KORTZFLEISCH (1990) - Produktionsmethoden, S. 162 f., 842 f.;  
MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 38, 368-371; MELLEROWICZ (1963) - Kosten  
und Kostenrechnung, S. 154 ff.; REICHWALD/ DIETEL (1991) - Produktionswirtschaft, S. 436-438; SCHÄFER  
(1978) - Industriebetrieb, S. 63-79; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11; SCHWEI-  
TZER (1994) - Industriebetriebslehre, S. 187 ff.; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion in Netzwerken,  
S. 88-94., WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation, S. 27-40; WILDEMAN/ SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen,  
S. 390, 1122; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 345 f.

<sup>376</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 10, 22; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 13;  
NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 53; ROSENBERG (1996) - Variantenfertigung, Sp. 2119/ SYDOW/ MÖL-  
LERING (2004) - Produktion in Netzwerken, S. 88-94; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation, S. 26.

<sup>377</sup> Vgl. JUNG (2009) - Betriebswirtschaftslehre, S. 493 f.; WILDEMAN/ SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen,  
S. 390, 1107 f.

<sup>378</sup> Vgl. BERGER (1967) - Organisationstypen, S. 178; BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279 ff.; CORSTEN  
(2007) - Produktionswirtschaft, S. 36 f.; SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb, S. 63-79; SCHNEEWEIß (1989) -  
Einführung Produktionswirtschaft, S. 11.



Merkmale	Merkmalsausprägungen			
	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig	Unbestimmt
Planungshorizont				
Wiederholung	Keine	Begrenzt		Unbegrenzt
Leistungsvielfalt	Heterogen	Heterogen innerhalb Auflage	Homogen innerhalb Auflage	Homogen
Ort der Kundenintegration	Vor Produktion	Während Produktion	Nach Produktion	Keine
Qualifizierung der Arbeitskräfte	Gelernt	Angelehrt		Ungelernt
Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren	Hoch	Mittel		Gering
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend	Gleich mit Überspringen		Gleich ohne Überspringen
Lagerbestand an Fertigerzeugnissen	Gering	Mittel		Hoch
Produktstruktur	Mehrteilig komplex	Mehrteilig einfach		Geringteilig
Produktindividualisierung	Kundenindividuelle Produkte	Kundenindividualisierte Produkte	Standardprodukt mit Varianten	Standardprodukt ohne Varianten
Transportzeit	Lang	Mittel		Kurz

Abb. 3-17: Typ Serienfertigung

Dem Produktionstyp Serienfertigung ist immanent, dass eine Serie gleichartige Grundprodukte umfasst, die jedoch konstruktive Unterschiede aufweisen und somit fertigungstechnische Besonderheiten während des Produktionsprozesses bedingen. Der Prozess ist in der Lage, Kundenwünsche im Rahmen der technischen Möglichkeiten umzusetzen. Das Grundprodukt wird nach kundenspezifischen Vorgaben angepasst. Der Zeitpunkt der Integration des Kunden kann vor dem Produktionsbeginn liegen. Dadurch ist die Serienfertigung imstande, kundenindividualisierte Erzeugnisse zu produzieren, die den Wünschen des realen Kunden entsprechen.<sup>379</sup> Diese Fähigkeit erfüllt einen Anspruch der kundenindi-

<sup>379</sup> Vgl. ADAM (2001) - Produktions-Management, S. 10, 21-24; AGGTELEKY (1990) - Fabrikplanung, S. 478; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 62-64; ARNOLD/ BORCHERT et al. (1977) - Betriebswirtschaft für Ökonomen, S. 611 ff.; BERGER (1967) - Organisationstypen, S. 178; BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279 ff.; BÖHME/ BORGHARDT et al. (1969) - Informationsbuch, S. 85; CORSTEN (2007) - Produktionswirtschaft, S. 36; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb, S. 36 f.; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 131; DOMSCHKE/ SCHOLL (2005) - Betriebswirtschaftslehre Grundlagen, S. 110 f.; GUTENBERG (1983) - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, S. 110; HANSMANN (2001) - Industrielles Management, S. 123 ff.; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 159; HOITSCH (1993) - Produktionswirtschaft, S. 15, 390, 496; JUNG (2009) - Betriebswirtschaftslehre, S. 493; KERN (1992) - Industrielle Produktionswirtschaft, S. 86; KORTZFLEISCH (1990) - Produktionsmethoden, S. 158-161; LÖDDING (2005) - Verfahren der Fertigungssteuerung, S. 97 f.; LUCZAK/ EVERSHEIM (2001) - Produktionsplanung, -steuerung, S. 121; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 38, 368-371; MELLEROWICZ (1963) - Kosten und Kostenrechnung, S. 154 ff.; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung, S. 64 ff.; REFA (1977) - Lexikon Betriebsorganisation, S. 58 ff.; REICHWALD/ DIETEL (1991) - Produktionswirtschaft, S. 436-438; SCHÄFER (1978) - Industriebetrieb, S. 63-79; SCHNEEWEIR (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11, 163; SCHOMBURG (1980) - Betriebstypologisches Instrumentarium, S. 70 f.; SCHUH (2006) - Produktionsplanung und -steuerung, S. 120 ff.; SCHWEITZER (1994) - Industriebetriebslehre, S. 187 ff.; SYDOW/ MÖLLERING (2004) - Produktion in Netzwerken, S. 88-94; TIEDTKE (2007) - Allgemeine BWL, S. 440; WIENDAHL (2008) - Betriebsorganisation, S. 27-40; WILDEMAN/

viduellen Massenproduktion. Industrieunternehmen mit Serienfertigung sind zum Beispiel Unternehmen des Automobilbaus und der Automobilzulieferindustrie. Hinzuzufügen ist noch, dass bei der Implementierung einer Serie der Endpunkt durch eine definierte Menge oder durch den Zeitablauf bestimmt ist. Eine mögliche Wiederauflage erfolgt sehr selten.

Aufgrund dessen, dass bei der Serienfertigung einerseits mehrere Serien auf derselben Produktionsanlage erzeugt werden können und andererseits eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge möglich ist, ist davon auszugehen, dass der zu realisierende Produktionsprozess so effizient gestaltet werden kann, dass das Unternehmen kundenindividualisierte Produkte zu einem Preis anbieten kann, die mit anonymen Standardprodukten konkurrieren. Gleichzeitig werden Erzeugnisse hergestellt, die vom Kunden gewünscht und ausgelöst werden. Somit entspricht dieser Produktionstyp überwiegend den Ansprüchen einer kundenindividuellen Massenproduktion.

Kritisch ist von einigen Autoren die universale Einteilung in Klein-, Mittel- und Großserienfertigung zu werten. ARNOLD et al. sowie DIETRICH und PFEIFER stellen dazu jeweils fest, dass es keine allgemeingültigen, quantitativen Grenzen geben kann und die Einteilung in Abhängigkeit vom betrieblichen Umfeld erfolgen muss<sup>380</sup>. Die Übergänge von der Einzelfertigung zur Kleinserienfertigung sowie von der Großserienfertigung zur Massenfertigung sind dabei fließend.

Zur Vervollständigung der Typisierung des Mengenaspekts sollen die anfangs genannten Sonderformen Chargen-, Partien- und Variantenfertigung ebenfalls charakterisiert und eingeordnet werden. Mittels der Literaturanalyse kann belegt werden, dass eine Zu- bzw. Einordnung der Partienfertigung und Chargenfertigung sehr unterschiedlich erfolgt. Beispielsweise kennzeichnen MELLEROWICZ und BLOHM et al. die Chargenfertigung als Sonderform der Serien- und Sortenfertigung, SCHNEEWEIß ordnet sie nur der Serienfertigung zu. DOLEZALEK und WARNECKE argumentieren, dass Partien- und Chargenfertigung mit der Sor-

---

SCHMIDT (1993) - Fertigungstypen, S. 390, 1107 f.; WÖHE/ DÖRING (2010) - Einführung allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 345 f.

<sup>380</sup> Vgl. ARNOLD/ BORCHERT et al. (1975) - Produktionsprozeß im Industriebetrieb, S. 63; DIETRICH/ PFEIFER (1979) - Produktionsprozeß Industriebetrieb, S. 36.

tenfertigung verwandt sind<sup>381</sup>. Die unbeabsichtigte Verschiedenartigkeit der Erzeugnisse ist bei der Partienfertigung der Verwendung ungleichmäßiger Ausgangsrohstoffe geschuldet, wodurch eine unterschiedliche Güte entstehen kann<sup>382</sup> (z. B. Reinheit bei Diamanten, unterschiedliche Qualitäten bei Naturprodukten wie Tee, Holz oder Metallen). Bei der Chargenfertigung entsteht die Unterschiedlichkeit durch einen nicht vollständig beherrschbaren Produktionsprozess<sup>383</sup> und durch die begrenzte Kapazität der Fertigungsanlage<sup>384</sup> (z. B. Güte bei der Eisenproduktion im Hochofenprozess, Bräunungsgrad von Brot während des Backprozesses). Eine Gleichheit der Leistung kann jeweils nur innerhalb einer Partie oder Charge erzielt werden<sup>385</sup>. Sowohl die Partien- als auch die Chargenfertigung beschreiben nicht den Mengenaspekt eines Produktionsprozesses, sondern eher die Güte der Erzeugnisqualität. Bei der Variantenfertigung handelt es sich genau genommen um eine Sortenfertigung, da Varianten eines Grundprodukts angeboten werden, die in ihrer Summe einer Sorte zuzuordnen sind. Abschließend ist festzustellen, dass die genannten Sonderformen keine eigenständigen Kategorien des Mengenaspekts darstellen. Sie werden in der Arbeit nicht weiter betrachtet.

### 3.3.6 Zusammenfassung zur Typisierung des Mengenaspekts

Die zeitliche und inhaltliche Entwicklung des Sachverhalts Mengenaspekt in der betriebswirtschaftlich relevanten Literatur macht es notwendig, die in diesem Zusammenhang teilweise unterschiedlich, aber auch synonym verwendeten Begriffe voneinander abzugrenzen und die verschiedenen Produktionstypen mittels einer geeigneten Typologie zu charakterisieren.

Die Untersuchung der 30 in der Literatur beschriebenen Merkmale und ihrer Ausprägungen ergibt, dass nur drei Merkmale konstitutiven Charakters sind. Durch den ursächlichen

---

<sup>381</sup> Vgl. BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279; DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 132; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 369; SCHNEEWEIß (1989) - Einführung Produktionswirtschaft, S. 11.

<sup>382</sup> Vgl. DOLEZALEK/ WARNECKE (1981) - Planung von Fabrikanlagen, S. 132; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 158 f.; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 369.

<sup>383</sup> Vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1978) - Datenverarbeitung, S. 128; HEBER/ NOWAK (1933) - Betriebstyp, S. 158; MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 369.

<sup>384</sup> Vgl. BLOHM (2008) - Produktionswirtschaft, S. 279.

<sup>385</sup> Vgl. MELLEROWICZ (1957) - Betriebswirtschaftslehre der Industrie, S. 370.

Zusammenhang zum Mengenaspekt sind die Merkmale Planungshorizont, Wiederholung und Leistungsvielfalt konstitutiv. Diesen steht eine Vielzahl von deskriptiven Merkmalen gegenüber. Die genaue Betrachtung der deskriptiven Merkmalsmenge ergibt, dass sie zum Teil ähnliche Ansatzpunkte verfolgen. Aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen können deshalb bestimmte Merkmale zusammengefasst werden. Andere sind für die Unterscheidung differenzierter Mengenaspekte nicht zweckdienlich und bleiben folglich unbeachtet (z. B. Kapazitätsauslastung, Betriebsmittel). Die geeigneten deskriptiven Merkmale sind Ort der Kundenintegration, Qualifizierung der Arbeitskräfte, Lagerbestand an Verbrauchsfaktoren, technologische Bearbeitungsfolge, Lagerbestand an Fertigerzeugnissen, Produktstruktur und Transport. Das Merkmal Produktindividualisierung wird zusätzlich als ein deskriptives Merkmal ausgewiesen.

Kritisch ist bei der Methode Typologisierung anzumerken, dass zum einen bei der Auswahl geeigneter Merkmale stets der erhobene Untersuchungsblickwinkel das grundlegende Kriterium ist (z. B. Kunde, Produkt oder Produktionsprozess). Zum anderen werden zugunsten der Gesamtdarstellung möglicher Typen irreguläre Ausprägungen vernachlässigt. Im Zusammenhang mit den Analyseschwerpunkten kundenindividuelle Massenproduktion und Produktionsorganisation werden die identifizierten Merkmale als geeignet angesehen. Durch die Bestimmung der jeweiligen Merkmalsausprägungen entsteht eine Typologie, die die Grundlage dafür bildet, die in der Literatur vorherrschenden Produktionstypen Einzel-, Sorten-, Serien- und Massenfertigung größtenteils eindeutig zu charakterisieren. Die eingangs aufgestellte Vermutung, dass die Massenfertigung der Produktionstyp ist, der der kundenindividuellen Massenproduktion entspricht, kann nicht bestätigt werden. Es kann ebenfalls nicht bestätigt werden, dass es sich bei der kundenindividuellen Massenproduktion um einen eigenständigen Produktionstyp handelt.

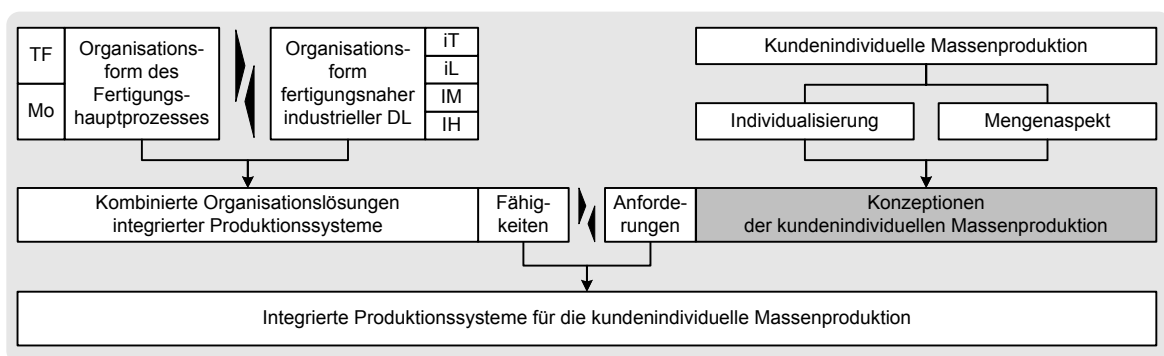
Vielmehr ist als Ergebnis festzustellen, dass einerseits die Charakteristika des Produktionstyps Serienfertigung mit den Ansprüchen der kundenindividuellen Massenproduktion (z. B. kundenindividualisierte Erzeugnisse, effizienter Produktionsprozess, Kundenintegration, Selbstkosten eines vergleichbaren Standardprodukts)<sup>386</sup> übereinstimmen. Anderer-

---

<sup>386</sup> Vgl. BERMAN (2002) - Should your firm adopt, S. 54; BULLINGER/ WAGNER et al. (2003) - Extended user, S. 452; DA SILVEIRA/ BORENSTEIN et al. (2001) - Literature review, S. 2; GÜNTNER/ WILKE et al. (2006) - Produktion individualisierter Produkte, S. 64 f.; HART (1995) - Opportunities and limits, S. 39; SALVADOR/ MAR-

seits wurde herausgearbeitet, dass der Begriff kundenindividualisiert dem Begriff kundenindividuell vorzuziehen ist. Die Auswahlmöglichkeiten bei kundenindividualisierten Produkten unterliegen nicht nur konstruktiven und technisch-technologischen Restriktionen, sondern auch bewussten Einschränkungen seitens des Unternehmens. Dieser Zielkonflikt zwischen Umfang auswählbarer Erzeugniskomponenten und Produktindividualisierung soll der Forderung nachkommen, die Kosten ähnlich wie bei einem Standardprodukt zu gestalten. Demnach ist zu konstatieren, dass der Terminus „kundenindividualisierte Serienproduktion“ den damit geforderten Ansprüchen an Menge und Individualisierung treffsicherer verbalisiert als „kundenindividuelle Massenproduktion“. Diese begrifflichen Differenzen sind mutmaßlich der deutschen Übersetzung des englischen Terminus Mass Customization geschuldet. Der in der deutschen Literatur allgemeingültige Terminus soll mit dieser Arbeit allerdings nicht geändert werden, jedoch ist nun eine Basis hergestellt, um zukünftige Missverständnisse zu vermeiden und adäquate organisatorische Gestaltungsansätze zu finden, die als Fähigkeitsprofile dem Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion bestmöglich entsprechen.

### 3.4 Konzeptionen



Kapitel 3.4: Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

Die durch die Literaturanalyse (vgl. Abschnitt 3.1, ab S. 146) identifizierten Konzeptionen von PILLER<sup>387</sup> sind im deutschsprachigen Raum etabliert und überwiegend akzeptiert:

TIN et al. (2009) - Cracking code of mass customization, S. 71 f.; SLACK (1983) - Flexibility, S. 4; TAO (2009) - Strategic capabilities, S. 303; TU/ VONDEREMBSE et al. (2004) - Manufacturing practices, S. 375; ZIPKIN (2001) - Limits of mass customization, S. 82.

<sup>387</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 152-205; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 225-236.

- Kundenindividuelle End- oder Vorproduktion
- Modularisierung
- Massenhafte Fertigung von Unikaten

Sie werden im folgenden Abschnitt dieser Arbeit näher beschrieben. Auf Basis ihrer Charakterisierungen sind dann Anforderungen an die Organisation ihrer Produktionsprozesse ableitbar.

### **3.4.1 Kundenindividuelle End- oder Vorproduktion**

Voraussetzung für die Konzeptionen kundenindividuelle Endproduktion und kundenindividuelle Vorproduktion ist die Aufteilung des Produktionsprozesses in einen massenhaften und in einen individualisierenden Prozessteil. Aufgrund von Kosteneinsparungen durch Skalen- und Lernkurveneffekte sollte der Anteil des massenhaften Prozessteils überwiegen. Darüber hinaus müssen die individuell zu gestaltenden Produktkomponenten konfigurierbar sein. Die Anforderungen beider Prozessteile werden vermutlich aus Sicht ihrer organisatorischen Gestaltung durch unterschiedliche Organisationsformen umgesetzt. Ob die kundenindividuelle Vorproduktion oder die kundenindividuelle Endproduktion im Unternehmen angewendet wird, ist von den vorherrschenden Rahmenbedingungen und beispielsweise von den zu fertigenden Produkten abhängig.<sup>388</sup>

#### **Kundenindividuelle Endproduktion**

Bei der kundenindividuellen Endproduktion werden unabhängig von bestehenden Kundenaufträgen Grundprodukte massenhaft vorgefertigt. Aus Effizienzgründen sollten möglichst viele Fertigungsstufen auftragsneutral im massenhaften Teil des Produktionsprozesses realisiert werden. Erst in den letzten Stufen wird das Endprodukt abnehmerspezifisch bearbeitet und nach Wunsch des Kunden individualisiert.<sup>389</sup> Weil der Individualisierungszeitpunkt erst so spät wie möglich verwirklicht wird, kann die interne Varietät und damit die Komplexität deutlich reduziert werden. Typisch ist diese Konzeption im Automobilbau,

---

<sup>388</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 154-160. PILLER beschreibt ursprünglich drei Varianten, jedoch entfällt nach der Meinung der Autorin die Variante der individuellen Fertigung im Vertrieb, weil sie genau genommen eine Form der Soft Customization darstellt.

<sup>389</sup> Vgl. auch REIB/ BECK (1995) - Maßgeschneiderte Massenproduktion, S. 14.

weitere Beispiele sind Printprodukte des Unternehmens Iprint und Fernsehgeräte von Metz<sup>390</sup>. Die grafische Darstellung der Prozessaufteilung erfolgt in Abb. 3-18.

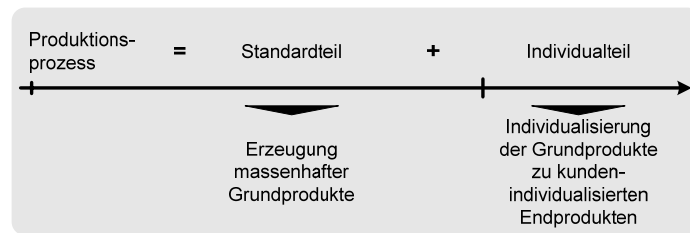


Abb. 3-18: Aufteilung des Produktionsprozesses bei kundenindividueller Endproduktion

### Kundenindividuelle Vorproduktion

Bei der kundenindividuellen Vorproduktion wird zuerst ein kundenspezifisches Basisprodukt hergestellt, anschließend erfolgt die standardisierte Endproduktion. Diese Form der Individualisierung weist gegenüber der kundenindividuellen Endproduktion eine viel höhere interne Komplexität auf. Der Produktionsprozess muss organisatorisch und technisch-technologisch so konzipiert sein, dass alle anfangs gefertigten Basisprodukte im anschließenden Standardteil des Produktionsprozesses mit gleichen Bearbeitungsstationen endgefertigt werden können. In der Bekleidungsindustrie wird diese Konzeption häufig umgesetzt (beispielsweise bei Levis, Lands' End, Dolzer, Adidas)<sup>391</sup>. Abb. 3-19 stellt den Produktionsprozess für eine kundenindividuelle Vorproduktion grafisch dar.

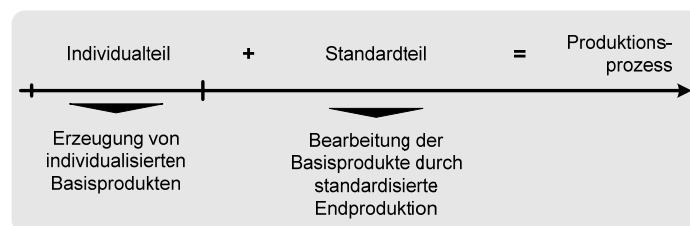


Abb. 3-19: Aufteilung des Produktionsprozesses bei kundenindividueller Vorproduktion

### 3.4.2 Modularisierung

Bei der Modularisierung wird über die Zusammenstellung von standardisierten Modulen und individuellen Modulen ein individualisiertes Endprodukt nach dem Baukastenprinzip

<sup>390</sup> Vgl. MOSER (2007) - Mass customization strategies, S. 161-164; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 371-373.

<sup>391</sup> Vgl. PILLER/ STOTKO (2003) - Mass Customization und Kundenintegration, S. 285.

erzeugt. Ein Modul ist eine unabhängige Einheit kombinierter Elemente. Die Elemente können Einzelteile sowie Baugruppen erster, zweiter oder n-ter Ordnung sein<sup>392</sup>. Die Erfüllung der Voraussetzung, dass die Module über Schnittstellen kompatibel sind, obliegt der Produktgestaltung und der Konstruktion<sup>393</sup>. Es wird eine geringe interne Varietät mit einer hohen externen Varietät verbunden. Somit ist diese Form der Hard Customization die leistungsfähigste hinsichtlich der Beurteilung der Lösung des Varietätsproblems. Anhand des Anteils verbauter Gleichteile und Grundmodule werden nach PILLER vier Formen der Modularisierung unterschieden (vgl. Abb. 3-20).<sup>394</sup>

- Generische Modularisierung
- Quantitative Modularisierung
- Individuelle Modularisierung
- Freie Modularisierung

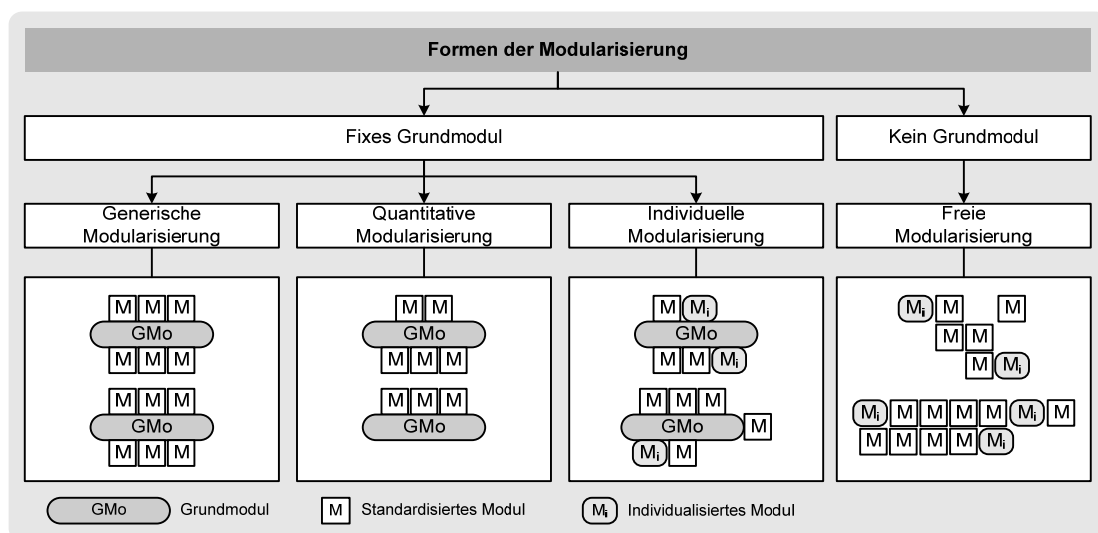


Abb. 3-20: Formen der Modularisierung<sup>395</sup>

### Generische Modularisierung

Die generische Modularisierung charakterisiert die Zusammensetzung von Erzeugnissen aus immer derselben Anzahl von standardisierten Modulen, die jeweils verschiedene Leistungsmerkmale erfüllen. Ein fixes Grundmodul, auch Plattform oder Bus genannt, bildet die Basis, auf der alle benötigten Module aufgebaut werden. Die massengefertigten Stan-

<sup>392</sup> Vgl. NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 685; PETERSEN (2005) - Montage, S. 189.

<sup>393</sup> Vgl. LEVERING (2003) - Komplexitätsmanagement von Investitionsgütern, S. 94-115; PILLER/WARINGER (1999) - Modularisierung in der Automobilindustrie, S. 55-74.

<sup>394</sup> Vgl. PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 181-186.

<sup>395</sup> Nach PILLER (1998) - Kundenindividuelle Massenproduktion, S. 182.



dardmodule werden auftragsunabhängig vorproduziert (Beispiele: Reifen von Continental, Barbiepuppen von Mattel).<sup>396</sup>

### **Quantitative Modularisierung**

Die quantitative Modularisierung ist eine Erweiterung der generischen Modularisierung, weil bei dieser Variante die Anzahl der verwendeten Standardmodule je Erzeugnis variiert. Die Basis bildet wiederum ein Grundmodul und die Produktion der Module erfolgt auftragsunabhängig (Beispiele: Computer von Dell, Küchen von Ikea, Wasseraufbereitungsanlagen von Linel).<sup>397</sup>

### **Individuelle Modularisierung**

Im Rahmen der individuellen Modularisierung wird das System der standardisierten Module um individualisierte Module erweitert. Dies sind einzigartige Module, die nur für einen bestimmten Auftrag erzeugt und montiert werden, beispielsweise Veränderungen im Moduldesign, in der Modulfunktionalität oder in der Passform einzelner Module. Die variierende Anzahl der Module und das Grundmodul bleiben unverändert (Beispiele: Schuhe von Creo, Unterhaltungsliteratur von Your Novel).<sup>398</sup>

### **Freie Modularisierung**

Mit der freien Modularisierung ist die höchste Stufe der modularen Differenzierung erreicht. Durch die freie Kombination von individualisierten und standardisierten Modulen ist eine hohe externe Varietät erreichbar. Es gibt kein Grundmodul sowie keine Beschränkung in der Anzahl der verwendeten Module (Beispiele: Möbelherstellung bei InVIDO, Spielzeugsystem von Lego).<sup>399</sup>

---

<sup>396</sup> Vgl. PILLER/ STOTKO (2003) - Mass Customization und Kundenintegration, S. 116; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 230.

<sup>397</sup> Vgl. PILLER/ STOTKO (2003) - Mass Customization und Kundenintegration, S. 116; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 230.

<sup>398</sup> Vgl. PILLER/ STOTKO (2003) - Mass Customization und Kundenintegration, S. 117; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 230.

<sup>399</sup> Vgl. PILLER/ STOTKO (2003) - Mass Customization und Kundenintegration, S. 115, 117; PILLER (2006) - Mass Customization, S. 230.

### 3.4.3 Massenhafte Fertigung von Unikaten

Die massenhafte Fertigung von Unikaten erfordert ein hohes fertigungstechnisches Niveau des zu gestaltenden Produktionsprozesses. Diese Art der Leistungserstellung verzichtet auf Grundmodule, vor- bzw. endproduzierte Grundprodukte, Vorgaben durch modulare Gestaltung im Baukastenprinzip sowie auf die Teilung des Produktionsprozesses in individualisierte und standardisierte Prozessteile. Grundlegend für die massenhafte Unikatfertigung sind stabile und standardisierte Prozesse, die Verbund- und Skaleneffekte erzielen. Diese Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion spielt in der industriellen Wirklichkeit noch eine eher untergeordnete Rolle. Vor allem aus technisch-technologischen und konstruktiven Limitationen ist gegenwärtig diese Konzeption beschränkt einsetzbar. Durch den zunehmenden Einsatz von generativen Fertigungsverfahren erweitert sich ihr Anwendungsbereich jedoch stetig. Generative Fertigungsverfahren oder auch Rapid-Technologien ermöglichen einen schichtweisen Aufbau von Bauteilen oder Fertigerzeugnissen – beispielsweise werden beim Fertigungsverfahren Lasersintern Pulverwerkstoffe schichtweise aufgeschmolzen, beim Extrudieren werden schichtweise geschmolzene Polymere aufgebracht und beim Laminieren werden schichtweise Glasfaser- oder Kohlefaserverbundstoffe ausgeschnitten und mittels Harzen oder Klebern zusammengefügt<sup>400</sup>. Angewendet wird diese Konzeption unter anderem bei der Herstellung von ohrspezifischen Kopfhörern von Ultimate Ears, Brillen von Indo oder Leichtbaukomponenten für die Raumfahrt von FIT<sup>401</sup>.

Vorteile, Nachteile und Wirkungen der verschiedenen Konzeptionen der Hard Customization werden in Abb. 3-21 vergleichend aufgezeigt.

---

<sup>400</sup> Vgl. BOPP (2010) - Generative Fertigungsverfahren, S. 10 und ZÄH (2006) - Rapid-Technologien, S. 11, 33 ff. Weiter dazu bei ASIABANPOUR/ MOKHTAR et al. (2008) - Rapid manufacturing; GEBHARDT (2007) - Generative Fertigungsverfahren; HEINZL/ HARNISCH et al. (2006) - Fertigung individualisierter Produkte; POPRAWA (2005) - Lasertechnik, S. 225-249; UCKELMANN (2007) - Generative Serienfertigung.

<sup>401</sup> Vgl. PILLER (2006) - Mass Customization, S. 380-388.

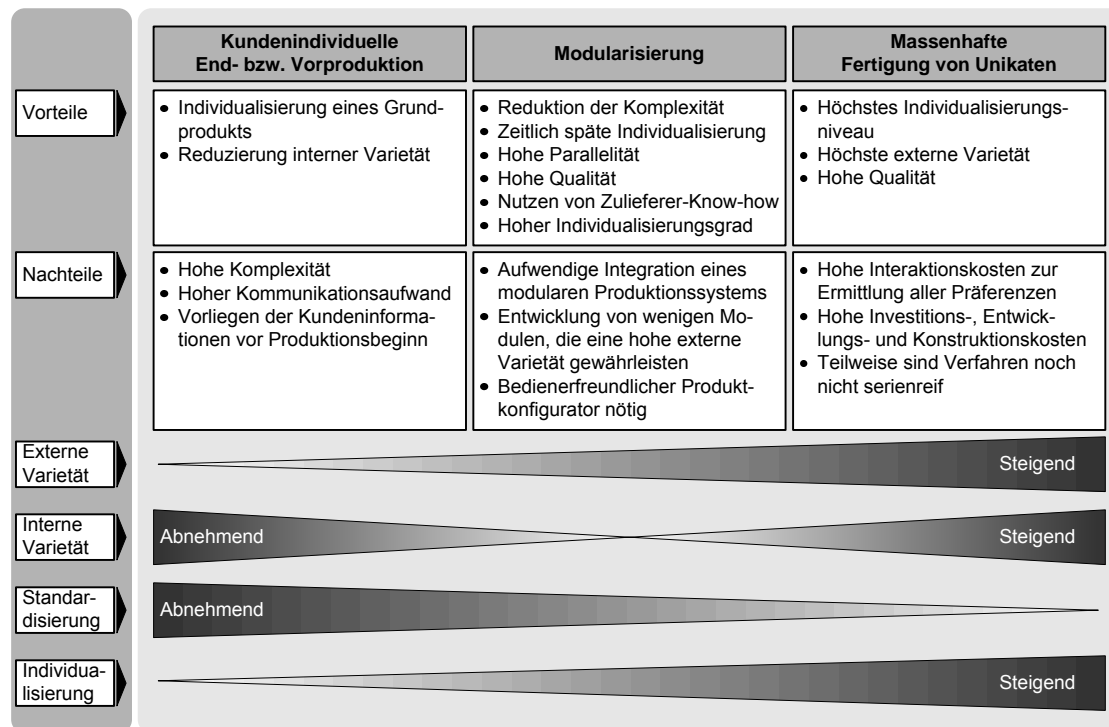


Abb. 3-21: Vorteile, Nachteile und Wirkungen der Konzeptionen der Hard Customization

Eine größtmögliche Individualisierung kann durch die Massenfertigung von Unikaten erreicht werden. Jedoch stehen dem Höchstmaß an externer Varietät hohe Anlagenkosten gegenüber sowie die begrenzte wirtschaftliche Eignung für nur wenige Produkte. Mit der kundenindividuellen End- bzw. Vorproduktion kann eine hohe Standardisierung erreicht werden. Jedoch sind beide Ansätze zur Lösung des Varietätsproblems weniger geeignet. Die beste Konzeption zur Lösung des Varietätsproblems bietet nach PINE die Modularisierung<sup>402</sup>. Mit Hilfe einer relativ geringen Anzahl von Standardmodulen und der Fähigkeit zur Fertigung von individualisierten Modulen ist ein vergleichsweise hohes Maß an Individualisierung (externe Varietät) bei gleichzeitiger vertretbarer interner Varietät erzielbar. Die interne Varietät bedingt die verbleibende Komplexität, die es mittels geeigneter Gestaltungslösungen der Produktionsorganisation so weit wie möglich beherrschbar zu machen gilt. Die Konzeptionen der Hard Customization stellen insgesamt keine konträren Alternativen dar. Vielmehr bieten sie die Möglichkeit, die Produktionsstrukturen und -prozesse so anzupassen, dass der jeweils gewünschte Umfang an Individualisierung, also das Maß an externer Varietät, realisiert werden kann. Häufig kommen die dargestellten Konzeptionen in der Praxis nicht in ihrer Reinform zur Anwendung, sondern werden unter-

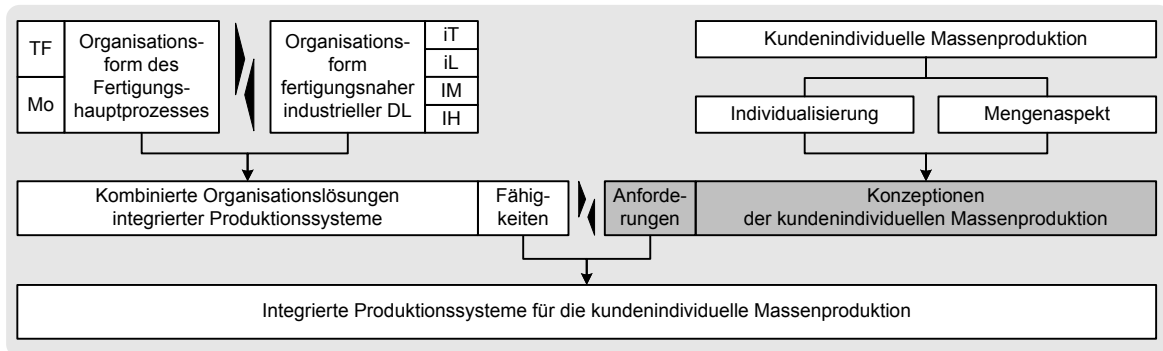
<sup>402</sup> Vgl. PINE (1993) - Mass Customization new frontier, S. 196.

nehmensspezifisch modifiziert und/ oder miteinander verbunden, beispielsweise kann eine modulare Produktstruktur mit einer kundenindividuellen Endfertigung kombiniert werden. Vor diesem Hintergrund kann auch festgestellt werden, dass die kundenindividuelle Massenproduktion kein einheitliches Anforderungsprofil an den Produktionsprozess stellt. Aufgrund der Verschiedenartigkeit ihrer Konzeptionen kann sie keinem der vier Prozesstypen eindeutig zugeordnet werden. Es kann eher davon ausgegangen werden, dass jede hier relevante Konzeption der Hard Customization differenzierte Ansprüche an die organisatorische Gestaltung seines Produktionshauptprozesses und seiner fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen formuliert. Aus Sicht der Produktionsorganisation sind eigens zugeschnittene integrierte Produktionssysteme für die folgenden sieben Konzeptionen zu kreieren:

- Kundenindividuelle Endproduktion
- Kundenindividuelle Vorproduktion
- Generische Modularisierung
- Quantitative Modularisierung
- Individuelle Modularisierung
- Freie Modularisierung
- Massenhafte Fertigung von Unikaten

Um Verkaufspreise von Produkten trotz Individualisierung ähnlich denen eines kundenanonymen Standardprodukts am Markt durchsetzen zu können, ist es entscheidend, dass eine möglichst hohe Kontinuität im Produktionsprozess erzielt wird. Eine hohe Kontinuität setzt abgestimmte Proportionalitäten zwischen den Elementarfaktoren voraus, wodurch unerwünschte Unterbrechungszeiten vermieden werden. Demnach ist diejenige Organisationsform zu ermitteln, die einerseits in der Lage ist, die Anforderungen der jeweiligen Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion an die Produktionsorganisation zu erfüllen, und andererseits auch einen möglichst kontinuierlichen Produktionsprozess realisiert.

### 3.5 Anforderungen an die Produktionsorganisation



Kapitel 3.5: Anforderungen der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion an die Produktionsorganisation

#### 3.5.1 Allgemeine Anforderungen

Die Produktindividualisierung fokussiert grundlegend auf die angebotenen Produkteigenschaften, die sich an den Wünschen der Kunden orientieren. Es sollen Differenzierungsvorteile gegenüber Mitbewerbern erzielt werden. Abhängig vom Quantum der Auswahlmöglichkeiten des Kunden erstreckt sich ein Bereich von Standardprodukten bis hin zu kundenindividuellen Produkten, dazwischen liegen die kundenindividualisierten Produkte. Jede Ausprägung der Produktindividualisierung stellt eigene Anforderungen an die Organisation der beteiligten Produktionsprozesse. Aus Sicht des Mengenaspekts wird das Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion grundlegend durch den Produktionstyp Serienfertigung charakterisiert (vgl. Abb. 3-17, S. 195). Die Serienfertigung steht für größere Stückzahlen eines Grundprodukts, wobei eine Serie durch ein Grundprodukt und seine unterschiedlichen Konfigurationsmöglichkeiten bestimmt wird. Der Produzent definiert für jedes Grundprodukt einen Korridor möglicher Individualisierungsvarianten und zum Teil die Kombinationen der Auswahlmöglichkeiten. Aus dieser Menge wählt der Kunde seine persönliche Produktkonfiguration und stellt ein von ihm spezifiziertes Produkt auf Basis eines Grundprodukts zusammen. Die individualisierten Erzeugnisse liegen in sehr kleinen Stückzahlen bzw. in der Stückzahl eins vor.

Die Prozessgestaltung erfolgt aus Sicht des einzelnen Grundprodukts, das eine Gegenstandsspezialisierung innerhalb des Prozesses und infolgedessen die Zusammenfassung von Arbeitsplätzen zu Kapazitätseinheiten höherer Ordnung ermöglicht. Die organisatorischen Gestaltungsvarianten der Gegenstandsspezialisierung sind einerseits abhängig von den benötigten Fertigungsverfahren und andererseits von der Art und Anzahl der Arbeits-

operationen für die Produktindividualisierung. Diese Aspekte gilt es durch eigenständige Prozessbestandteile so zu gestalten, dass seitens des Grundprodukts eine hohe Kontinuität und seitens der Produktindividualisierung eine hohe Flexibilität erzielt werden kann.

Abhängig vom Einfluss des kapazitätsbildenden Potenzialfaktors, weisen die unterschiedlichen Prozessstufen zwischen Handprozess und vollautomatischem Prozess unterschiedliche Leistungsvermögen auf. Bei Handprozessen steht das Leistungsvermögen der Arbeitskraft im Vordergrund. Bei Maschinenprozessen sind gleichzeitig sowohl Arbeitskräfte als auch Betriebsmittel zur Kapazitätsbildung und Leistungserstellung erforderlich. Bei vollautomatischen bzw. teilautomatisierten Prozessen dominiert das Leistungsvermögen des Betriebsmittels die Kapazitätsbildung. Es ist davon auszugehen, dass ein großes Quantum der Produktindividualisierungen der kundenindividualisierten Serienfertigung durch Maschinenprozesse mit Beteiligung der Arbeitskräfte, zum Teil aber auch durch mechanisierte Handprozesse vollzogen wird. Teil- bzw. vollautomatisch ablaufende Prozesse können beteiligt sein, wenn sie für die Vorfertigung standardisierter Komponenten eingesetzt werden. Im Gegensatz dazu werden Standardprodukte überwiegend mit Hilfe automatischer bzw. teilautomatischer Prozesse erzeugt, bei denen keine Individualisierungsmöglichkeiten gegeben sind. Typischerweise werden solche Prozesse in einer Fließfertigung oder in einer gegenstandsspezialisierten Fertigungsreihe organisiert. Mechanisierte Hand- und Maschinenprozesse finden eher in einer Werkstattfertigung oder in einem gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnitt statt.

Die allgemeinen Anforderungen, die sich aus der Produktindividualisierung an einen Prozess ergeben, sind in Abb. 3-22 aufgeführt.

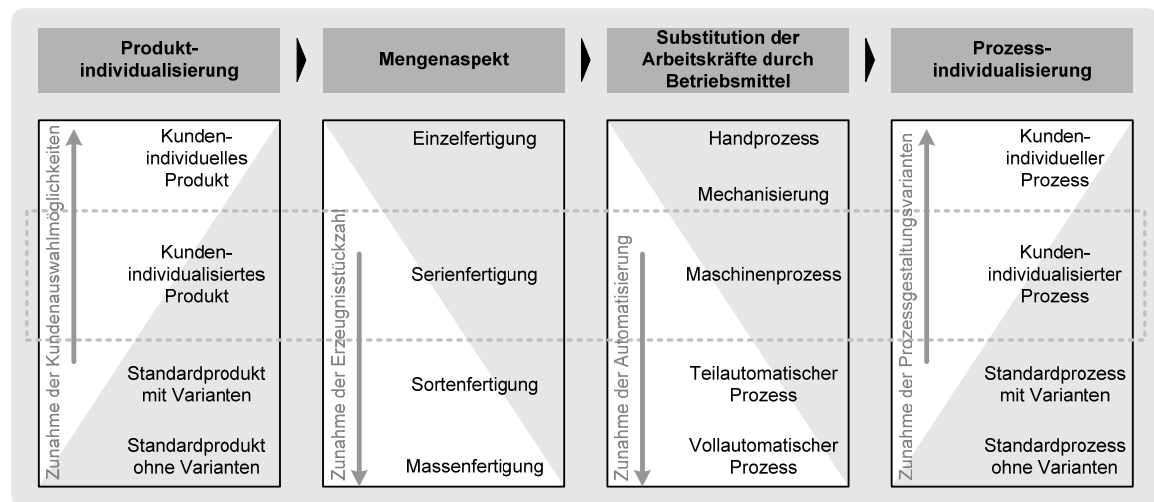


Abb. 3-22: Anforderungen der Produktindividualisierung an den Produktionsprozess

Die kundenindividuelle Massenproduktion stellt vielschichtige Ansprüche an die Prozessgestaltung. Einerseits verlangt die Realisierung der von den Kunden geforderten Individualisierungsvarianten einen kundenindividualisierten Produktionsprozess, der über eine hohe qualitative Flexibilität verfügt. Gleichzeitig sind für die Herstellung der Grundprodukte, auf die die Individualisierungsvarianten aufsetzen, standardisierte Prozesse notwendig, die eine hohe Kontinuität erfordern. Kritisch ist bei dieser Darstellung anzumerken, dass der Bereich der kundenindividualisierten Produkte schwer abgrenzbar ist. Fließende Übergänge erschweren eine genaue Stufeneinteilung. Zusätzlich bestehen branchen-, unternehmens- sowie produktbedingte Unterschiede.

Im Fokus weiterer Betrachtungen stehen kundenindividualisierte Produkte, die mit Hilfe von Maschinenprozessen in Serienfertigung hergestellt werden. Für die ökonomisch sinnvolle Organisation solcher Prozesse sind die Kenntnis immanenter Wirkungszusammenhänge und deren Beherrschung unerlässlich. Für die Durchführung von industriellen Produktionsprozessen wurden bereits derartige Zusammenhänge mit Hilfe von Prozessgesetzmäßigkeiten<sup>403</sup> aufgedeckt. Den dort angesiedelten bisherigen Untersuchungen (z. B. BRILLOWSKI, GUSTMANN/ WOLFF, LUKAS/ OPPITZ, NEUMANN et al., RIMANE/ KLUGE)<sup>404</sup> ist jedoch gemein, dass vordergründig die Planung und Steuerung der Abläufe beherrscht werden soll. Es wurde dabei von einer festgelegten Organisationsstruktur ausgegangen.

<sup>403</sup> Vgl. RIMANE/ KLUGE (1990) - Prozessgesetzmäßigkeiten, S. 23, 25.

<sup>404</sup> Vgl. BRILLOWSKI (1985) - Prozeßgesetzmäßigkeiten; GUSTMANN/ WOLFF (1976) - Wirkungsweise Gesetzmäßigkeiten; LUKAS/ OPPITZ (1983) - Planung, Steuerung und Kontinuität; NEUMANN/ HASSELBACH et al. (1984) - Ökonomie der Produktionsdurchführung; RIMANE/ KLUGE (1990) - Prozessgesetzmäßigkeiten.

Für die Organisation von industriellen Produktionsprozessen sind von unterschiedlichen Autoren Teillösungen aufgezeigt worden (vgl. Abschnitt 2), die in einem ersten Schritt zu einem ganzheitlichen Gestaltungskonzept mit Augenmerk einer hohen Wirtschaftlichkeit zusammengeführt wurden (vgl. Abschnitt 2.4). Anschließend sind für die sieben behandelten Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion – kundenindividuelle End- und Vorproduktion, vier Varianten der Modularisierung und massenhafte Fertigung von Unikaten – wesentliche anforderungsgerechte Organisationsstrukturen zu definieren. Weil sie den Ausgangspunkt für die anschließende Planung und Steuerung bilden, sind sie für die Effizienz ablaufender Produktionsprozesse in der kundenindividuellen Massenproduktion von zentraler Bedeutung. Neben den grundlegend auszunutzenden Potenzialen – vor allem die Kosten- und die Differenzierungsoption sowie die Beziehungsoption (vgl. Abb. 3-1, S. 148) – sind für die einzelnen Konzeptionen markantere Anforderungsprofile darstellbar, die sich an den Merkmalen und Merkmalsausprägungen der vier Prozessstypen orientieren (vgl. Abb. 2-1, S. 13).

### **3.5.2 Anforderungsprofile der Konzeptionen**

#### **3.5.2.1 Anforderungen der kundenindividuellen End- bzw. Vorproduktion**

Die Anforderungsprofile der ersten beiden Konzeptionen kundenindividuelle End- und Vorproduktion werden durch die Splittung des Produktionsprozesses in zwei Teile dominiert. Bei der kundenindividuellen Endproduktion beginnt der Produktionsprozess mit der Herstellung standardisierter Erzeugnisbestandteile (Standardstrecke) und endet mit der Herstellung individualisierter Erzeugnisbestandteile (Individualstrecke). Die Produktindividualisierung wird also am Ende des Produktionsprozesses vorgenommen. Bei der kundenindividuellen Vorproduktion beginnt der Produktionsprozess mit der Herstellung individualisierter Erzeugnisbestandteile (Individualstrecke) und endet mit der Produktion standardisierter Erzeugnisbestandteile (Standardstrecke). Die Produktindividualisierung erfolgt hier am Anfang des Produktionsprozesses. Die Standardstrecken streben die Erfüllung der Kostenoption an, die Individualstrecken die Differenzierungsoption. Für beide Konzeptionen sind jeweils für die Standard- und Individualstrecke eigenständige Organisationslösungen zu finden. Sie sind jedoch nur zusammen in der Lage, die gleichsam geforderte Flexibilität und Kontinuität zu verrichten.



### Anforderungsprofil der kundenindividuellen Endproduktion

Die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion fokussiert auf eine hohe Kontinuität und entspricht mit ihrem Anforderungsprofil tendenziell dem Prozesstyp 4. Speziell ist, dass sie die Merkmalsausprägung Lagerfertigung beim Merkmal Auftragsauslösungsart bedingt. Dies ist bei keinem anderen Anforderungsprofil gegeben. Grund dafür sind die anbieterspezifischen Standardkomponenten, die zahlreich und kundenanonym vorgefertigt und eingelagert werden. Der Individualteil der kundenindividuellen Endproduktion orientiert zur Sicherung der Differenzierungsoption vor allem auf die qualitative Flexibilität. Ihr Anforderungsprofil ist eher dem Prozesstyp 3 zuzuordnen. Die Anforderungsprofile für die kundenindividuelle Endproduktion sind in Abb. 3-23 dargestellt.

Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion					Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion									
Merkmale		Merkmalsausprägungen			Merkmale		Merkmalsausprägungen							
Standardisierungsgrad		KI	StkV	StaV	StoV	Standardisierungsgrad		KI	StkV	StaV	StoV			
Struktur der Erzeugnisse		MTK		MTE	GTE	Struktur der Erzeugnisse		MTK		MTE	GTE			
Auftragsauslösungsart		AF		MIF	LF	Auftragsauslösungsart		AF		MIF	LF			
Produktionstyp		EF		SF	MF	Produktionstyp		EF		SF	MF			
Anteil Fremdbezug		Fu		FgU	Fw	Anteil Fremdbezug		Fu		FgU	Fw			
AF... Auftragsfertigung EF... Einzelfertigung FgU... Fremdbezug in größerem Umfang Fu... Fremdbezug unbedeutend Fw... Fremdbezug weitestgehend GTE... Geringteilige Erzeugnisse					KI... Kundenindividuelle Erzeugnisse LF... Lagerfertigung MF... Massenfertigung MIF... Mischfertigung MTE... Mehrteilig einfache Erzeugnisse					MTK... Mehrteilig komplexe Erzeugnisse SF... Serienfertigung StaV... Standard mit anbieterspezifischen Varianten StkV... Standard mit kundenindividualisierten Varianten StoV... Standard ohne Varianten				

Abb. 3-23: Anforderungsprofil der kundenindividuellen Endproduktion

### Anforderungsprofil der kundenindividuellen Vorproduktion

Die Anforderungen der Prozessteile der kundenindividuellen Vorproduktion sind im Wesentlichen deckungsgleich. Sie tendieren beide zum Prozesstyp 3 (vgl. Abb. 3-24). Die Anforderungen der vorgelagerten Individualstrecke sind eher flexibilitätsorientiert, die der Standardstrecke zielen auf eine hohe Kontinuität ab, um der geforderten Kostenoption gerecht zu werden.

Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion					Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion									
Merkmale		Merkmalsausprägungen			Merkmale		Merkmalsausprägungen							
Standardisierungsgrad		KI	StkV	StaV	StoV	Standardisierungsgrad		KI	StkV	StaV	StoV			
Struktur der Erzeugnisse		MTK		MTE		GTE	Struktur der Erzeugnisse		MTK		MTE		GTE	
Auftragsauslösungsart		AF		MIF		LF	Auftragsauslösungsart		AF		MIF		LF	
Produktionstyp		EF		SF		MF	Produktionstyp		EF		SF		MF	
Anteil Fremdbezug		Fu		FgU		Fw	Anteil Fremdbezug		Fu		FgU		Fw	
AF... Auftragsfertigung EF... Einzelfertigung FgU... Fremdbezug in größerem Umfang Fu... Fremdbezug unbedeutend Fw... Fremdbezug weitestgehend GTE... Geringteilige Erzeugnisse					KI... Kundenindividuelle Erzeugnisse LF... Lagerfertigung MF... Massenfertigung MIF... Mischfertigung MTE... Mehrteilig einfache Erzeugnisse					MTK... Mehrteilig komplexe Erzeugnisse SF... Serienfertigung StaV... Standard mit anbieterspezifischen Varianten StkV... Standard mit kundenindividualisierten Varianten StoV... Standard ohne Varianten				

Abb. 3-24: Anforderungsprofil der kundenindividuelle Vorproduktion

Der Unterschied zwischen den Anforderungen der Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion und der Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion ist im Merkmal Struktur der Erzeugnisse begründet. Es ist davon auszugehen, dass die Erzeugnisse bei der kundenindividuellen Vorproduktion einfacher und weniger komplex sind, als die in der kundenindividuellen Endproduktion. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die im ersten Teil der Vorproduktion hergestellten kundenspezifischen Erzeugnisbestandteile so konstruiert sein müssen, dass sie im zweiten Teil des Produktionsprozesses durch dieselben Fertigungsverfahren endgefertigt werden können.

### 3.5.2.2 Anforderungen der Modularisierung

Die Anforderungsprofile der dritten bis sechsten Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion sind durch die vier Varianten der Modularisierung – generische, quantitative, individuelle und freie Modularisierung – gekennzeichnet. Der Anteil verbauter Standardmodule je Konzeption beeinflusst die Erfüllung der Kostenoption, der Anteil individualisierter Module die der Differenzierungsoption.

Bei der generischen und der quantitativen Modularisierung sowie bei der individuellen und der freien Modularisierung sind die Anforderungsprofile annähernd gleich (vgl. Abb. 3-25).

Generische Modularisierung					Quantitative Modularisierung				
Merkmale	Merkmalsausprägungen				Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV	Standardisierungsgrad	KI	StaV	StaV	StoV
Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE		GTE	Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE		GTE
Auftragsauslösungsart	AF	MIF		LF	Auftragsauslösungsart	AF	MIF		LF
Fertigungstyp	EF	SF		MF	Fertigungstyp	EF	SF		MF
Anteil Fremdbezug	Fu	FgU		Fw	Anteil Fremdbezug	Fu	FgU		Fw

Individuelle Modularisierung					Freie Modularisierung				
Merkmale	Merkmalsausprägungen				Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV	Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV
Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE		GTE	Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE		GTE
Auftragsauslösungsart	AF	MIF		LF	Auftragsauslösungsart	AF	MIF		LF
Fertigungstyp	EF	SF		MF	Fertigungstyp	EF	SF		MF
Anteil Fremdbezug	Fu	FgU		Fw	Anteil Fremdbezug	Fu	FgU		Fw

AF... Auftragsfertigung	KI... Kundenindividuelle Erzeugnisse	MTK... Mehrteilig komplexe Erzeugnisse
EF... Einzelfertigung	LF... Lagerfertigung	SF... Serienfertigung
FgU... Fremdbezug in größerem Umfang	MF... Massenfertigung	StaV... Standard mit anbieterspezifischen Varianten
Fu... Fremdbezug unbedeutend	MIF... Mischfertigung	StkV... Standard mit kundenindividualisierten Varianten
Fw... Fremdbezug weitestgehend	MTE... Mehrteilig einfache Erzeugnisse	StoV... Standard ohne Varianten
GTE... Geringteilige Erzeugnisse		

Abb. 3-25: Anforderungsprofile der Varianten der Modularisierung

Der Anteil individualisierter Module bestimmt im Wesentlichen die Breite des durch den Kunden wählbaren Konfigurationskorridors. Je größer dieser Anteil ist, desto komplexer und mehrteiliger werden vermutlich die Fertigerzeugnisse sein. Wahrscheinlich wird der Anteil des Fremdbezugs ebenfalls mit diesem Anteil nicht standardisierter Module variieren. Auffallend ist, dass alle Modularisierungsvarianten auf einer Mischfertigung basieren. Der Kunde oder der Lagerbestand sind auslösendes Moment der Produktion. Der Kunde bestimmt die Endfertigung des Produkts und das Lager die Vorfertigung von Standardmodulen. Der Anteil an Lagerproduktion wird jedoch mit zunehmender Anzahl an kundenindividualisierten Modulen abnehmen. Die generische Modularisierung kann prinzipiell dem Prozesstyp 4 zugeordnet werden. Die quantitative Modularisierung weist Merkmalsausprägungen des Prozesstyps 3 und 4 auf. Die individuelle Modularisierung vereint die Merkmalsausprägungen des Prozesstyps 2 und 3. Das Anforderungsprofil der freien Modularisierung tendiert eher zum Prozesstyp 2, weil das Fehlen eines einheitlichen Grundmoduls vermutlich zu einem Sinken der Bedeutung des Fremdbezugs führt.

### 3.5.2.3 Anforderungen der massenhaften Fertigung von Unikaten

Die siebte Konzeption massenhafte Fertigung von Unikaten besitzt folgendes Anforderungsprofil (vgl. Abb. 3-26). Es beschreibt Merkmalsausprägungen, die dem Prozesstyp 2 und 3 zugeordnet werden können.

Massenhafte Fertigung von Unikaten				
Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Standardisierungsgrad	KI	StkV	StaV	StoV
Struktur der Erzeugnisse	MTK	MTE	GTE	
Auftragsauslösungsart	AF	MIF	LF	
Produktionstyp	EF	SF	MF	
Anteil Fremdbezug	Fu	FgU	Fw	

AF... Auftragsfertigung  
 EF... Einzelfertigung  
 FgU... Fremdbezug in größerem Umfang  
 Fu... Fremdbezug unbedeutend  
 Fw... Fremdbezug weitestgehend  
 GTE... Geringteilige Erzeugnisse  
 KI... Kundenindividuelle Erzeugnisse  
 LF... Lagerfertigung  
 MF... Massenfertigung  
 MIF... Mischfertigung  
 MTE... Mehrteilig einfache Erzeugnisse  
 MTK... Mehrteilig komplexe Erzeugnisse  
 SF... Serienfertigung  
 StaV... Standard mit anbieterspezifischen Varianten  
 StkV... Standard mit kundenindividualisierten Varianten  
 StoV... Standard ohne Varianten

Abb. 3-26: Anforderungsprofil der massenhaften Fertigung von Unikaten

Gemein ist allen dargestellten Anforderungsprofilen, dass sie dem Produktionstyp Serienfertigung entsprechen. Die Ausprägung Sortenfertigung des Merkmals Produktionstyp wurde in der zugrunde liegenden Prozesstypendarstellung von ZOPFF nicht aufgeführt. Er zeigte nur die Einzel-, Serien- und Massenfertigung als Produktionstypen auf<sup>405</sup>. Nach den jetzigen Erkenntnissen ist auch die Sortenfertigung eine berechtigte Ausprägung des Merkmals Produktionstyp. Für den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit – Organisation der Produktion von kundenindividualisierten Erzeugnissen – kann diese Erkenntnis jedoch vernachlässigt werden, da auch festgestellt wurde, dass es sich bei der kundenindividuellen Massenproduktion stets um eine Serienfertigung handelt. Die einzigen Anforderungen, die dem Charakter einer Sortenfertigung zugeordnet werden könnten, sind die der Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion sowie die der generischen und quantitativen Modularisierung. Die Vorproduktion von Standardkomponenten könnte in Sortenfertigung koordiniert werden.

Zusammenfassend stellt Abb. 3-27 die Einteilung der Anforderungsprofile der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion nach den wesentlichen Prozesstypen dar. Die insgesamt neun definierten Anforderungsprofile der Konzeptionen lassen sich zu den Prozesstypen 2, 3 und 4 zuordnen. Der Prozesstyp 1 charakterisiert keine Konzeption. Das

<sup>405</sup> Vgl. ZOPFF (2005) – Informationsmanagement KMU, S. 63 f.

ist vor allem darauf zurückzuführen, dass er nicht auf den geforderten Mengenaspekt ausgerichtet ist und eher auf eine Verfahrensspezialisierung orientiert.

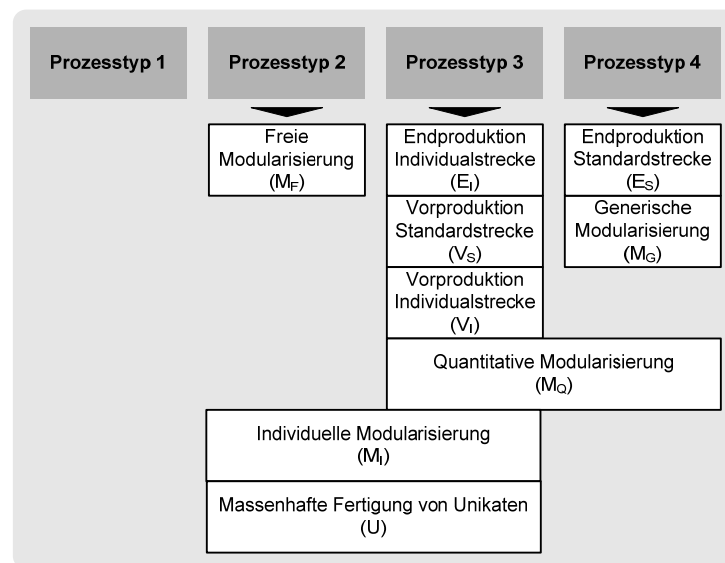
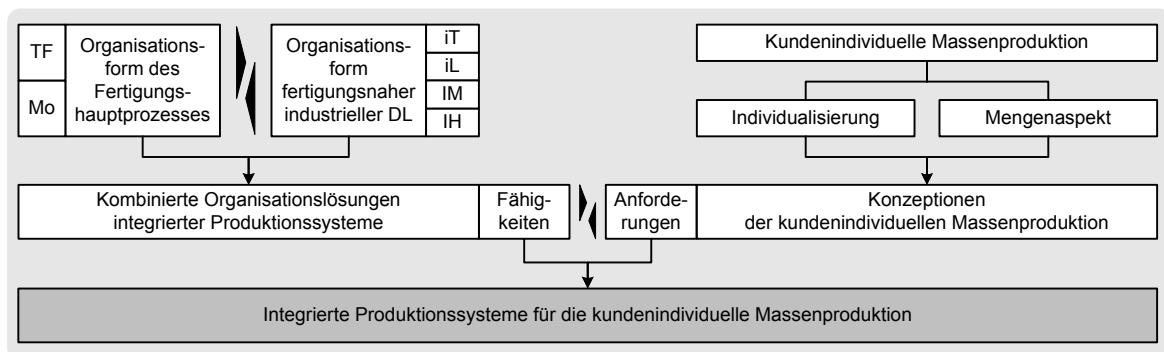


Abb. 3-27: Zuordnung der Konzeptionen zu den Prozessstypen

## 4 Integrierte Produktionssysteme ausgewählter Konzeptionen kundenindividueller Massenproduktion



Kapitel 4: Integrierte Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion

### 4.1 Vorbemerkungen

Die Gestaltung von Produktionsprozessen für die kundenindividuelle Massenproduktion – insbesondere deren Organisation – muss sicherstellen, dass die gestellten Anforderungen an arbeitsteilige Produktionsprozesse auf einem hohen technischen und wirtschaftlichen Niveau realisiert werden können. Passgerechte Organisationslösungen für die Produktion, die den spezifischen Anforderungen der unterschiedlichen Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion entsprechen, wurden bisher nicht entwickelt. Im Ergebnis dieser Untersuchung wird aus Sicht der Organisation ein integriertes Produktionssystem für jedes Anforderungsprofil der kundenindividuellen Massenproduktion empfohlen, dass den differenzierten Ansprüchen über alle beteiligten Teilprozesse bestmöglich entspricht.

Ausgangspunkt für die organisatorische Gestaltung anforderungsgerechter integrierter Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion sind die Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse. Zum einen bilden sie die Grundlage der integrierten Produktionssysteme und werden durch die Teilprozesse der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen unterstützt (vgl. Abschnitt 2.4, S. 141). Zum anderen basiert die Bildungsweise ihrer Organisationsformen größtenteils auf denselben räumlichen (Werkstatt-, Gruppen-, Reihen- und Einzelplatzprinzip) und zeitlichen Organisationsprinzipien (ohne Weitergabe, Reihen-, Parallel- und kombinierter Verlauf), wie in den Abschnitten 2.2.1.1 (S. 18) und 2.2.2.1 (S. 36) dargestellt.

In einem ersten Schritt wird grundlegend erarbeitet, welche räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung theoretisch in der Lage sind, den Ansprüchen der relevanten Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion gerecht zu werden. Zur Beurteilung dienen die schon gewählten Merkmale zur Charakterisierung der Organisationsformen – Menge identischer Teile, Proportionalität der Zeitbedarfe zwischen den Arbeitsplätzen, Kontinuität, Flexibilität und technologische Bearbeitungsfolge (vgl. Abb. 2-9, S. 25). Darauf aufbauend können aus den sinnvollen Kombinationen der identifizierten Organisationsprinzipien für die neun Anforderungsprofile der Konzeptionen anforderungsgerechte klassische und moderne Organisationsformen der Teilefertigung und der Montage gebildet werden. Dies bietet auf der Grundlage von Kapitel zwei die Möglichkeit der Zuordnung fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen und damit die Identifikation kombinierter Organisationslösungen integrierter Produktionssysteme.

## **4.2 Konzeptionsgerechte Organisationsprinzipien der Teilefertigung**

### **4.2.1 Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die kundenindividuelle Endproduktion**

Wie in Abschnitt 3.4.1, S. 200 angeführt, wird bei dieser Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion eine Produktart in wenigen Varianten kundenanonym in einem Standardteil des Produktionsprozesses vorgefertigt. In dem sich anschließenden Individualteil werden die massenhaften Grundprodukte nach kundenspezifischen Ansprüchen endgefertigt. Aus ökonomischen Gründen sollte die auftragsneutrale Standardstrecke mehr Fertigungsstufen umfassen als die Individualstrecke. Typischerweise wird diese Konzeption im Automobilbau angewendet. Die jeweiligen Standard- bzw. Individualstrecken der kundenindividuellen End- bzw. Vorproduktion stellen unterschiedliche Anforderungen an den Produktionsprozess, so dass sie getrennt voneinander analysiert werden.

#### **Standardstrecke**

Mit Hilfe der Standardstrecke werden kundenanonyme, identische Grundprodukte in großen Stückzahlen erzeugt. Alle zu fertigenden Teile werden mit denselben Fertigungsverfahren auf denselben Bearbeitungsstationen gefertigt. Dies bedingt die räumliche Anordnung der Arbeitsplätze nach Abfolge der notwendigen Arbeitsgänge. Die zu bearbei-

tenden Teile können über eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge ohne Überspringen von Arbeitsplätzen weitergegeben werden. Dadurch entstehen weitgehend gleich große aber auch schwankende Kapazitätsbedarfe, die an die Bearbeitungsstationen gerichtet sind. Durch die entsprechende Gestaltung der Kapazitätsangebote wird eine hohe Proportionalität erzielt. Das ermöglicht einen hoch kontinuierlichen Produktionsprozess. Diese Anforderungen können vornehmlich erfüllt werden durch (vgl. Abb. 4-1)

- das räumliche Organisationsprinzip
  - Reihenprinzip und durch
- das zeitliche Organisationsprinzip
  - Parallelverlauf.

Anforderungen der Standardstrecke kundenindividueller Endproduktion		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Groß	Räumlich	Werkstattprinzip <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Vorhanden		Gruppenprinzip <input type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Ja		Reihenprinzip <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Nein		Einzelplatzprinzip <input type="radio"/>
Technologische Bearbeitungsfolge	Gleich ohne Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf <input type="radio"/>
			Kombinierter Verlauf <input type="radio"/>
			Parallelverlauf <input checked="" type="radio"/>
			Ohne Weitergabe <input type="radio"/>

☒ Anforderungen erfüllt  
☐ Anforderungen teilweise erfüllt  
☐ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-1: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion

### Individualstrecke

Die Individualstrecke ist der Standardstrecke nachgelagert. Durch die Individualisierung der Grundprodukte nimmt das Quantum an identischen Teilen ab. Abhängig vom Produkt und von den Konfigurationsmöglichkeiten kann diese Menge bis auf die Losgröße eins zurückgehen. Je kleiner die Mengen identischer Teile sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass keine gleich großen Kapazitätsbedarfe an den einzelnen Arbeitsstationen auftreten. Im Gegensatz zur Standardstrecke steht hier die Flexibilität des Prozesses im Vordergrund. Die Breite der durch die Kunden wählbaren Konfigurationsmöglichkeiten definiert unterschiedliche Fertigungsverfahren, die zum Einsatz kommen könnten, so dass nicht stets alle Bearbeitungsstationen für alle Fertigungsaufträge benötigt werden. Die variierende und die gleiche technologische Bearbeitungsfolge mit Überspringen ermöglichen unterschiedliche Arbeitsplatzreihenfolgen zur Erfüllung der Fertigungsaufträge. Abhängig



vom durchzusetzenden Mengenaspekt und von der Integrierbarkeit der notwendigen Fertigungsverfahren sind diese flexibilitätsorientierten Anforderungen grundsätzlich umsetzbar durch (vgl. Abb. 4-2)

- die räumlichen Organisationsprinzipien
  - Gruppenprinzip,
  - Reihenprinzip und
  - Einzelplatzprinzip sowie durch
- die zeitlichen Organisationsprinzipien
  - kombinierter Verlauf und
  - Prinzip ohne Weitergabe.

Anforderungen der Individualstrecke kundenindividueller Endproduktion		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel bis klein	Räumlich	Werkstattprinzip ○
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Nicht vorhanden		Gruppenprinzip ◐
Forderung nach Kontinuität	Nein		Reihenprinzip ●
Forderung nach Flexibilität	Ja		Einzelplatzprinzip ◐
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend, gleich mit Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf ○
			Kombinierter Verlauf ●
			Parallelverlauf ○
			Ohne Weitergabe ◐

● Anforderungen erfüllt  
 ◐ Anforderungen teilweise erfüllt  
 ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-2: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion

Aus Sicht der Produktivität sollte das Primat auf der Realisierung des Reihenprinzips und des kombinierten Verlaufs liegen, weil beide Prinzipien auf die Reduzierung von kostenverursachenden Unterbrechungszeiten fokussieren. Die anderen drei Organisationsprinzipien (Gruppen-, Einzelplatzprinzip und ohne Weitergabe) sind weitere Gestaltungsoptionen, die den Anforderungen der betrachteten Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion teilweise und/ oder unter bestimmten Bedingungen gerecht werden können. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn die technisch-technologisch benötigten Fertigungsverfahren in eine Bearbeitungsstation integrierbar sind oder wenn die räumliche Nähe der Betriebsmittel bedeutsamer ist als die Art ihrer Anordnung. Vor allem dann, wenn aus Sicht der Flexibilität Vorteile zu erwarten sind, sollten diese Organisationsprinzipien zum Einsatz kommen.

## 4.2.2 Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die kundenindividuelle Vorproduktion

### Individualstrecke

Bei der kundenindividuellen Vorproduktion (vgl. Abschnitt 3.4.1, S. 201) werden im ersten Teil des Produktionsprozesses, auf der Individualstrecke, unfertige Produkte nach kundenspezifischen Wünschen hergestellt (beispielsweise in der Textilindustrie). Aufgrund der zu erwartenden kleinen bis mittleren Mengen identischer Teile werden keine bzw. nur eingeschränkte Proportionalitäten zwischen den Kapazitätsbedarfen und den Kapazitätsangeboten an den anzulaufenden Arbeitsplätzen vorliegen. Die Forderung nach Kontinuität wird durch die Forderung nach Flexibilität deutlich dominiert. Sowohl die gleiche technologische Bearbeitungsfolge mit Überspringen als auch die variierende technologische Bearbeitungsfolge sind in der Lage, diesen Ansprüchen gerecht zu werden. Welche Variante der Bearbeitungsfolge bevorzugt werden sollte, ist vor allem abhängig von der Produktart, dem Umfang wählbarer Spezifikationsmerkmale und dem angestrebten Mengenaspekt. Die Organisationsprinzipien, die dieses bestmöglich leisten können sind (vgl. Abb. 4-3)

- die räumlichen Organisationsprinzipien
  - Gruppenprinzip,
  - Reihenprinzip und
  - Einzelplatzprinzip sowie
- die zeitlichen Organisationsprinzipien
  - kombinierter Verlauf und
  - Prinzip ohne Weitergabe.

Anforderungen der Individualstrecke kundenindividueller Vorproduktion		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel bis klein	Räumlich	Werkstattprinzip ○
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Nicht vorhanden		Gruppenprinzip ●
Forderung nach Kontinuität	Nein		Reihenprinzip ●
Forderung nach Flexibilität	Ja		Einzelplatzprinzip ●
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend, gleich mit Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf ○
			Kombinierter Verlauf ●
			Parallelverlauf ○
			Ohne Weitergabe ●

● Anforderungen erfüllt  
 ● Anforderungen teilweise erfüllt  
 ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-3: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion

Wie auch schon bei der Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion sollte die Umsetzung des Reihenprinzips und des kombinierten Verlaufs angestrebt werden. Sie zielen gegenüber den anderen drei Organisationsprinzipien am stärksten auf die Reduzierung und Vermeidung von Unterbrechungszeiten ab, weshalb sie die wirtschaftlicheren Alternativen darstellen. Insbesondere dann, wenn ein höheres Flexibilitätspotenzial erforderlich ist, oder wenn in Abhängigkeit von der Produktart bzw. vom wählbaren Konfigurationsspektrum und den notwendigen Fertigungsverfahren ein anderes Organisationsprinzip den Vorrang haben sollte, kann auch dieses umgesetzt werden.

### **Standardstrecke**

Mit Hilfe der sich anschließenden Standardstrecke werden die kundenspezifischen Fertigungsaufträge massenhaft endgefertigt. Aufgrund der bereits erfolgten Produktindividualisierung ist anzunehmen, dass nicht alle zu bearbeitenden Teile dieselben Fertigungsverfahren in derselben Reihenfolge benötigen. Weil jedoch die Standardstrecke den größeren Teil des Produktionsprozess ausmachen sollte, ist die Durchsetzung einer hohen Kontinuität von größerer Bedeutung als die Realisierung breiter Konfigurationsmöglichkeiten. Zur Erfüllung der gestellten Anforderungen ist eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge mit Überspringen anzustreben. Bei bestimmten Produktarten und Konfigurationsmöglichkeiten könnte die flexiblere variierende technologische Bearbeitungsfolge erforderlich sein. Einsetzbare Organisationsprinzipien sind (vgl. Abb. 4-4)

- die räumlichen Organisationsprinzipien
  - Gruppenprinzip,
  - Reihenprinzip und
  - Einzelplatzprinzip sowie
- die zeitlichen Organisationsprinzipien
  - kombinierter Verlauf und
  - Prinzip ohne Weitergabe.

Anforderungen der Standardstrecke kundenindividueller Vorproduktion		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel	Räumlich	Werkstattprinzip <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Bedingt vorhanden		Gruppenprinzip <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Ja		Reihenprinzip <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Nein		Einzelplatzprinzip <input checked="" type="radio"/>
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend, gleich mit Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf <input type="radio"/>
			Kombinierter Verlauf <input checked="" type="radio"/>
			Parallelverlauf <input type="radio"/>
			Ohne Weitergabe <input checked="" type="radio"/>

☒ Anforderungen erfüllt  
☒ Anforderungen teilweise erfüllt  
☐ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-4: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion

Mit der Gestaltung der Standardstrecke nach dem Reihenprinzip und dem Prinzip des kombinierten Verlaufs kann der Forderung nach einer hohen Kontinuität am ehesten entsprochen werden. Die Anordnung der Bearbeitungsstationen nach dem Gruppenprinzip verursacht in der Regel längere Warte- und Stillstandszeiten, so dass die Forderung nach einer hohen Kontinuität nicht gänzlich durch dieses Organisationsprinzip erfüllt werden kann. Das Prinzip ohne Weitergabe und das Einzelplatzprinzip können nur unter der Bedingung der Integrierbarkeit weitgehend aller Fertigungsverfahren angewendet werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass durch diese Voraussetzung das Erreichen des gewünschten Mengenaspekts für die Standardstrecke gehemmt wird, ist unter Umständen gegeben.

#### 4.2.3 Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die Modularisierung

Die vier Varianten der Modularisierung (vgl. Abschnitt 3.4.2, S. 201) stellen aufgrund abweichender Modulanzahl und -arten abgestufte Anforderungen an den Produktionsprozess, so dass vermutlich unterschiedliche räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien zu Gestaltung eingesetzt werden müssen (vgl. Abb. 4-5).

	Varianten der Modularisierung			
	Generisch	Quantitativ	Individuell	Frei
Grundmodul	Ja	Ja	Ja	Nein
Anzahl Standardmodule	Definiert	Nicht definiert	Nicht definiert	Nicht definiert
Individualisierte Module	Keine	Keine	Möglich	Möglich

Abb. 4-5: Modulanzahl und -arten bei den Modularisierungsvarianten

### Generische Modularisierung

Bei der generischen Modularisierung erfolgt der Aufbau einer konstanten Anzahl von Standardmodulen auf ein Grundmodul in relativ großen Mengen identischer Teile. Dies bewirkt ähnlich große Zeitbedarfe je Arbeitsplatz, wodurch einerseits hohe Proportionalitäten entstehen und andererseits die sofortige Weitergabe der Teile nach ihrer Bearbeitung ermöglicht wird. Ein hohes Maß an Kontinuität ist erzielbar. Die eng gehaltenen Konfigurationsmöglichkeiten und die stets gleiche Standardmodulanzahl erlauben die Anordnung der Betriebsmittel in einer festen Reihenfolge unter der Voraussetzung, dass alle Arbeitsplätze für die Bearbeitung aller Fertigungsaufträge notwendig sind. Es ist eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge ohne Überspringen grundlegend. Passgerechte Organisationsprinzipien für die genannten Ansprüche sind (vgl. Abb. 4-6)

- das räumliche Organisationsprinzip
  - Reihenprinzip und
- das zeitliche Organisationsprinzip
  - Parallelverlauf.

Anforderungen der generischen Modularisierung		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Groß	Räumlich	Werkstattprinzip <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Vorhanden		Gruppenprinzip <input type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Ja		Reihenprinzip <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Nein		Einzelplatzprinzip <input type="radio"/>
Technologische Bearbeitungsfolge	Gleich ohne Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf <input type="radio"/>
<div>● Anforderungen erfüllt</div> <div>◐ Anforderungen teilweise erfüllt</div> <div>○ Anforderungen nicht erfüllt</div>			Kombinierter Verlauf <input type="radio"/>
			Parallelverlauf <input checked="" type="radio"/>
			Ohne Weitergabe <input type="radio"/>

Abb. 4-6: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die generische Modularisierung

### Quantitative Modularisierung

Auch bei der quantitativen Modularisierung werden nur Standardmodule verbaut, jedoch kann ihre Anzahl je Fertigungsauftrag variieren. Dadurch wird gegenüber der generischen Modularisierung der Anteil identischer Teile sinken. Je stärker die Anzahl der Module schwankt, desto kleiner werden vermutlich die Mengen identischer Teile sein. Eine sinkende Homogenität bei den Bauteilen wird in der Regel zu Disproportionen zwischen Kapazitätsbedarf und Kapazitätsangebot je Arbeitsplatz führen. Eine sofortige Teileweitergabe wird aus diesem Grunde kaum realisierbar sein. Das bedingt eine abnehmende Kon-

tinuität im Produktionsablauf. Der Kontinuitätsanspruch ist dennoch größer als die Forderung nach Flexibilität. Das ist dadurch begründet, dass sich die Produktindividualisierung allein auf die Konfigurationsmöglichkeiten vorgegebener Standardmodule beschränkt. Eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge mit Überspringen von Bearbeitungsstationen ermöglicht diese mengenmäßige Differenzierung der Modulanzahl. Folgerichtige Organisationsprinzipien für die Gestaltung der quantitativen Modularisierung sind (vgl. Abb. 4-7)

- das räumliche Organisationsprinzip
  - Reihenprinzip und
- das zeitliche Organisationsprinzip
  - kombinierter Verlauf.

Anforderungen der quantitativen Modularisierung		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Groß bis mittel	Räumlich	Werkstattprinzip <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Bedingt vorhanden		Gruppenprinzip <input type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Ja		Reihenprinzip <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Nein		Einzelplatzprinzip <input type="radio"/>
Technologische Bearbeitungsfolge	Gleich mit Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf <input type="radio"/>
			Kombinierter Verlauf <input checked="" type="radio"/>
			Parallelverlauf <input type="radio"/>
			Ohne Weitergabe <input type="radio"/>

☒ Anforderungen erfüllt  
☐ Anforderungen teilweise erfüllt  
☐ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-7: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die quantitative Modularisierung

### Individuelle Modularisierung

Bei der individuellen Modularisierung werden die standardisierten Module um individualisierte Module ergänzt. Sie werden jeweils für einen bestimmten Fertigungsauftrag angefertigt. Je nach Art und Umfang der individualisierten Module wird es wahrscheinlich notwendig sein, diese Module in sehr kleinen Mengen identischer Teile bzw. in der Losgröße eins in einer gesonderten Organisationseinheit vorzufertigen. Hier sollte das Augenmerk auf der Forderung nach Flexibilität liegen, was durch die Realisierung einer variierenden technologischen Bearbeitungsfolge erfüllt werden kann. Das Zuführen der individualisierten Module und die Endfertigung aller Module aufbauend auf ein Grundmodul sollten in einer gleichen technologischen Bearbeitungsfolge mit Überspringen organisiert sein. Dadurch ist es möglich, trotz der Einbindung sehr spezieller Kundenwünsche ein ge-

wisses Maß an Kontinuität zu erreichen. Zur Umsetzung der gestellten Anforderungen bieten sich insbesondere (vgl. Abb. 4-8)

- die räumlichen Organisationsprinzipien
  - Gruppenprinzip,
  - Reihenprinzip und
  - Einzelplatzprinzip sowie
- die zeitlichen Organisationsprinzipien
  - Reihenverlauf,
  - kombinierter Verlauf und
  - Prinzip ohne Weitergabe an.

Anforderungen der individuellen Modularisierung		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Klein bis 1	Räumlich	Werkstattprinzip ○
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Nicht vorhanden		Gruppenprinzip ●
Forderung nach Kontinuität	Nein/ Ja		Reihenprinzip ●
Forderung nach Flexibilität	Ja/ Nein		Einzelplatzprinzip ●
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend, gleich mit Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf ●
			Kombinierter Verlauf ●
			Parallelverlauf ○
			Ohne Weitergabe ●

● Anforderungen erfüllt  
 ● Anforderungen teilweise erfüllt  
 ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-8: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die individuelle Modularisierung

Für die Organisation eines kontinuierlichen Produktionsprozesses ist die Umsetzung des Reihenprinzips und des kombinierten Verlaufs anzustreben. Alle anderen Organisationsprinzipien stellen zusätzliche Gestaltungsvarianten dar, die jedoch – wie schon bei der Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion erläutert – entweder die gestellten Anforderungen vor allem aus Sicht der Kontinuität nur zum Teil erfüllen (Gruppen- und Reihenprinzip) oder aus Sicht der Technologie spezielle Voraussetzungen beanspruchen (Einzelplatzprinzip und Prinzip ohne Weitergabe).

### Freie Modularisierung

Die freie Modularisierung ist dadurch gekennzeichnet, dass kein Grundmodul als Basis des zu fertigenden Produkts zur Verfügung steht. Diese Bedingung legt die Vermutung nahe, dass die benötigten Betriebsmittel in keiner für alle Fertigungsaufträge einheitlichen Reihenfolge aufgestellt werden können. Infolgedessen ist davon auszugehen, dass die variie-

rende technologische Bearbeitungsfolge überwiegend einzusetzen ist. Der Forderung nach Flexibilität kann dadurch sehr gut entsprochen werden. Aufgrund des breiten Spektrums an Konfigurationsmöglichkeiten und der vermuteten Losgröße eins werden nur sehr kleine Mengen identischer Teile produziert. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass durch die Losgröße eins und die daraus resultierenden unterschiedlichen Zeitbedarfe keine kapazitiven Proportionalitäten an den Arbeitsplätzen vorliegen. Es ist weiterhin davon auszugehen, dass die Heterogenität der Fertigungsaufträge lange Unterbrechungszeiten verursachen und eine geringe Kontinuität die Folge davon ist. Die praktische Anwendbarkeit dieser Variante der Modularisierung wird derzeit noch als gering eingeschätzt. Sie ist beispielsweise stark abhängig von den einzusetzenden Fertigungsverfahren und deren technischen Restriktionen<sup>406</sup>, den Produkteigenschaften und der Gestaltung von Schnittstellen zwischen den einzelnen Modulen. Den flexibilitätsorientierten Anforderungen der freien Modularisierung können prinzipiell durch (vgl. Abb. 4-9)

- die räumlichen Organisationsprinzipien
  - Gruppenprinzip und
  - Einzelplatzprinzip sowie durch
- die zeitlichen Organisationsprinzipien
  - Reihenverlauf,
  - kombinierter Verlauf und
  - Prinzip ohne Weitergabe erfüllt werden.

Anforderungen der freien Modularisierung		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Sehr klein	Räumlich	Werkstattprinzip ○
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Nicht vorhanden		Gruppenprinzip ●
Forderung nach Kontinuität	Nein		Reihenprinzip ○
Forderung nach Flexibilität	Ja		Einzelplatzprinzip ●
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend	Zeitlich	Reihenverlauf ●
			Kombinierter Verlauf ◐
			Parallelverlauf ○
			Ohne Weitergabe ●

● Anforderungen erfüllt  
 ◐ Anforderungen teilweise erfüllt  
 ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-9: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die freie Modularisierung

<sup>406</sup> Vgl. PILLER (2006) - Mass Customization, S. 230.



Das Gruppenprinzip kann am ehesten die Forderung nach großer Flexibilität erfüllen. Die räumliche Nähe der Bearbeitungsstationen erlaubt verschiedene Arbeitsgangfolgen mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren. Durch die konzentrierte Anordnung der Arbeitsplätze entstehen kurze Wege, wodurch die Reduzierung der langen Unterbrechungszeiten durch Transporte auf ein wirtschaftlicheres Maß begünstigt wird. Trotz der hohen Flexibilität ist dadurch ein gewisses Maß an Kontinuität erreichbar.

Bei der Losgröße eins ist die Teileweitergabe zwischen den Arbeitsstationen nach dem Reihenverlauf gestattet. Faktisch entspricht er dann einem Parallelverlauf, jedoch kann nur der Reihenverlauf die variierenden technologischen Bearbeitungsfolgen umsetzen.

Der kombinierte Verlauf ist dann wirtschaftlich, wenn trotz des hohen Flexibilitätsanspruchs ein bestimmtes Maß an Kontinuität angestrebt wird. Die größere durchsetzbare Stückzahl ist ebenfalls von Vorteil. Hinderlich ist demgegenüber das notwendige Zusammenfassen gleichartiger Teile zu Teillosten. Vermutlich werden jedoch die Fertigungsaufträge umso heterogener sein, je größer das vom Kunden wählbare Konfigurationsspektrum ist. Mit zunehmender Heterogenität wird tendenziell das Bilden von Teillosten schwieriger.

Das Einzelplatzprinzip und das Prinzip ohne Weitergabe sind unter der Prämisse einsetzbar, dass alle notwendigen Fertigungsverfahren im Einzelplatzprinzip integriert werden können. Die begrenzten Einsatzmöglichkeiten dieser Modularisierungsvariante lassen die Vermutung zu, dass, wenn ein Produkt mit Hilfe der freien Modularisierung produziert werden soll, spezielle Bearbeitungsstationen entwickelt und eingesetzt werden, die dieser Forderung nachkommen.

#### **4.2.4 Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die massenhafte Fertigung von Unikaten**

Aufgrund der großen Bandbreite an Individualisierungsmöglichkeiten sind die Anforderungen bei der massenhaften Fertigung von Unikaten (vgl. Abschnitt 3.4.3, S. 204) weit gefächert und stark abhängig vom Produkt selbst sowie von der Produktentwicklung, der Konstruktion bzw. der Arbeitsvorbereitung, die dem Produktionsprozess vorgelagert sind. Abhängig vom gewünschten Mengenaspekt sind zwei Formen denkbar. Gelingt es einer-

seits, einen Produktionsprozess für eine Produktart zu konzipieren, bei dem für alle Fertigungsaufträge ähnliche Fertigungsverfahren und Betriebsmittel benötigt werden, sind trotz kundenindividualisierter Abmaße und Formen überwiegend mittlere Mengen identischer Teile realisierbar. Dies würde eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge mit Überspringen ermöglichen. Denkbar sind dann auch ähnliche Zeitbedarfe, die proportionale Kapazitäten an den Arbeitsplätzen erlauben. In diesem Fall wird der Forderung nach einer hohen Kontinuität entsprochen. Andererseits kann im entgegengesetzten Fall der Forderung nach einer hohen Flexibilität entsprochen werden. Das Konfigurationsspektrum einer Produktart erfordert viele unterschiedliche Fertigungsverfahren und Betriebsmittel für jeden Fertigungsauftrag, wodurch nur sehr kleine Mengen identischer Teile bzw. die Losgröße eins produzierbar sind. Eine sofortige Weitergabe der Teile im Produktionsprozess ist aufgrund der zu erwartenden unproportionalen Zeitbedarfe und der variierenden technologischen Bearbeitungsfolge kaum zu realisieren. Für die massenhafte Fertigung von Unikaten stehen abhängig von der durchsetzbaren Stückzahl folgende Organisationsprinzipien als organisatorische Lösungsansätze zur Verfügung (vgl. Abb. 4-10):

- Räumliche Organisationsprinzipien:
  - Gruppenprinzip
  - Reihenprinzip
  - Einzelplatzprinzip
- Zeitliche Organisationsprinzipien:
  - Reihenverlauf
  - Kombiniertes Verlaufsprinzip
  - Prinzip ohne Weitergabe

Anforderungen der massenhaften Fertigung von Unikaten		Eignung der Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel bis 1	Räumlich	Werkstattprinzip ○
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Bedingt vorhanden		Gruppenprinzip ●
Forderung nach Kontinuität	Ja/ Nein		Reihenprinzip ●
Forderung nach Flexibilität	Nein/ Ja		Einzelplatzprinzip ●
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend, gleich mit Überspringen	Zeitlich	Reihenverlauf ●
			Kombiniertes Verlaufsprinzip ●
			Parallelverlauf ○
			Ohne Weitergabe ●

● Anforderungen erfüllt  
 ○ Anforderungen teilweise erfüllt  
 ○ Anforderungen nicht erfüllt

Abb. 4-10: Organisationsprinzipien der Teilefertigung für die massenhafte Fertigung von Unikaten

Das Gruppenprinzip erfüllt eher die Forderung nach Flexibilität. Das Reihenprinzip und der kombinierte Verlauf sichern die Realisierung einer hohen Kontinuität. Der Reihenverlauf ist vor allem dann umzusetzen, wenn wechselnde Fertigungsflussrichtungen zu organisieren sind. Der kombinierte Verlauf orientiert auf gleiche Fertigungsflussrichtungen. Wie schon bei der freien Modularisierung ist der Reihenverlauf mit der Losgröße eins faktisch ein Parallelverlauf. Der Parallelverlauf benötigt jedoch eine gleiche technologische Bearbeitungsfolge ohne Überspringen, weshalb er keine Gestaltungsoption darstellt. Auch bei dieser Konzeption ist zu erwarten, dass in eigens für sie konstruierte Bearbeitungsstationen investiert wird, weshalb mit aller Wahrscheinlichkeit das Einzelplatzprinzip sowie das Prinzip ohne Weitergabe zu Alternativen werden, wenn die erforderlichen Fertigungsverfahren integrierbar sind.

### **4.3 Konzeptionsgerechte Organisationsformen der Teilefertigung**

Infolge der Analyse von anforderungsgerechten räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion können geeignete Organisationsformen in der Teilefertigung abgeleitet werden. In der Abb. 4-11 sind zusammenfassend die identifizierten theoretisch möglichen Organisationsprinzipien für die relevanten Konzeptionen gegenübergestellt. In der Mitte der Abbildung werden die Organisationsprinzipien gemäß ihrer Bildungsweise zu klassischen Organisationsformen der Teilefertigung kombiniert (vgl. Abb. 2-7, S. 23).

Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion		Räumliche Organisationsprinzipien				Klassische OF <sub>TF</sub>	Zeitliche Organisationsprinzipien			
		WP	GP	RP	EPP		RV	KV	PV	oW
Kunden-individuelle Endproduktion	Standard-strecke			●		FF			●	
	Individual-strecke		◐	●	◐	GFR (EPF)		●		◐
Kunden-individuelle Vorproduktion	Individual-strecke		◐	●	◐	GFR (EPF)		●		◐
	Standard-strecke		◐	●	◐	GFR (EPF)		●		◐
Modularisierung	Generisch			●		FF			●	
	Quantitativ			●		GFR		●		
	Individuell		◐	●	◐	GFR (GFA) (EPF)	◐	●		◐
	Frei		●		●	GFA EPF	●	◐		●
Massenhafte Fertigung von Unikaten			●	●	●	GFA GFR EPF	●	●		●

Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung EPP... Einzelplatzprinzip GP... Gruppenprinzip RP... Reihenprinzip WP... Werkstattprinzip	OF <sub>TF</sub> ... EPF... Einzelplatzfertigung FF... Fließfertigung GFA... Gegenstandsspezialisierte Fertigungsabschnitt GFR... Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe	Klassische Organisationsformen der Teilefertigung	Zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung KV... Kombierter Verlauf oW... Ohne Weitergabe PV... Parallelverlauf RV... Reihenverlauf
--	---	---	---

● Anforderungen erfüllt   ◐ Anforderungen teilweise erfüllt

Abb. 4-11: Bildung klassischer Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

Die Gegenüberstellung der je Konzeption theoretisch relevanten räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien verdeutlicht folgendes:

- Auf der Ebene der Organisationsformen:
  - Die Auswahl und Zuordnung von räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien lässt je Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion die Bildung mindestens einer passgerechten Organisationsform der Teilefertigung zu.
  - Für die organisatorische Gestaltung der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion in der Teilefertigung kristallisieren sich folgende klassische Organisationsformen der Teilefertigung heraus:
    - Fließfertigung
    - Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe
    - Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt
    - Einzelplatzfertigung

- Es treten Verknüpfungsvarianten von räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien auf, die aus ökonomischer und/ oder technisch-technologischer Sicht keine sinnvolle Kombination ergeben (in der obigen Abbildung grau hinterlegt). Sie sind abzulehnen, weil beispielsweise die Kombination des Gruppenprinzips mit dem kombinierten Verlauf zu ökonomischen Verlusten führt. So fokussiert der kombinierte Verlauf auf die Vermeidung von Warte- und Stillstandszeiten, das Gruppenprinzip unterstützt dieses Ziel jedoch nicht. Infolge der räumlichen Anordnung der Maschinen ist eine Erhöhung der Warte- und Stillstandszeiten der Potenzialfaktoren zu erwarten, die zu einer Verschlechterung der Kontinuität führen. Weiterhin verlängern die unterschiedlichen Transportwege im Gruppenprinzip den technologischen Zyklus, was unter anderem eine Erhöhung der Bestände und der Kapitalbindungskosten bewirken kann.
- Wenn die Forderung nach Flexibilität größer ist als die Forderung nach Kontinuität stellen häufig mehrere Organisationsformen ökonomisch sinnvolle Gestaltungsvarianten dar. Hier sollte in erster Linie die Organisationsform umgesetzt werden, die die vergleichsweise geringeren Unterbrechungszeiten verursacht. Alle relevanten Organisationsformen, die dieser Forderung nicht entsprechen, zeigen darüber hinausgehende Gestaltungsmöglichkeiten unter bestimmten Rahmenbedingungen auf (abhängig z. B. von der Produktart, den räumlichen Gegebenheiten am Produktionsstandort oder den verfahrensabhängigen Bedingungen). Sie sind in der obigen Abbildung in Klammern aufgeführt.
- Auf der Ebene der räumlichen Organisationsprinzipien:
  - Das Reihenprinzip ist das räumliche Organisationsprinzip, das für fast alle Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion passgerecht ist.
  - Das Gruppen- und das Einzelplatzprinzip kommen immer dann zur Anwendung, wenn die Forderung nach Flexibilität die Gestaltung des Produktionsprozesses maßgeblich beeinflusst.
  - Das Werkstattprinzip stellt für keine Konzeption eine wirtschaftlich sinnvolle Variante zur räumlichen Anordnung der Betriebsmittel dar. Dies ist zum

einen im angestrebten Mengenaspekt der kundenindividuellen Massenproduktion begründet und zum anderen in ihrer Fertigungsperspektive. Da es sich bei der kundenindividuellen Massenproduktion um eine Serienfertigung kundenindividualisierter Produkte handelt, sind aus räumlicher Sicht gegenstandsspezialisierte Organisationsprinzipien die sinnvolleren Anordnungsprinzipien. Die verfahrensorientierte Werkstattfertigung ist demnach keine organisatorische Gestaltungsoption für die kundenindividuelle Massenproduktion.

- Auf der Ebene der zeitlichen Organisationsprinzipien:
  - Der kombinierte Verlauf erfüllt am häufigsten die gestellten Anforderungen. Durch die Verknüpfung von Vorteilen des Reihen- und des Parallelverlaufs treten hier die kürzesten Unterbrechungszeiten auf, wodurch eine hohe Kontinuität unterstützt wird. Durch die Weitergabe von Teillosen wird ebenfalls das Potenzial zur Flexibilität begünstigt.
  - Obwohl der Parallelverlauf auf die Produktion sehr großer Mengen homogener Teile fokussiert, kann er gleichwohl bei der Fertigung kundenindividualisierter Erzeugnisse angewendet werden, wenn ein sehr hohes Maß an Kontinuität gefordert wird.
  - Bei den Zuordnungen des Reihenverlaufs (massenhafte Unikatfertigung, freie und individuelle Modularisierung) werden Fertigungslose mit der Größe eins weitergegeben, was dem Parallelverlauf entspricht. Demnach findet der Reihenverlauf in seiner ursprünglichen Ausprägung – Weitergabe von ganzen Fertigungslosen mit mehreren identisch zu bearbeitenden Teilen – keine Anwendung bei der Serienfertigung kundenindividualisierter Produkte. Die langen Warte- und Stillstandszeiten der Potenzialfaktoren Arbeitskraft und Betriebsmittel, die zwangsläufig im Reihenverlauf entstehen, bewirken geringe Proportionalitäten in den Kapazitätseinheiten und damit geringe Kontinuitäten, die in ökonomischen Verlusten resultieren (z. B. schlechte Auslastung der Anlagen, hoher Planungs- und Steuerungsaufwand und hohe Fixkosten).

Die Identifizierung von passgerechten Organisationsformen der Teilefertigung für die kundenindividuelle Massenproduktion basiert auf sachlogischen Wirkungsbeziehungen zwischen den konzeptionellen Anforderungen und den räumlichen sowie zeitlichen Organisationsprinzipien der Teilefertigung. Abb. 4-12 fasst die begründeten Organisationslösungen zusammen (Mehrfachnennungen treten auf).

ROP <sub>TF</sub>		Werkstattprinzip	Erzeugnisprinzip		
ZOP <sub>TF</sub>			Gruppenprinzip	Reihenprinzip	Einzelplatzprinzip
Mit Weitergabe	Reihenverlauf	-	<b>GFA: Gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt</b> ● Freie Modularisierung ● Massenhafte Unikatfertigung ○ Individuelle Modularisierung		
	Kombinierter Verlauf			<b>GFR: Gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe</b> ● Individualstrecke Endproduktion ● Individualstrecke Vorproduktion ● Standardstrecke Vorproduktion ● Quantitative Modularisierung ● Individuelle Modularisierung ● Massenhafte Unikatfertigung	
	Parallelverlauf			<b>FF: Fließfertigung</b> ● Standardstrecke Endproduktion ● Generische Modularisierung	
Ohne Weitergabe					<b>EPF: Einzelplatzfertigung</b> ● Freie Modularisierung ● Massenhafte Unikatfertigung ○ Individualstrecke Endproduktion ○ Individualstrecke Vorproduktion ○ Standardstrecke Vorproduktion ○ Individuelle Modularisierung

☐ Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

☐ Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips

● Anforderungen erfüllt

○ Anforderungen teilweise erfüllt

ROP<sub>TF</sub>... Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung

ZOP<sub>TF</sub>... Zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung

Abb. 4-12: Klassische Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion<sup>407</sup>

Die Darstellung der analysierten Interdependenzen erfolgt in Abb. 4-13 anhand eines Ebenenmodells. Die räumlich-zeitlichen Erfordernisse der zu gestaltenden Konzeptionen sowie ihre Zuordnung zu den Prozesstypen (vgl. Abb. 3-27, S. 215) erlauben eine Einteilung in der unteren Ebene des Modells. Die in Klammern aufgeführten Konzeptionen stellen zweitrangige Organisationslösungen dar, die bei bestimmten Voraussetzungen und Zielstellungen zum Einsatz kommen können, z. B. wenn tendenziell die technologisch notwendigen Fertigungsverfahren in einer Einzelplatzfertigung integrierbar oder gleiche technologische Bearbeitungsfolgen aufgrund der wählbaren Produktkonfigurationen nicht umsetzbar sind. Aus Sicht der Wirtschaftlichkeit sollte das Primat bei der Umsetzung der Anforderungen auf solchen Lösungen fokussieren, die auf eine hohe Kontinuität abzielen.

<sup>407</sup> Nach NEBL (2011) - Produktionswirtschaft, S. 361.

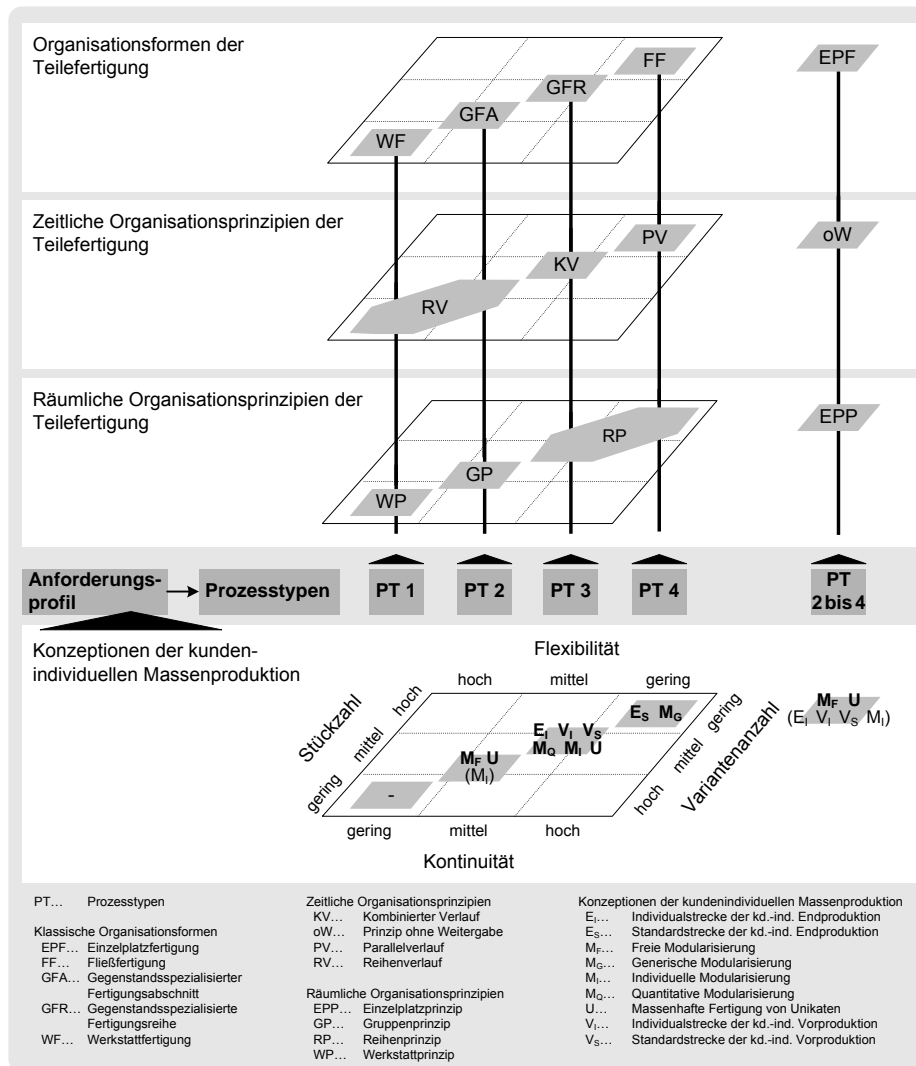


Abb. 4-13: Ebenenmodell der Konzeptionen und klassischen Organisationsformen der Teilefertigung

Die senkrechten Projektionen in der obigen Abbildung verknüpfen die konzeptionsgerechten Organisationsprinzipien zu klassischen Organisationsformen der Teilefertigung. Durch dieses schrittweise Vorgehen wird gewährleistet, dass die zugeordneten Organisationsformen bestmöglich die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion umsetzen. Abweichungen von den Senkrechten sind generell möglich, gehen jedoch höchst wahrscheinlich mit ökonomischen Verlusten einher (z. B. sinkende Kapazitätsauslastung, längere Unterbrechungszeiten, abnehmende Kontinuität).

Aufgrund identischer Organisationsprinzipien und gleicher Bildungsweise ist die Schlussfolgerung zulässig, dass die modernen Organisationsformen der Teilefertigung ebenfalls aus der Kombination der konzeptionsgerechten Organisationsprinzipien abgeleitet werden können. Abb. 4-14 stellt diesen Sachverhalt dar. Die in Klammern aufgeführten Orga-



nisationsformen beschreiben wieder sekundäre Alternativen, die die Anforderungen nur teilweise erfüllen.

Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion		Räumliche Organisationsprinzipien				Moderne OF <sub>TF</sub>	Zeitliche Organisationsprinzipien			
		WP	GP	RP	EPP		RV	KV	PV	oW
Kundenindividuelle Endproduktion	Standardstrecke			●		SFF			●	
	Individualstrecke		◐	●	◐	FFF (BAZ)		●		◐
Kundenindividuelle Vorproduktion	Individualstrecke		◐	●	◐	FFF (BAZ)		●		◐
	Standardstrecke		◐	●	◐	FFF (BAZ)		●		◐
Modularisierung	Generisch			●		SFF			●	
	Quantitativ			●		FFF		●		
	Individuell		◐	●	◐	FFF (FFS) (BAZ)	◐	●		◐
	Frei		●		●	FFS BAZ	●	◐		●
Massenhafte Fertigung von Unikaten			●	●	●	FFS FFF BAZ	●	●		●

Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung EPP... Einzelplatzprinzip GP... Gruppenprinzip RP... Reihenprinzip WP... Werkstattprinzip	OF <sub>TF</sub> ... BAZ... Bearbeitungszentrum FFF... Flexible Fließfertigung FFS... Flexibles Fertigungssystem SFF... Starre Fließfertigung	Moderne Organisationsformen der Teilefertigung BAZ... FFF... FFS... SFF...	Zeitliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung KV... Kombiniierter Verlauf oW... Ohne Weitergabe PV... Parallelverlauf RV... Reihenverlauf
--	---	--	--

● Anforderungen erfüllt    ◐ Anforderungen teilweise erfüllt

Abb. 4-14: Moderne Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

Wie auch schon bei den klassischen Organisationsformen der Teilefertigung stellen im Allgemeinen die gegenstandsspezialisierten Organisationsformen passgerechte Gestaltungslösungen für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion dar. Organisationsformen, die auf ein hohes Kontinuitätsniveau ausgerichtet sind, werden insbesondere für Konzeptionen mit relativ homogenen und/ oder kleinen Teilesortimenten geeignet sein, die überwiegend dieselben Fertigungsverfahren benötigen (z. B. starre Fließfertigung, flexible Fließfertigung). Für Konzeptionen, die ein großes Individualisierungsspektrum erfordern, sind flexibilitätsorientierte Organisationsformen zweckmäßig (z. B. flexibles Fertigungssystem). Das Werkstattprinzip spielt für die Organisation der kundenindividuellen Massenproduktion keine entscheidende Rolle. Infolgedessen ist die kontinuierliche Werkstattfertigung für den Analysegegenstand dieser Arbeit irrelevant.

Die Tatsache, dass die modernen Organisationsformen auf den klassischen aufbauen, erlauben zwei weitere Schlussfolgerungen: Erstens wird eine moderne Organisationsform

ein vergleichbares Potenzial zur Realisierung der Kosten- bzw. Differenzierungsoptionen aufweisen, wie ihre zugrunde liegende klassische Organisationsform. Und zweitens beeinflusst das technische Organisationsprinzip über seine Niveaustufen der Automatisierung vornehmlich die integrierten Transport-, Handhabungs- und Lagerungsprozesse, wodurch in der Regel Liegezeiten der Arbeitsobjekte reduziert werden. Lediglich die höheren Niveaustufen im Bearbeitungssystem lassen einen Abbau an Warte- und Stillstandszeiten erwarten. Eine höhere Kontinuität ist dann erreichbar.

Grundsätzlich werden sich die Ausprägungen der modernen Organisationsformen hinsichtlich der vier Einflussfaktoren – Stückzahl, Variantenanzahl, Flexibilität und Kontinuität – nicht von denen der klassischen unterscheiden. Vor diesem Hintergrund erfolgt die Zuordnung passgerechter moderner Organisationsformen der Teilefertigung für die Konzeptionen in gleicher Weise (vgl. Abb. 4-13, S. 234). Auf eine erneute Darstellung wird verzichtet.

#### **4.4 Konzeptionsgerechte Organisationsprinzipien der Montage**

Die organisatorische Gestaltung der Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage basieren auf denselben vier räumlichen Organisationsprinzipien Werkstatt-, Gruppen-, Reihen- und Einzelplatzprinzip. Infolgedessen werden dieselben Zuordnungen zwischen den räumlichen Organisationsprinzipien und den Anforderungen der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion in Montageprozessen vorliegen.

Die sieben zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage berücksichtigen neben der Art der Teileweitergabe von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz die Spezifik der kinematischen Verhaltensweisen der Elementarfaktoren. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Kinematik die Auswahl passgerechter zeitlicher Organisationsprinzipien beeinflusst. Es ist im Folgenden die Frage zu beantworten, welche zeitlichen Organisationsprinzipien theoretisch in der Lage sind, den differenzierten Anforderungen der relevanten Konzeptionen in der Montage gerecht zu werden. Die Aussagen zu den charakteristischen Eigenschaften der einzelnen Konzeptionen sind in Abschnitt 3.4, S. 199 näher erläutert.

#### **4.4.1 Organisationsprinzipien der Montage für die kundenindividuelle Endproduktion**

Wie schon bei der Analyse im Bereich der Teilefertigung werden die Teilstrecken der kundenindividuellen End- und Vorproduktion getrennt voneinander untersucht.

##### **Standardstrecke**

Für die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion können folgende charakteristische Eigenschaften angeführt werden (vgl. Abschnitt 3.4.1, S. 200):

- Produktion kundenanonymer, identischer Grundprodukte und Erzeugnisbestandteile
- Große Stückzahlen identischer Teile
- Dieselben Montageverfahren für alle zu montierenden Aufträge
- Gleiche technologische Montagefolge<sup>408</sup> ohne Überspringen
- Hoch kontinuierlich

Diese Eigenschaften werden passgerecht durch folgende zeitliche Organisationsprinzipien der Montage erfüllt:

- Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten
- Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren
- Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren

Generell eignet sich das Organisationsprinzip Parallelverlauf am besten zur Umsetzung der geforderten Merkmale. Das mehrheitlich homogene Teilesortiment, die großen Stückzahlen und die Notwendigkeit derselben Montageverfahren ermöglichen generell einen hoch arbeitsteiligen Montageprozess. Diese Voraussetzungen bedingen verhältnismäßig konstante Kapazitätsbedarfe, annähernd gleich lange Arbeitsgänge und Proportionen an den Bearbeitungsstationen, was durch die sofortige Einzelteilweitergabe nach dem Parallelverlauf unterstützt wird.

Die erste Variante – Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten – ist vor allem aus Sicht des geringeren Steuerungsaufwands und anfallender Kosten der zweiten Variante – Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren – vorzuziehen. Aufgrund der Beschaf-

---

<sup>408</sup> In Montageprozessen wird die technologische Bearbeitungsfolge zur technologischen Montagefolge.

fenheit oder Kompliziertheit eines oder mehrerer Arbeitsgänge kann eine Automatisierung in der Art notwendig sein, dass sich alle drei Elementarfaktoren instationär verhalten. Dann ist der Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren anzuwenden. Die höheren Kosten dieser Technisierung und die der Koordination der Elementarfaktoren sollten dann im Verhältnis zum wirtschaftlichen Vorteil stehen, z. B. in der Verkürzung der Durchlaufzeit oder in der steigenden Kapazitätsauslastung. Ist ein instationäres Verhalten von Arbeitskräften und Betriebsmitteln nicht unbedingt erforderlich, ist vermutlich der Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten das produktivere zeitliche Organisationsprinzip.

Bei der letzten Variante – Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren – sind die Montageobjekte stationär. Diese Organisationslösung wird dann zum Einsatz kommen, wenn die Mobilität des Montageobjekts stark eingeschränkt ist, z. B. bedingt durch stoffliche Eigenschaften oder Abmaße des Montageobjekts. Aufgrund der geforderten großen Stückzahlen ist es jedoch eher unwahrscheinlich, dass die zu montierenden Teile in keiner handhabbaren Größe vorliegen. Abb. 4-15 stellt die getroffenen Aussagen grafisch dar.

Anforderungen der Standardstrecke kundenindividueller Endproduktion		Eignung der zeitlichen Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Groß	Zeitliche Organisationsprinzipien	Reihenverlauf mit iMO <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Vorhanden		Reihenverlauf mit iPF <input type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Ja		Kombinierter Verlauf mit iMO <input type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Nein		Parallelverlauf mit iMO <input checked="" type="radio"/>
Technologische Montagefolge	Gleich ohne Überspringen		Parallelverlauf mit iPF <input type="radio"/>
			Parallelverlauf mit iEF <input checked="" type="radio"/>
			Ohne Ortsveränderung <input type="radio"/>
<p>● Anforderungen erfüllt</p> <p>◐ Anforderungen teilweise erfüllt</p> <p>○ Anforderungen nicht erfüllt</p> <p>iEF... Instationäre Elementarfaktoren</p> <p>iMO... Instationäre Montageobjekte</p> <p>iPF... Instationäre Potenzialfaktoren</p>			

Abb. 4-15: Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion

### Individualstrecke

Für die Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion, die sich an die Standardstrecke anschließt, sind folgende Merkmale kennzeichnend:

- Individualisierung des Grundprodukts nach kundenspezifischen Vorgaben
- Variierender Mengenaspekt, Losgröße eins ist möglich
- Einsatz unterschiedlicher Montageverfahren

- Variierende und gleiche technologische Montagefolge mit Überspringen
- Hohe qualitative und quantitative Flexibilität

Folgende zeitliche Organisationsprinzipien der Montage sind in der Lage, den gestellten Anforderungen zu entsprechen:

- Kombiniertes Verlaufs mit instationären Montageobjekten
- Prinzip ohne Ortsveränderung

Aus Sicht der Reduzierung von kostenverursachenden Unterbrechungszeiten sollte das Primat auf der Realisierung des kombinierten Verlaufs mit instationären Montageobjekten liegen. Dieses Organisationsprinzip ist sehr gut geeignet, mittels Teillosen schwankende Zeitbedarfe an den Montagestationen zu bedienen und heterogene Teilesortimente zu handeln.

Das Prinzip ohne Ortsveränderung ist eine Gestaltungsoption, die den Anforderungen der betrachteten Individualstrecke nur teilweise und/ oder unter bestimmten Bedingungen gerecht werden kann. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn die technisch-technologisch benötigten Montageverfahren in einem Arbeitsplatz integrierbar sind und keine Weitergabe von Teilen vonnöten ist. Vor allem dann, wenn aus Sicht der Flexibilität Vorteile zu erwarten sind, sollte dieses Organisationsprinzip zum Einsatz kommen. Die analysierten Interdependenzen werden in Abb. 4-16 dargestellt.

Anforderungen der Individualstrecke kundenindividueller Endproduktion		Eignung der zeitlichen Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel bis klein	Zeitliche Organisationsprinzipien	Reihenverlauf mit iMO <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Nicht vorhanden		Reihenverlauf mit iPF <input type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Nein		Kombinierter Verlauf mit iMO <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Ja		Parallelverlauf mit iMO <input type="radio"/>
Technologische Bearbeitungsfolge	Variierend, gleich mit Überspringen		Parallelverlauf mit iPF <input type="radio"/>
			Parallelverlauf mit iEF <input type="radio"/>
			Ohne Ortsveränderung <input checked="" type="radio"/>
<p> <input checked="" type="radio"/> Anforderungen erfüllt  <input type="radio"/> Anforderungen teilweise erfüllt  <input type="radio"/> Anforderungen nicht erfüllt </p> <p> iEF... Instationäre Elementarfaktoren  iMO... Instationäre Montageobjekte  iPF... Instationäre Potenzialfaktoren </p>			

Abb. 4-16: Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion

#### 4.4.2 Organisationsprinzipien der Montage für die kundenindividuelle Vorproduktion

##### Individualstrecke

Für den ersten Prozessabschnitt der kundenindividuellen Vorproduktion – die Individualstrecke – sind folgende Merkmale wesentlich (vgl. Abschnitt 3.4.1, S. 201):

- Montage unfertiger Erzeugnisbestandteile nach kundenspezifischen Vorgaben
- Variierender Mengenaspekt, kleine bis mittlere Mengen identischer Teile
- Einsatz unterschiedlicher Montageverfahren
- Variierende und gleiche technologische Montagefolgen mit Überspringen
- Hohe qualitative und quantitative Flexibilität

Dieser Prozessabschnitt kann durch die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage

- kombinierter Verlauf mit instationären Montageobjekten und
- Prinzip ohne Ortsveränderung

realisiert werden.

Wie auch schon bei der Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion sollte der kombinierte Verlauf angestrebt werden. Die Weitergabe von Teillosen ermöglicht sowohl geringere Warte- und Stillstandszeiten als auch Liegezeiten. Eine Verkürzung des technologischen Zyklus ist die Folge, wodurch z. B. Kapitalbindungskosten reduziert und die Auslastung von Transportmitteln erhöht werden.

Insbesondere dann, wenn die notwendigen Fertigungsverfahren in einem Einmaschinensystem integriert werden können, kann das Prinzip ohne Ortsveränderung den Vorzug bei der Umsetzung erhalten.

Anforderungen der Individualstrecke kundenindividueller Vorproduktion		Eignung der zeitlichen Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel bis klein	Zeitliche Organisationsprinzipien	Reihenverlauf mit iMO <input type="radio"/>
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Nicht vorhanden		Reihenverlauf mit iPF <input type="radio"/>
Forderung nach Kontinuität	Nein		Kombinierter Verlauf mit iMO <input checked="" type="radio"/>
Forderung nach Flexibilität	Ja		Parallelverlauf mit iMO <input type="radio"/>
Technologische Montagefolge	Variierend, gleich mit Überspringen		Parallelverlauf mit iPF <input type="radio"/>
			Parallelverlauf mit iEF <input type="radio"/>
● Anforderungen erfüllt ◐ Anforderungen teilweise erfüllt ○ Anforderungen nicht erfüllt			Ohne Ortsveränderung <input checked="" type="radio"/>
iEF... Instationäre Elementarfaktoren iMO... Instationäre Montageobjekte iPF... Instationäre Potenzialfaktoren			

Abb. 4-17: Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion

### **Standardstrecke**

Im zweiten Teil der kundenindividuellen Vorproduktion schließt sich die Standardstrecke an. Aus Gründen der Produktivität sollte dieser Prozessabschnitt den größeren Anteil im Montageprozess ausmachen. Dazu ist eine entsprechende Arbeitsteilung und Zuordnung der Arbeitsoperationen auf die Individualisierungs- bzw. Standardstrecke zu realisieren. Folgende Merkmale charakterisieren die Standardstrecke, die überwiegend auf die Realisierung der Kostenoption fokussiert:

- Anonyme Endmontage kundenspezifischer Erzeugnisbestandteile
- Variierender Mengenaspekt, mittlere Mengen identischer Teile
- Einsatz mehrheitlich ähnlicher Montageverfahren
- Überwiegend gleiche technologische Montagefolge mit Überspringen
- Hohe Kontinuität

Diese Anforderungen können durch folgende zeitliche Organisationsprinzipien der Montage erfüllt werden:

- Kombiniertes Verlaufsprinzip mit instationären Montageobjekten
- Prinzip ohne Ortsveränderung

Die Heterogenität der Montageaufträge und die variierende Stückzahl zu fertigender Erzeugnisse verhindern eine Montage in ganzen Fertigungslosen nach dem Reihenverlauf. Ebenso ist eine sofortige Weitergabe der Teile nach dem Parallelverlauf aufgrund unterschiedlicher Montageverfahren nicht möglich.

Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten bietet eine größtmögliche Flexibilität bei verhältnismäßig hoher Kontinuität. Das Prinzip ohne Ortsveränderung kann auch hier nur dann zur Anwendung kommen, wenn weitgehend alle notwendigen Verfahren in einer Montagestation integriert werden können. Die folgende Abb. 4-18 stellt die Anforderungen der Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion und ihre theoretisch möglichen Organisationslösungen dar.

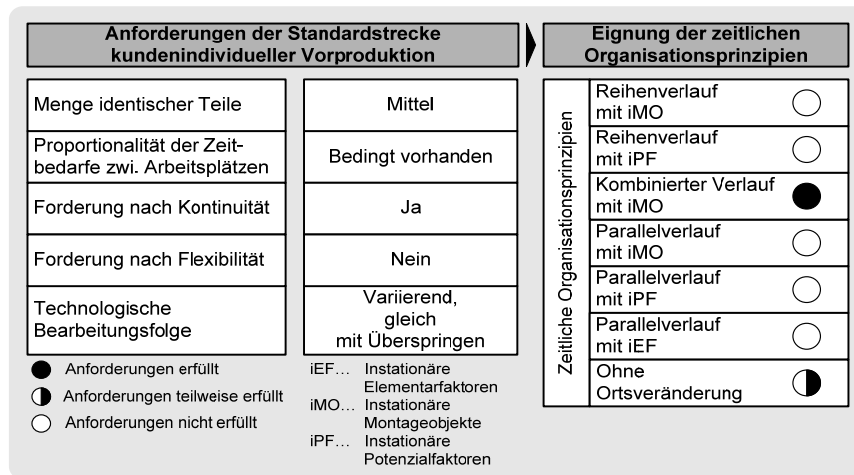


Abb. 4-18: Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion

#### 4.4.3 Organisationsprinzipien der Montage für die Modularisierung

Die vier Varianten der Modularisierung (vgl. Abschnitt 3.4.2, S. 201) stellen auch an die Montageprozesse unterschiedliche Anforderungen. Sie beanspruchen entsprechend differenzierte zeitliche Organisationsprinzipien.

##### Generische Modularisierung

Für die generische Modularisierung ist charakteristisch:

- Konstante Anzahl von Standardmodulen bezogen auf ein Grundmodul
- Große Mengen identischer Teile
- Dieselben Montageverfahren für alle Montageaufträge
- Gleiche technologische Montagefolge ohne Überspringen
- Hohes Maß an Kontinuität

Die zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage, die diesen Anforderungen gerecht werden, sind:

- Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten
- Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren
- Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren

Dieselben Gründe, die auch schon bei der Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion dazu führen, dass der Parallelverlauf mit instationären Montageobjekten bzw.



der Parallelverlauf mit instationären Elementarfaktoren vorrangig umgesetzt werden sollten, haben auch hier Bestand (homogenes Teilesortiment, konstante Kapazitätsbedarfe, in etwa gleich lange Arbeitsgänge an den Bearbeitungsstationen).

Die letzte Variante – Parallelverlauf mit instationären Potenzialfaktoren – ist dann eine Organisationslösung, wenn die räumliche und/ oder zeitliche Transformation der Montageobjekte nicht gewährleistet werden kann.

### **Quantitative Modularisierung**

Die Merkmale der quantitativen Modularisierung sind:

- Variierende Anzahl an Standardmodulen bezogen auf ein Grundmodul
- Große bis mittlere Mengen identischer Teile
- Überwiegend gleiche Montageverfahren
- Gleiche technologische Montagefolge mit Überspringen
- Hohe Kontinuität

Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten ist das einzige zeitliche Organisationsprinzip der Montage, welches in der Lage ist, die geforderten Aspekte adäquat umzusetzen. Eine sofortige Weitergabe nach dem Parallelverlauf wird aufgrund sinkender Mengen identischer Teile und der Tatsache, dass nicht alle Montageaufträge alle Arbeitsplätze durchlaufen müssen, kaum möglich sein.

Für den rationellen Einsatz des Prinzips ohne Ortsveränderung werden die zu montierenden Mengen höchst wahrscheinlich zu groß und zu homogen sein. Der Reihenverlauf verursacht unverhältnismäßig lange Liegezeiten, die eine hohe Kontinuität verhindern.

### **Individuelle Modularisierung**

Die flexibilitätsorientierte individuelle Modularisierung besitzt folgende Eigenschaften:

- Variierende Anzahl an Standardmodulen bezogen auf ein Grundmodul zuzüglich kundenindividualisierter Module
- Kleine Mengen identischer Teile bis Losgröße eins
- Unterschiedliche Montageverfahren
- Variierende und gleiche technologische Montagefolgen mit Überspringen
- Flexibilität steht im Vordergrund

Entsprechend der gestellten Anforderungen sind die nachstehenden zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage als passgerecht anzusehen:

- Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten
- Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren
- Kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten
- Prinzip ohne Ortsveränderung

Die beiden Spielarten des Reihenverlaufs stellen nur dann umsetzbare Lösungen dar, wenn die Losgröße von eins realisiert werden soll. Variierende technologische Montagefolgen gewährleisten in diesem Fall ein hohes Maß an Flexibilität. Aufgrund des prinzipiell entgegengesetzten Verhaltens von Flexibilität und Kontinuität erreichen meistens sehr flexible Montageprozesse ein eher geringes Kontinuitätsniveau. Erhöhte Steuerungsaufwände, häufigere Transporte und längere Unterbrechungszeiten sind weitere Folgen. Bei formschwierigen Montageobjekten ist der Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren dem Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten vorzuziehen.

Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten orientiert auf die Reduzierung von Unterbrechungszeiten und ist aus Sicht der Wirtschaftlichkeit den beiden Varianten des Reihenverlaufs vorzuziehen. Durch das Zusammenfassen gleichartig zu montierender Montageobjekte zu Teillosten ist ein höheres Kontinuitätsniveau erzielbar, der Montageprozess wird voraussichtlich produktiver ablaufen. Durch die Weitergabe von Teillosten ist ein akzeptables Flexibilitätsniveau möglich.

Das Prinzip ohne Ortsveränderung ist nur dann sinnvoll, wenn die überwiegende Anzahl an benötigten Fertigungsverfahren in einem Arbeitsplatz integrierbar ist.

### **Freie Modularisierung**

Die letzte Variante der Modularisierung ist die freie Modularisierung. Sie ist gekennzeichnet durch:

- Variierende Anzahl an Standardmodulen zuzüglich individualisierter Module
- Kein Grundmodul
- Sehr kleine Mengen identischer Teile, meist Losgröße eins
- Unterschiedliche Montageverfahren
- Überwiegend variierende technologische Montagefolgen
- Sehr hohes Maß an Flexibilität

Zur Umsetzung dieser Anforderungen eignen sich insbesondere folgende zeitliche Organisationsprinzipien der Montage:

- Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten
- Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren
- Kombiniertes Verlaufsprinzip mit instationären Montageobjekten
- Prinzip ohne Ortsveränderung

Das sehr heterogene Teilesortiment und die variierenden technologischen Montagefolgen bedingen stark schwankende Kapazitätsbedarfe an den Bearbeitungsstationen und erlauben den Einsatz des Organisationsprinzips Parallelverlauf eher nicht. Die Anwendung des Reihenverlaufs ist vermutlich nur bei der Losgröße eins sinnvoll. Wie auch schon bei der individuellen Modularisierung ist der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten dem Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren vorzuziehen.

Sind alle notwendigen Montageverfahren in einem Arbeitsplatz integrierbar, kann auch das Prinzip ohne Ortsveränderung angewendet werden. Die zunehmende Einzigartigkeit der Erzeugnisse lässt diese Gestaltungsvariante an Bedeutung gewinnen. Der Aufbau sowie die Koordination langer und verketteter Produktionsanlagen sind sehr wahrscheinlich aufwändiger als der Einsatz integrierter Bearbeitungsstationen, die eine hohe qualitative Flexibilität aufweisen und anpassungsfähiger sind.

Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten ist dann am wirtschaftlichsten, wenn trotz des hohen Flexibilitätsanspruchs ein größtmögliches Maß an Kontinuität angestrebt werden kann. Die größere durchsetzbare Stückzahl ist ebenfalls von Vorteil. Hinderlich ist demgegenüber das notwendige Zusammenfassen gleichartiger Teile zu Teillosen. Je größer das vom Kunden wählbare Konfigurationsspektrum ist, desto heterogener werden die Montageaufträge sein. Eine zunehmende Heterogenität erschwert das Bilden von Teillosen.

In Abb. 4-19 werden die identifizierten Wirkungszusammenhänge zwischen den Anforderungen der Modularisierungsvarianten und den Fähigkeiten der zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage zusammengefasst.

Anforderungen der Modularisierung		Generische Modularisierung	Quantitative Modularisierung	Individuelle Modularisierung	Freie Modularisierung
Grundmodul		Ja	Ja	Ja	Nein
Anzahl Standardmodule		Definiert	Nicht definiert	Nicht definiert	Nicht definiert
Individualisierte Module		Keine	Keine	Möglich	Möglich
Menge identischer Teile		Groß	Groß bis mittel	Klein bis 1	Sehr klein bis 1
Proportionalität der Zeitbedarfe zwi. Arbeitsplätzen		Vorhanden	Bedingt vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Forderung nach Kontinuität		Ja	Ja	Nein/ Ja	Nein
Forderung nach Flexibilität		Nein	Nein	Ja/ Nein	Ja
Technologische Montagefolge		Gleich ohne Überspringen	Gleich mit Überspringen	Variierend, gleich mit Überspringen	Variierend
Zeitliche Organisationsprinzipien	Reihenverlauf mit iMO	○	○	◐	●
	Reihenverlauf mit iPF	○	○	◐	◐
	Kombinierter Verlauf mit iMO	○	●	●	◐
	Parallelverlauf mit iMO	●	○	○	○
	Parallelverlauf mit iPF	◐	○	○	○
	Parallelverlauf mit iEF	●	○	○	○
	Ohne Ortsveränderung	○	○	◐	●
		● Anforderungen erfüllt	◐ Anforderungen teilweise erfüllt	○ Anforderungen nicht erfüllt	

iEF... Instationäre Elementarfaktoren  
 iMO... Instationäre Montageobjekte  
 iPF... Instationäre Potenzialfaktoren

Abb. 4-19: Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die Varianten der Modularisierung

#### 4.4.4 Organisationsprinzipien der Montage für die massenhafte Fertigung von Unikaten

Die Anforderungen dieser letzten Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion sind breit gefächert und stark abhängig sowohl vom zu produzierenden Erzeugnis als auch vom durchzusetzenden Mengenaspekt (vgl. Abschnitt 3.4.3, S. 204). Die massenhafte Fertigung von Unikaten ist durch folgende Spezifika gekennzeichnet:

- Mittlere bis große Mengen identischer Teile oder Losgröße eins
- Gleiche oder unterschiedliche Montageverfahren
- Variierende oder gleiche technologische Montagefolgen mit Überspringen
- Hohe Flexibilität oder hohe Kontinuität in Abhängigkeit von den zu realisierenden Stückzahlen

Die nachstehenden zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage stellen für die massenhafte Fertigung von Unikaten theoretische Gestaltungsvarianten dar:

- Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten
- Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren

- Kombierter Verlauf mit instationären Montageobjekten
- Prinzip ohne Ortsveränderung

Die beiden Varianten des Reihenverlaufs ermöglichen bei einer Losgröße von eins eine hohe Flexibilität. In der Regel ist der Reihenverlauf mit instationären Montageobjekten dem Reihenverlauf mit instationären Potenzialfaktoren vorzuziehen.

Zielt der zu gestaltende Montageprozess eher auf eine möglichst hohe Kontinuität ab und ist die Weitergabe von Teillosen möglich, so kann der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten umgesetzt werden.

Das Prinzip ohne Ortsveränderung stellt immer dann für den Anspruch an eine hohe Flexibilität als auch für den Anspruch an eine hohe Kontinuität ein zweckmäßiges zeitliches Organisationsprinzip dar, wenn alle benötigten Montageverfahren in einen Arbeitsplatz integrierbar sind. Durch den zunehmenden Einsatz generativer Fertigungsverfahren gewinnt dieses Organisationsprinzip an Bedeutung.

In der Abb. 4-20 werden die passgerechten zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage aus den Anforderungen der Konzeption massenhafte Fertigung von Unikaten abgeleitet.

Anforderungen der massenhaften Fertigung von Unikaten		Eignung der zeitlichen Organisationsprinzipien	
Menge identischer Teile	Mittel bis 1	Zeitliche Organisationsprinzipien	Reihenverlauf mit iMO ●
Proportionalität der Zeitbedarfe zw. Arbeitsplätzen	Bedingt vorhanden		Reihenverlauf mit iPF ◐
Forderung nach Kontinuität	Ja/ Nein		Kombinierter Verlauf mit iMO ●
Forderung nach Flexibilität	Nein/ Ja		Parallelverlauf mit iMO ○
Technologische Montagefolge	Variierend, gleich mit Überspringen		Parallelverlauf mit iPF ○
			Parallelverlauf mit iEF ○
			Ohne Ortsveränderung ●
● Anforderungen erfüllt ◐ Anforderungen teilweise erfüllt ○ Anforderungen nicht erfüllt		iEF... Instationäre Elementarfaktoren iMO... Instationäre Montageobjekte iPF... Instationäre Potenzialfaktoren	

Abb. 4-20: Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage für die massenhafte Fertigung von Unikaten

## 4.5 Konzeptionsgerechte Organisationsformen der Montage

Auf Basis der identifizierten Interdependenzen zwischen den Anforderungen der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion an die Produktionsorganisation und den Fähigkeiten der räumlichen sowie zeitlichen Organisationsprinzipien der Montage werden in der Abb. 4-21 konzeptionsgerechte Organisationsformen abgeleitet. Auf der linken Seite der Abbildung stehen die räumlichen Organisationsprinzipien, auf der rechten Seite die zeitlichen. In der Mitte werden die Organisationsprinzipien gemäß ihrer Bildungsweise zu Organisationsformen der Montage kombiniert (vgl. Abb. 2-18, S. 42).

Konzeptionen kundenindividueller Massenproduktion		Räumliche Organisationsprinzipien				OF <sub>Mo</sub>	Zeitliche Organisationsprinzipien						
		WP	GP	RP	EPP		RV <sub>IMO</sub>	RV <sub>IPF</sub>	KV <sub>IMO</sub>	PV <sub>IMO</sub>	PV <sub>IPF</sub>	PV <sub>IEF</sub>	oOV
Kundenindividuelle Endproduktion	Standardstrecke			●		FM <sub>IMO</sub> FM <sub>IEF</sub> (FM <sub>IPF</sub> )				●	◐	●	
	Individualstrecke		◐	●	◐	RM <sub>IMO</sub> (EPM)			●				◐
Kundenindividuelle Vorproduktion	Individualstrecke		◐	●	◐	RM <sub>IMO</sub> (EPM)			●				◐
	Standardstrecke		◐	●	◐	RM <sub>IMO</sub> (EPM)			●				◐
Modularisierung	Generisch			●		FM <sub>IMO</sub> FM <sub>IEF</sub> (FM <sub>IPF</sub> )				●	◐	●	
	Quantitativ			●		RM <sub>IMO</sub>			●				
	Individuell		◐	●	◐	RM <sub>IMO</sub> (GM <sub>IMO</sub> ) (GM <sub>IPF</sub> ) (EPM)	◐	◐	●				◐
	Frei		●		●	GM <sub>IMO</sub> EPM (GM <sub>IPF</sub> )	●	◐	◐				●
Massenhafte Fertigung von Unikaten			●	●	●	GM <sub>IMO</sub> RM <sub>IMO</sub> EPM (GM <sub>IPF</sub> ) (RM <sub>IPF</sub> )	●	◐	●				●

Räumliche Organisationsprinzipien der Montage EPP... Einzelplatzprinzip GP... Gruppenprinzip RP... Reihenprinzip WP... Werkstattprinzip	Organisationsformen der Montage OF <sub>Mo</sub> ... Einzelplatzmontage FM... Fließmontage GM... Gruppenmontage RM... Reihensmontage WM... Werkstattmontage	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage KV... Kombierter Verlauf oOV... Ohne Ortsveränderung PV... Parallelverlauf RV... Reihenverlauf
---	--	--

iEF... Instationäre Elementarfaktoren iMO... Instationäre Montageobjekte iPF... Instationäre Potenzialfaktoren	● Anforderungen erfüllt ◐ Anforderungen teilweise erfüllt
--	--

Abb. 4-21: Bildung von Organisationsformen der Montage für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

Wie auch schon im Bereich der Teilefertigung erlaubt die obige Gegenüberstellung der theoretisch möglichen Organisationsprinzipien folgende Feststellungen:

- Auf der Ebene der Organisationsformen:
  - Mindestens eine Organisationsform der Montage ist je Konzeption passgerecht.
  - Nachfolgende Organisationsformen der Montage sind besonders geeignet, die Anforderungen der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenfertigung zu befriedigen:
    - Gruppenmontage mit instationären Montageobjekten
    - Reihenmontage mit instationären Montageobjekten
    - Fließmontage mit instationären Montageobjekten
    - Fließmontage mit instationären Elementarfaktoren
    - Einzelplatzmontage
  - Es treten Kombinationen von räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien auf, die keine sinnvollen bzw. praktikablen Verknüpfungen darstellen. Sie sind in der obigen Abbildung grau hinterlegt.
  - Bei mehreren konzeptionsgerechten Organisationsformen der Montage sollte die Entscheidung zu Gunsten eines hohen Kontinuitätsniveaus getroffen werden. Weitere Entscheidungskriterien könnten die Länge der Transportwege, die Höhe der Transportfrequenz oder die Höhe der Kapitalbindungskosten sein. Alle anderen Organisationsformen sind als zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten aufzufassen, die unter bestimmten Bedingungen Relevanz besitzen (z. B. abhängig von der Produktart, räumliche Gegebenheiten am Produktionsstandort, verfahrensabhängige Voraussetzungen). Sie sind in der obigen Abbildung in Klammern aufgeführt.
- Auf der Ebene der räumlichen Organisationsprinzipien:
  - Bis auf die Konzeption freie Modularisierung stellt das fertigungsflussorientierte Reihenprinzip für alle Konzeptionen ein passgerechtes räumliches Organisationsprinzip dar.
  - Steht die Forderung nach einer hohen Flexibilität im Vordergrund, sind vorrangig das Gruppen- oder das Einzelplatzprinzip anzuwenden.

- Das verfahrensorientierte Werkstattprinzip stellt für keine Konzeption eine passgerechte Anordnung der Betriebsmittel dar. Auch die Werkstattmontage ist für keine Konzeption eine einsetzbare Organisationsform.
- Auf der Ebene der zeitlichen Organisationsprinzipien:
  - Der kombinierte Verlauf mit instationären Montageobjekten erfüllt am häufigsten die gestellten Anforderungen.
  - Die Varianten des Parallelverlaufs werden immer dann zu möglichen Gestaltungsvarianten, wenn große Stückzahlen und homogene Teilesortimente auf einen hoch kontinuierlichen Montageprozess fokussieren.
  - Der Reihenverlauf in seiner ursprünglichen Anwendung – Weitergabe von ganzen Fertigungslosen – findet keine Anwendung. Seine Varianten sind nur dann mögliche Organisationslösungen, wenn die Losgröße eins realisiert werden kann. Faktisch handelt es sich dann um einen Parallelverlauf.
  - Die Organisationsprinzipien mit instationären Potenzialfaktoren sind bei keiner Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion eine primäre Gestaltungsvariante. Dies ist darin begründet, dass die Koordination von instationären Potenzialfaktoren schwieriger zu gestalten ist und längere Unterbrechungszeiten verursacht als Organisationsprinzipien mit instationären Montageobjekten.

Abb. 4-22 gibt einerseits einen Überblick über die grundlegenden, sinnvollen Kombinationen von räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien zu Organisationsformen der Montage. Andererseits verdeutlicht sie die passgerechten Organisationslösungen für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion in Montageprozessen.



ZOP <sub>Mo</sub> \ ROP <sub>Mo</sub>		Werkstattprinzip	Erzeugnisprinzip		
			Gruppenprinzip	Reihenprinzip	Einzelplatzprinzip
Mit Weitergabe	Reihenverlauf	iMO	-	<b>Gruppenmontage<sub>iMO</sub></b> : ● Freie Modularisierung ● Massenhafte Unikatfertigung ⦿ Individuelle Modularisierung	
		iPF	<b>Gruppenmontage<sub>iPF</sub></b> : ⦿ Individuelle Modularisierung ⦿ Freie Modularisierung ⦿ Massenhafte Unikatfertigung	<b>Reihenmontage<sub>iPF</sub></b> : ⦿ Massenhafte Unikatfertigung	
	Kombinierter Verlauf	iMO		<b>Reihenmontage<sub>iMO</sub></b> : ● Individualstrecke Endproduktion ● Individualstrecke Vorproduktion ● Standardstrecke Vorproduktion ● Quantitative Modularisierung ● Individuelle Modularisierung ● Massenhafte Unikatfertigung	
	Parallelverlauf	iMO		<b>Fließmontage<sub>iMO</sub></b> : ● Standardstrecke Endproduktion ● Generische Modularisierung	
		iPF		<b>Fließmontage<sub>iPF</sub></b> : ⦿ Standardstrecke Endproduktion ⦿ Generische Modularisierung	
		IEF		<b>Fließmontage<sub>IEF</sub></b> : ● Standardstrecke Endproduktion ● Generische Modularisierung	
	Ohne Weitergabe				<b>Einzelplatzmontage</b> : ● Freie Modularisierung ● Massenhafte Unikatfertigung ⦿ Individualstrecke Endproduktion ⦿ Individualstrecke Vorproduktion ⦿ Standardstrecke Vorproduktion ⦿ Individuelle Modularisierung

iEF...	Instationäre Elementarfaktoren	<input type="checkbox"/>	Sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips	●	Anforderungen erfüllt
iMO...	Instationäre Montageobjekte	<input type="checkbox"/>	Keine sinnvolle Kombination eines räumlichen und eines zeitlichen Organisationsprinzips	⦿	Anforderungen teilweise erfüllt
iPF...	Instationäre Potenzialfaktoren				
ROP <sub>Mo</sub> ...	Räumliche Organisationsprinzipien der Montage				
ZOP <sub>Mo</sub> ...	Zeitliche Organisationsprinzipien der Montage				

Abb. 4-22: Organisationsformen der Montage für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

Die Analyseergebnisse konzeptionsgerechter räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien in der Teilefertigung und in der Montage erlauben eine verdichtete Ebenendarstellung der konstatierten Interdependenzen (vgl. Abb. 4-23). Aus Gründen der Vereinfachung wird auf die Indizes des instationären Faktors im Bereich der Montage verzichtet.

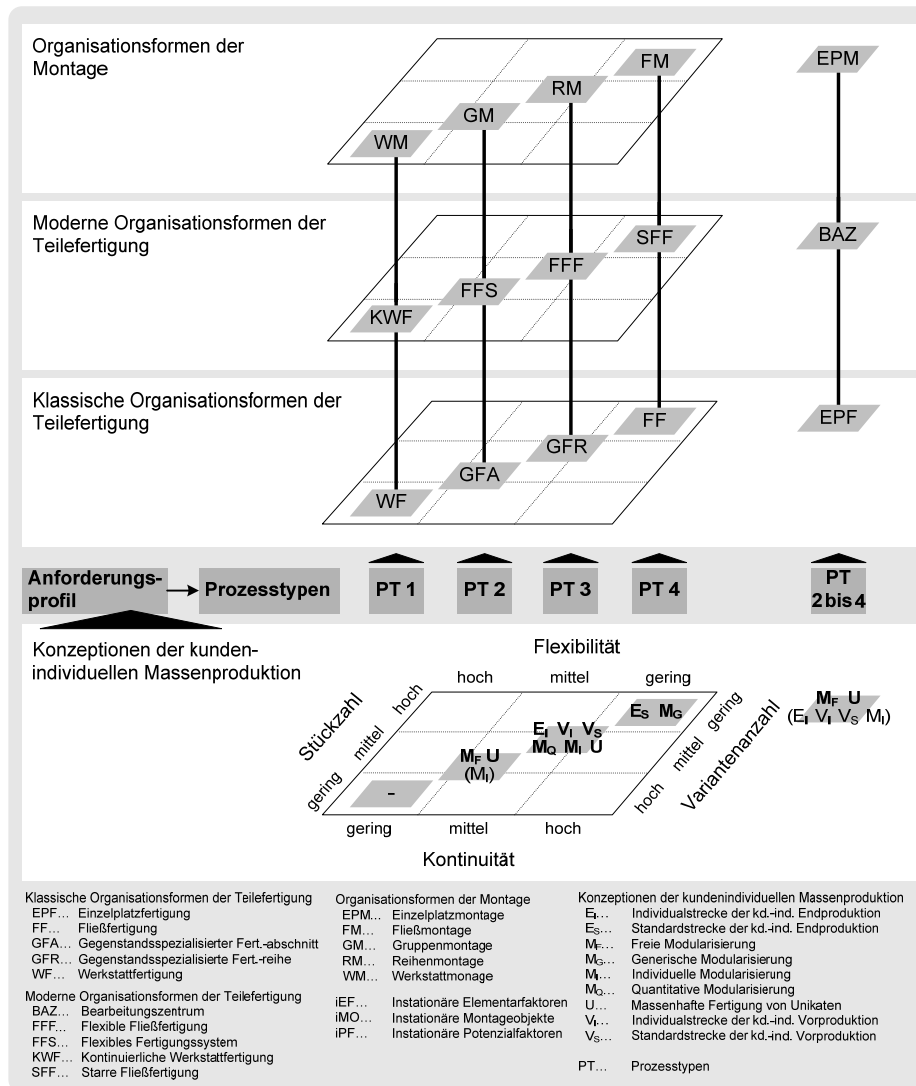


Abb. 4-23: Ebenenmodell der konzeptionsgerechten Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse

## 4.6 Konzeptionsgerechte integrierte Produktionssysteme

Für die organisatorische Gestaltung von wirtschaftlichen Produktionsprozessen für die verschiedenen Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion sind zwei Voraussetzungen unabdingbar. Erstens müssen die räumlichen und zeitlichen Anforderungen dieser Konzeptionen durch passgerechte Organisationsprinzipien und -formen der Fertigungshauptprozesse Teilfertigung und Montage realisiert werden. Zur Erfüllung der Prämisse Wirtschaftlichkeit sollten immer die Organisationsformen den Vorzug bei der Umsetzung haben, die vor allem unterbrechungsfreie Prozesse anstreben und so ein größtmögliches Maß an Kontinuität erreichen können. Die identifizierten Wirkungszusammenhänge zwischen den Anforderungsprofilen der Konzeptionen und den Organisati-

onsformen der Teilefertigung und Montage wurden in der vorherigen Abb. 4-23 zusammengefasst.

Die zweite wichtige Voraussetzung für die Organisation von produktiv ablaufenden Produktionsprozessen bedingt abgestimmte Fertigungshauptprozesse und die sie unterstützenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen. Die jeweiligen Interdependenzen zwischen den Organisationsformen der Teilefertigung und Montage sowie den Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen innerbetrieblicher Transport, innerbetriebliche Lagerung, Informationsmanagement und Instandhaltung wurden in Abschnitt 2.3 aufgezeigt. Für alle Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse konnten jeweils passgerechte Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen abgeleitet werden. In Abschnitt 2.4 wurden diese Einzelbetrachtungen in ein gemeinsames Ebenenmodell zusammengeführt (vgl. Abb. 2-69, S. 144). Aus Sicht der Organisation liegen im Ergebnis dieser Synthese fünf integrierte Produktionssysteme vor, die durch ihre spezifischen Fähigkeitsprofile in der Lage sind, den unterschiedlichen Anforderungsprofilen der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion zu entsprechen.

Für die Zielerreichung dieser Arbeit – integrierte Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion abzuleiten – werden die beiden Voraussetzungen mit Hilfe des Ebenenmodells in Einklang gebracht. Adäquate organisatorische Gestaltungsansätze für die kundenindividuelle Massenproduktion können aus der Gegenüberstellung der Fähigkeitsprofile der Produktionsorganisation, in Form von integrierten Produktionssystemen, und der Anforderungsprofile der Konzeptionen, die auf den Prozesstypen basieren, abgeleitet werden. Die folgende Abb. 4-24 nimmt diese Gegenüberstellung vor und präsentiert konzeptionsgerechte integrierte Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion. Die in Klammern aufgeführten Konzeptionen in der untersten Ebene des Modells sind derivative Gestaltungslösungen, die entweder die Anforderungen teilweise erfüllen und/ oder nur unter bestimmten Zielstellungen bzw. Voraussetzungen zum Einsatz kommen können (z. B. ist eine räumliche Nähe der Bearbeitungsstationen vordergründig umzusetzen, durch das Zusammenfassen von Losen soll die Transporthäufigkeit gesenkt werden oder die technisch-technologische Integrierbarkeit notwendiger Fertigungs- oder Montageverfahren ist in einer Bearbeitungsstation realisierbar).

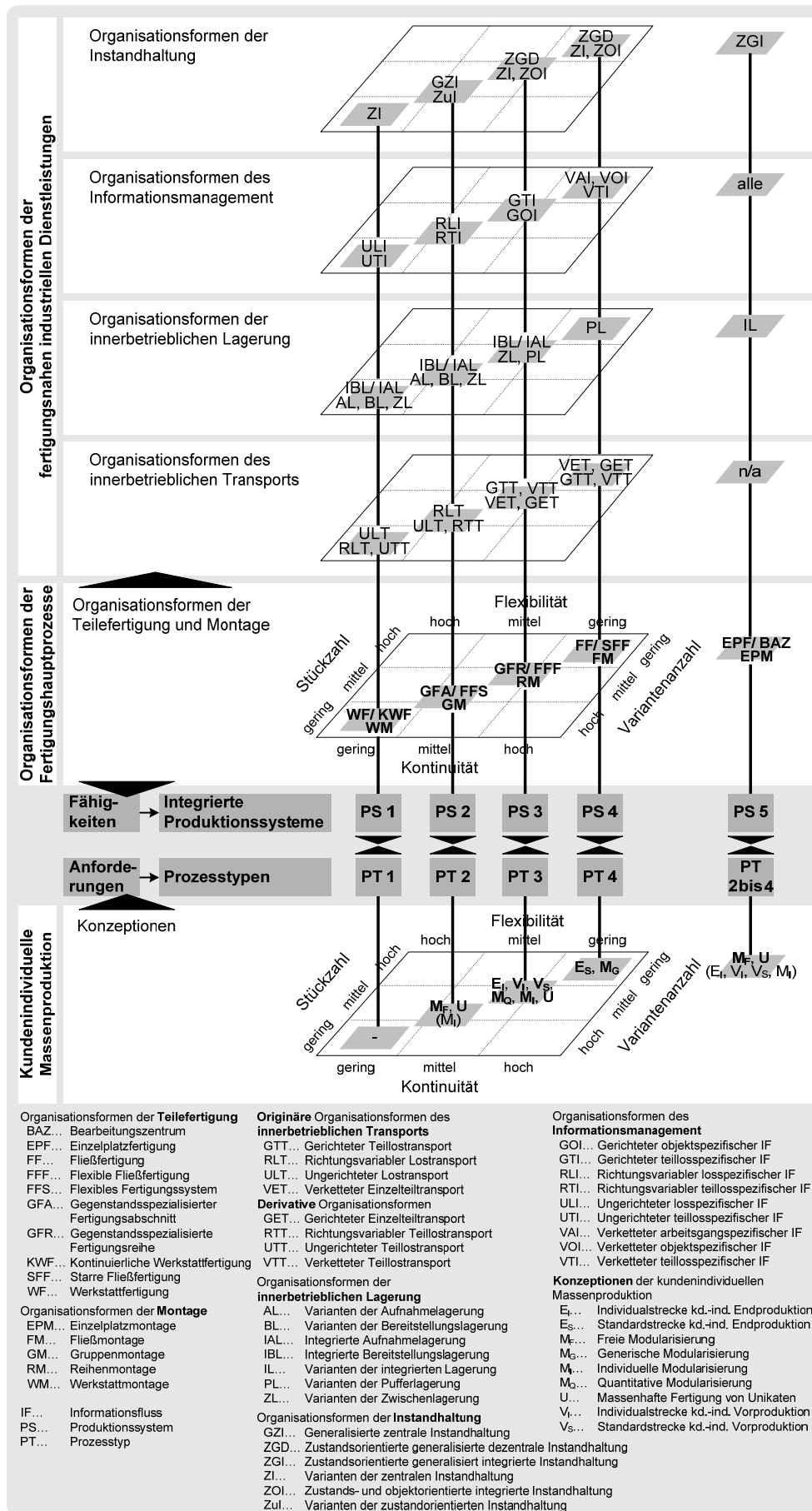


Abb. 4-24: Ebenenmodell zur Organisation integrierter Produktionssysteme für die kundenindividuelle Massenproduktion

Die drei ursprünglich von PILLER aufgezeigten Konzeptionen der Hard Customization – individuelle End-/ Vorproduktion mit standardisierter Restfertigung, Modularisierung nach dem Baukastenprinzip und massenhafte Fertigung von Unikaten<sup>409</sup> – für die es organisatorische Lösungen im Produktionsbereich zu finden galt, verlangen insgesamt neun eigenständige Gestaltungsansätze, um den verschiedenen produktionsprogrammbezogenen Erfordernissen einer kundenindividuellen Massenproduktion gerecht zu werden. Mittels der vier Prozesstypen konnten die wesentlichen Eigenschaften dieser neun Anforderungsprofile zusammengefasst dargestellt werden. Die Prozesstypen sind nicht trennscharf voneinander abzugrenzen. Trotzdem sind die spezifischen Anforderungsprofile identifizierbar. Diese Zuordnung der neun Anforderungsprofile zu den vier Prozesstypen wird in der obigen Abbildung durch die unterste Ebene grafisch dargestellt. Sie bildet das Fundament des Modells. Durch die einzelnen Prozesstypen können folgende produktionsprogrammbezogenen Konzeptionsanforderungen gekennzeichnet werden:

- Prozesstyp 1: für die Beschreibung einer Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion ungeeignet
- Prozesstyp 2:
  - Freie Modularisierung ( $M_F$ )
  - Massenhafte Fertigung von Unikaten (U)
- Prozesstyp 3:
  - Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion ( $E_I$ )
  - Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion ( $V_I$ )
  - Standardstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion ( $V_S$ )
  - Quantitative Modularisierung ( $M_Q$ )
  - Individuelle Modularisierung ( $M_I$ )
  - Massenhafte Fertigung von Unikaten (U)
- Prozesstyp 4:
  - Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion ( $E_S$ )
  - Generische Modularisierung ( $M_G$ )

---

<sup>409</sup> Vgl. PILLER (2006) - Mass Customization, S. 220.

Sind alle benötigten Fertigungs- bzw. Montageverfahren in ein System der Einzelplatzfertigung bzw. -montage technisch-technologisch integrierbar, können die Anforderungen differieren – vornehmlich bei den Merkmalen Standardisierungsgrad und Struktur der Erzeugnisse sowie beim Anteil des Fremdbezugs. Je nach Ausprägung der Merkmale charakterisieren dann die Prozesstypen 2, 3 oder 4 die Anforderungsprofile. In der obigen Abb. 4-24 wird ganz rechts diese Mehrfachzuordnung verdeutlicht.

Im Hinblick auf eine passgerechte Organisation der Produktionsprozesse in der kundenindividuellen Massenproduktion werden im obigen Ebenenmodell den anforderungsbeschreibenden Prozesstypen integrierte Produktionssysteme der Produktionsorganisation gegenübergestellt. Sie verdeutlichen die verschiedenen Fähigkeitsprofile. Jedes integrierte Produktionssystem verbindet ebenenübergreifend die Fähigkeiten der zugrunde liegenden Organisationsform des Fertigungshauptprozesses mit den entsprechenden Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen zu einem ganzheitlichen organisatorischen Produktionssystem. Folgende Gegenüberstellungen von Prozesstypen und integrierten Produktionssystemen sind für die organisatorische Gestaltung der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion zweckmäßig:

- Integriertes Produktionssystem 2 und Prozesstyp 2
- Integriertes Produktionssystem 3 und Prozesstyp 3
- Integriertes Produktionssystem 4 und Prozesstyp 4
- Integriertes Produktionssystem 5 und die Mehrfachzuordnung des Sonderfalls Einzelplatzsystem

Diese Gegenüberstellungen sollen als Handlungsempfehlungen verstanden werden, die insbesondere auf die Organisation von abgestimmten Produktionsprozessen fokussieren. Sie unterliegen den zuvor angestellten Plausibilitätsüberlegungen aufgrund sachlogischer und technisch-technologischer sowie wirtschaftlicher Zusammenhänge. Die fünf integrierten Produktionssysteme veranschaulichen mittels ihrer senkrechten Projektionen über alle Ebenen des Modells, durch welche passgerechten Organisationsformen die einzelnen Teilprozesse aus räumlich-zeitlicher Sicht zu strukturieren sind. Sie sollen im Folgenden skizziert werden (vgl. obige Abb. 4-24). Nach der Beschreibung der integrierten Produktionssysteme 2 bis 5 wird das für die kundenindividuelle Massenproduktion nicht relevante integrierte Produktionssystem 1 ebenfalls dargestellt.

## Integriertes Produktionssystem 2

Vor allem für die Konzeptionen der freien Modularisierung ( $M_F$ ) und der massenhaften Fertigung von Unikaten (U) ist das integrierte Produktionssystem 2 passgerecht. Es basiert auf der Verknüpfung der Organisationsprinzipien Gruppenprinzip und Reihenverlauf. Die Anordnung der Betriebsmittel in unmittelbarer Nähe zueinander sowie die Weitergabe von Bauteilen in ganzen Fertigungslosen dominieren den Produktionsprozess. Dieses flexibilitätsorientierte Produktionssystem kommt insbesondere der Forderung nach, dass Potenzial der Differenzierungsoption auszunutzen. Trotz des von der kundenindividuellen Massenproduktion geforderten großen Mengenaspekts ist eine hohe Variantenvielfalt realisierbar. Die Variantenvielfalt und die Heterogenität der Fertigungsaufträge verursachen jedoch viele Nachteile, die wenigen Vorteile gegenüberstehen:

### Nachteile:

- Lange Durchlaufzeiten
- Schwankende Kapazitäten
- Unterschiedliche Transportanlaufpunkte
- Hoher Steuerungsaufwand
- Unterschiedliche Transportwege
- Diskontinuierliche Prozesse
- Hohe Bestände

### Vorteile:

- Hohe externe Varietät
- Sehr hohe qualitative Flexibilität
- Variierende technologische Bearbeitungsfolgen

Ausgehend von den zugrunde liegenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse des integrierten Produktionssystems 2 – gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt (GFA), flexibles Fertigungssystem (FFS) und Gruppenmontage (GM) – erweisen sich die folgenden Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen als passgerecht. Deren Passgerechtigkeit stützt sich jeweils auf die begründeten Wirkungszusammenhänge, die bereits in den angegebenen Abschnitten erläutert wurden:

- Ebene innerbetrieblicher Transport (vgl. Abb. 2-25, S. 56):
  - Primär: richtungsvariabler Lostransport (RLT)
  - Sekundär: ungerichteter Lostransport (ULT), richtungsvariabler Teillostransport (RTT)
- Ebene innerbetriebliche Lagerung (vgl. Abb. 2-38, S. 83):
  - Primär: integrierte Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung (IBL/ IAL)

- Sekundär: alle Varianten der Aufnahme-, Bereitstellungs- und Zwischenlagerung
- Ebene Informationsmanagement (vgl. Abb. 2-49, S. 107):
  - Primär: richtungsvariabler losspezifischer Informationsfluss (RLI)
  - Sekundär: richtungsvariabler teillosspezifischer Informationsfluss (RTI)
- Ebene Instandhaltung (vgl. Abb. 2-60, S. 125):
  - Primär: generalisierte zentrale Instandhaltung (GZI)
  - Sekundär: alle Varianten der zustandsorientierten Instandhaltung

### **Integriertes Produktionssystem 3**

Für die Konzeptionen der kundenindividuellen Vorproduktion ( $V_i$ ,  $V_s$ ), Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion ( $E_i$ ), quantitative und individuelle Modularisierung ( $M_Q$ ,  $M_i$ ) sowie für die massenhafte Fertigung von Unikaten ( $U$ ) ist das integrierte Produktionssystem 3 passgerecht. Es basiert auf der Verknüpfung der Organisationsprinzipien Reihenprinzip und kombinierter Verlauf. Die Betriebsmittel werden fertigungsflussorientiert in der Reihenfolge angeordnet, wie sie die Bearbeitung des überwiegenden Anteils des meist homogenen Teilesortiments erfordert. Die Teileweitergabe von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz erfolgt in Teillosten. Diese erzeugnisorientierte Organisation des Produktionsprozesses weist eine Vielzahl von Vorteilen auf, die wenigen Nachteilen gegenüberstehen:

#### **Nachteile:**

- Viele Transporte
- Schwankende Transportmengen
- Hohe Anlagenkosten
- Geringe qualitative Flexibilität

#### **Vorteile:**

- Kurze Transportwege
- Konstante Transportanlaufpunkte
- Kurze technologische Zyklen
- Geringer Steuerungsaufwand
- Kurze Warte-, Stillstands- und Liegezeiten
- Mittlere Mengen identischer Teile
- Gleiche technologische Bearbeitungsfolgen mit Überspringen
- Hoch kontinuierliche Prozesse
- Geringe interne Varietät



Ausgehend von den zugrunde liegenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse im integrierten Produktionssystem 3 – gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR), flexible Fließfertigung (FFF) und Reihenmontage (RM) – erweisen sich die folgenden Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen als passgerecht. Deren Passgerechtigkeit stützt sich jeweils auf die begründeten Wirkungszusammenhänge, die bereits in den angegebenen Abschnitten erläutert wurden:

- Ebene innerbetrieblicher Transport (vgl. Abb. 2-25, S. 56):
  - Primär: gerichteter Teillostransport (GTT), verketteter Teillostransport (VTT)
  - Sekundär: verketteter Einzelteiltransport (VET), gerichteter Einzelteiltransport (GET)
- Ebene innerbetriebliche Lagerung (vgl. Abb. 2-38, S. 83):
  - Primär: integrierte Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung (IBL/ IAL)
  - Sekundär: alle Varianten der Zwischen- und Pufferlagerung
- Ebene Informationsmanagement (vgl. Abb. 2-49, S. 107):
  - Primär: gerichteter teillospezifischer Informationsfluss (GTI)
  - Sekundär: gerichteter objektspezifischer Informationsfluss (GOI)
- Ebene Instandhaltung (vgl. Abb. 2-60, S. 125):
  - Primär: zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)
  - Sekundär: zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI), alle Varianten der zentralen Instandhaltung

Aus dem Blickwinkel der Organisation stellt das integrierte Produktionssystem 3 für sechs der neun Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion einen anforderungsgerechten Gestaltungsansatz dar. Das ist darauf zurückzuführen, dass dieses Produktionssystem in erster Linie auf eine hohe Kontinuität orientiert und darüber hinaus eine akzeptable Flexibilität erreichen kann. Dadurch kann insbesondere die Zielstellung erfüllt werden, die Potenziale der Kosten- und der Differenzierungsoption gleichzeitig auszuschöpfen. Bei geringer interner Varietät kann dem Kunden eine relativ große externe Varietät angeboten werden, ohne dass die Kosten unverhältnismäßig steigen. Dies ist vor allem möglich, indem die interne Varietät, also das Quantum an zu verarbeitenden Baugruppen und Einzelteilen, durch Ausnutzung von Verbundeffekten gering gehalten wird.

### Integriertes Produktionssystem 4

Für die Konzeptionen der generischen Modularisierung ( $M_G$ ) und für die Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion ( $E_S$ ) ist das integrierte Produktionssystem 4 passgerecht. Es basiert auf der Verknüpfung der Organisationsprinzipien Reihenprinzip und Parallelverlauf. Die Betriebsmittel werden fertigungsflussorientiert in der Reihenfolge angeordnet, wie sie für die Bearbeitung aller Bauteile notwendig ist. Die Weitergabe eines Bauteils erfolgt umgehend von einem Arbeitsplatz zum nächsten nach Beendigung des Arbeitsgangs. Dieses kontinuierlich orientierte Produktionssystem kommt insbesondere der Forderung nach, das Potenzial der Kostenoption auszunutzen. Kundenindividualisierte Erzeugnisse können angeboten werden, ohne dass die Kosten ihrer Herstellung stark ansteigen. Lagerungsprozesse finden im Allgemeinen nur aufgrund von nicht geplanten Prozessunterbrechungen statt. Folgende Vor- und Nachteile können zum Beispiel entstehen:

#### Nachteile:

- Geringe externe Varietät
- Hohe Anlagenkosten
- Hohe Störanfälligkeit
- Sehr geringe qualitative Flexibilität
- Gleiche technologische Bearbeitungsfolgen ohne Überspringen
- Verkettete Produktionssysteme
- Geringe qualitative Flexibilität

#### Vorteile:

- Sehr kurze Durchlaufzeiten
- Hoch kontinuierliche Prozesse
- Geringer Steuerungsaufwand
- Große Mengen identischer Teile
- Sehr kurze Warte- und Stillstandszeiten
- Keine Liegezeiten
- Überwiegend konstante Proportionen zwischen Kapazitätsangeboten und -bedarfen
- Geringe interne Varietät
- Konstante Transportanlaufpunkte
- Konstante Transportreihenfolgen
- Geringe Bestände

Ausgehend von den zugrunde liegenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse im integrierten Produktionssystem 4 – Fließfertigung (FF), starre Fließfertigung (SFF) und Fließmontage (FM) – erweisen sich die folgenden Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen als passgerecht. Deren Passgerechtigkeit stützt sich auf die begründeten Wirkungszusammenhänge, die bereits in den angegebenen Abschnitten erläutert wurden:

- Ebene innerbetrieblicher Transport (vgl. Abb. 2-25, S. 56):
  - Primär: verketteter Einzelteiltransport (VET), gerichteter Einzelteiltransport (GET)
  - Sekundär: gerichteter Teillostransport (GTT), verketteter Teillostransport (VTT)
- Ebene innerbetriebliche Lagerung (vgl. Abb. 2-38, S. 83):
  - Alle Varianten der Pufferlagerung
- Ebene Informationsmanagement (vgl. Abb. 2-49, S. 107):
  - Primär: verketteter arbeitgangspezifischer Informationsfluss (VAI), verketteter objektspezifischer Informationsfluss (VOI)
  - Sekundär: verketteter teillospezifischer Informationsfluss (VTI)
- Ebene Instandhaltung (vgl. Abb. 2-60, S. 125):
  - Primär: zustandsorientierte generalisierte dezentrale Instandhaltung (ZGD)
  - Sekundär: zustands- und objektorientierte integrierte Instandhaltung (ZOI), alle Varianten der zentralen Instandhaltung

### **Integriertes Produktionssystem 5**

Das integrierte Produktionssystem 5 wird den Anforderungen des Spezialfalls Einmaschinensystem gerecht. Es ist vor allem passgerecht bei den Konzeptionen der freien Modularisierung ( $M_F$ ) und der massenhaften Fertigung von Unikaten (U). Es basiert auf der Verknüpfung der Organisationsprinzipien Einzelplatzprinzip und Prinzip ohne Weitergabe (in der Teilefertigung) bzw. ohne Ortsveränderung (in der Montage). Der Produktionsprozess wird durch die Integration der erforderlichen Fertigungs- bzw. Montageverfahren dominiert. Eine Weitergabe von unfertigen Bauteilen zwischen den einzelnen Arbeitsgängen ist nicht notwendig. Ein Einmaschinensystem strebt die Komplettbearbeitung eines Fertigungsauftrags an, wodurch innerbetriebliche Transportprozesse nur zu ihrer Versorgung mit Bauteilen aus dem Wareneingangslager und zur Entsorgung von Fertigerzeugnissen in das Fertigwarenlager durchzuführen sind. Diese Transporte sind als organisationsformfremd zu betrachten. Innerhalb der Organisationsform finden keine Transportbewegungen statt.

Weitere Vor- bzw. Nachteile sind beispielsweise:

Nachteile:

- Hohe Anlagenkosten
- Hohe Störanfälligkeit
- Konstruktive Restriktionen (z. B. Produktgröße, Material)
- Begrenzte fertigungstechnische Eignung

Vorteile:

- Sehr kurze Durchlaufzeiten
- Hoch kontinuierliche Prozesse
- Nahezu keine Warte-, Stillstands- und Liegezeiten
- Hohe qualitative Flexibilität
- Sehr geringe Bestände
- Große externe Varietät

Wenn die Integrierbarkeit der benötigten Verfahren technisch-technologisch gegeben ist, löst sich das überwiegend gegensätzliche Verhalten von Kontinuität und Flexibilität auf und beide Faktoren können gleichzeitig ein hohes Niveau erreichen. Mit diesem integrierten Produktionssystem können die Potenziale der Kosten- und Differenzierungsoptionen bestmöglich ausgenutzt werden.

Ausgehend von den zugrunde liegenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse im integrierten Produktionssystem 5 – Einzelplatzfertigung (EPF), Bearbeitungszentrum (BAZ) und Einzelplatzmontage (EPM) – erweisen sich die folgenden Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen als passgerecht:

- Ebene innerbetrieblicher Transport (vgl. Abb. 2-25, S. 56):
  - Keine Transporte von Arbeits- bzw. Montageobjekten notwendig
- Ebene innerbetriebliche Lagerung (vgl. Abb. 2-38, S. 83):
  - Alle Varianten der integrierten Lagerung
- Ebene Informationsmanagement (vgl. Abb. 2-49, S. 107):
  - Alle Organisationsformen des Informationsmanagement
- Ebene Instandhaltung (vgl. Abb. 2-60, S. 125):
  - Zustandsorientierte generalisierte integrierte Instandhaltung (ZGI)

### **Integriertes Produktionssystem 1**

Aus Gründen der Vollständigkeit soll ebenfalls das integrierte Produktionssystem 1 erläutert werden, auch wenn es für die Organisation der kundenindividuellen Massenproduktion keine praktische Bedeutung hat. Es basiert auf der Verknüpfung der Organisationsprinzipien Werkstattprinzip und Reihenverlauf. Die Anordnung der Betriebsmittel erfolgt verfahrensorientiert in Werkstätten und die Arbeits- bzw. Montageobjekte werden in

ganzen Fertigungslosen weitergegeben. Folgende Vorteile stehen den Nachteilen gegenüber:

Nachteile:

- Sehr lange Durchlaufzeiten
- Stark schwankende Proportionen zwischen Kapazitätsangeboten und -bedarfen
- Hoher Steuerungsaufwand
- Viele unterschiedliche Transportanlaufpunkte
- Variierende Transportwege
- Sehr diskontinuierliche Prozesse
- Hohe Bestände
- Sehr lange Warte-, Stillstands- und Liegezeiten

Vorteile:

- Wenige Transporte
- Variierende technologische Bearbeitungsfolgen
- Sehr große externe Varietät
- Sehr hohe qualitative Flexibilität

Dieses integrierte Produktionssystem 1 ist vor allem in der Lage, hoch flexibel auf Kundenbedürfnisse einzugehen. Die durchsetzbare Stückzahl ist jedoch für Produktionsprozesse in der kundenindividuellen Massenproduktion unzureichend.

Ausgehend von den zugrunde liegenden Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse im integrierten Produktionssystem 1 – Werkstattfertigung (WF), kontinuierliche Werkstattfertigung (KWF) und Werkstattmontage (WM) – erweisen sich folgende Organisationsformen der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen als passgerecht. Deren Passgerechtigkeit stützt sich auf die begründeten Wirkungszusammenhänge, die bereits in den angegebenen Abschnitten erläutert wurden:

- Ebene innerbetrieblicher Transport (vgl. Abb. 2-25, S. 56):
  - Primär: ungerichteter Lostransport (ULT)
  - Sekundär: richtungsvariabler Lostransport (RLT), ungerichteter Teillos-transport (UTT)
- Ebene innerbetriebliche Lagerung (vgl. Abb. 2-38, S. 83):
  - Primär: integrierte Bereitstellungs- und Aufnahmelagerung (IBL/ IAL)
  - Sekundär: alle Varianten der Aufnahme-, Bereitstellungs- und Zwischenlagerung
- Ebene Informationsmanagement (vgl. Abb. 2-49, S. 107):
  - Primär: ungerichteter losspezifischer Informationsfluss (ULI)
  - Sekundär: ungerichteter teillosspezifischer Informationsfluss (UTI)

- Ebene Instandhaltung (vgl. Abb. 2-60, S. 125):
  - Alle Varianten der zentralen Instandhaltung (ZI)

## 4.7 Zusammenfassung

Die integrierten Produktionssysteme besitzen durch die jeweilige passgerechte Auswahl von Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse und der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen unterschiedliche Fähigkeitsprofile zur Erfüllung differenzierter Fertigungsaufgaben. Diese differenzierten Fertigungsaufgaben ergeben sich bei der kundenindividuellen Massenproduktion durch die Anforderungsprofile der verschiedenen Konzeptionen. Durch die anforderungsgerechte Zuordnung von integrierten Produktionssystemen und Konzeptionen wurden abgestimmte organisatorische Gestaltungslösungen identifiziert, die die Realisierung der kundenindividuellen Massenproduktion aus Sicht der Produktionsorganisation auf einem hohen wirtschaftlichen Niveau ermöglichen. Diese Zuordnung erfolgte stets mit der Fokussierung auf die Kontinuität und/ oder die Flexibilität. Die Flexibilität spiegelt insbesondere die Differenzierungsoption wider, die Kontinuität die Kostenoption. Beide Optionen sind für die Produktion von kundenindividualisierten Erzeugnissen essentiell. Abb. 4-25 bildet die unterste Ebene des Modells ab, die einen Vergleich der Konzeptionen bezüglich ihrer Fähigkeiten zur Kontinuität und Flexibilität realisiert.

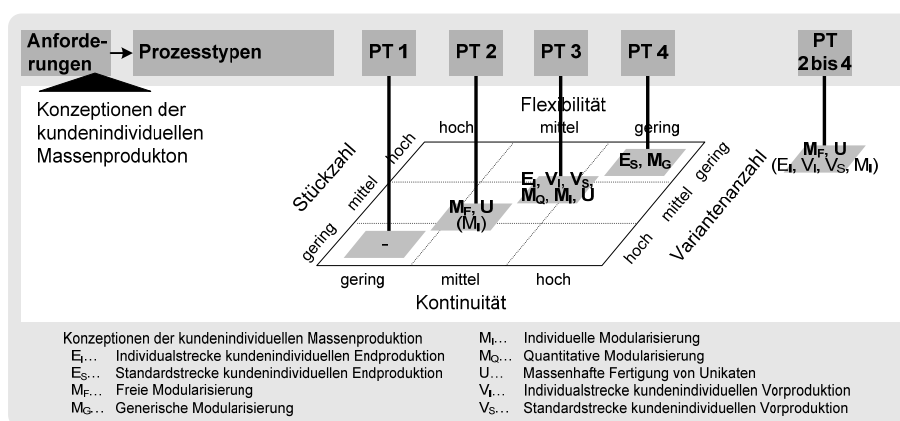


Abb. 4-25: Kontinuität und Flexibilität der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

Die Einordnung der neun Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion in die obige Abbildung erlaubt eine tendenzielle Aussage über deren Flexibilität und Kontinuität. Die Grenzen bzw. Stufen ihrer Einordnung verlaufen dabei fließend.

Ein hohes Maß an Kontinuität beruht auf der Bearbeitung von

- homogenen Teilesortimenten,
- die eine fertigungsflussorientierte Anordnung der Betriebsmittel,
- eine umgehende Weitergabe der Bauteile von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz sowie
- gleiche technologische Bearbeitungsfolgen erlauben.

Durch die Fokussierung auf die Kostenoption ist das erreichbare Flexibilitätsniveau eher als gering einzuschätzen. Diese Anforderungen sind insbesondere bei der Organisation der Konzeptionen Standardstrecke der kundenindividuellen Endproduktion ( $E_S$ ) und generische Modularisierung ( $M_G$ ) umzusetzen. Die organisatorische Gestaltung ablaufender Produktionsprozesse dieser beiden Konzeptionen kann bestmöglich durch das integrierte Produktionssystem 4 erfolgen.

Demgegenüber kann ein hohes Maß an Flexibilität dann erreicht werden, wenn

- heterogene Fertigungsaufträge durch
- variierende technologische Bearbeitungsfolgen lösbar sind,
- die beispielsweise durch gruppenspezifische Anordnungen der Betriebsmittel und
- anpassungsfähige Teiletransporte unterstützt werden.

Durch die hier angestrebte Umsetzung der Differenzierungsoption kann nur ein geringes bis mittleres Niveau der Kontinuität erzielt werden. Flexible Produktionsprozesse sind insbesondere für die organisatorische Gestaltung der Konzeptionen freie Modularisierung ( $M_F$ ) und massenhafte Fertigung von Unikaten ( $U$ ) erforderlich. Produktionsprozesse für diese beiden Konzeptionen können insbesondere durch das integrierte Produktionssystem 2 organisiert werden.

Die verbleibenden fünf Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion

- Individualstrecke der kundenindividuellen Endproduktion ( $E_I$ ),
- Individualstrecke der kundenindividuellen Vorproduktion ( $V_I$ ),
- Standardstrecke der kundenindividuelle Vorproduktion ( $V_S$ ),
- quantitative Modularisierung ( $M_Q$ ) und
- individuelle Modularisierung ( $M_I$ )

erfordern bei der organisatorischen Gestaltung der Produktionsprozesse sowohl die Umsetzung der Kosten- als auch der Differenzierungsoption. Durch diese doppelte Orientie-

rung können gleichzeitig mittlere Maße bei der Flexibilität und auch bei der Kontinuität erreicht werden. Diese Konzeptionen können organisatorisch insbesondere durch das integrierte Produktionssystem 3 gestaltet werden.

Beim integrierten Produktionssystem 5 werden die notwendigen Fertigungsverfahren in einem Arbeitsplatz zusammengefasst. Es nimmt damit eine Sonderstellung im sonst überwiegend gegensätzlichen Verhalten von Kontinuität und Flexibilität ein. Es ist in der Lage zugleich hohe Niveaus bei Kontinuität und Flexibilität zu erreichen bzw. die Kosten- und Differenzierungsoptionen in gleichem Maße umzusetzen.

Das integrierte Produktionssystem 1 besitzt für die organisatorische Umsetzung der kundenindividuellen Massenproduktion keine praktische Relevanz. Grundsätzlich ist es in der Lage eine hohe qualitative Flexibilität zu erreichen. Das Niveau der Kontinuität wird eher als gering eingeschätzt.

Auf eine Besonderheit soll an dieser Stelle hingewiesen werden. Die Organisation der kundenindividuellen Endproduktion und der kundenindividuellen Vorproduktion erfordert die Kopplung von zwei integrierten Produktionssystemen. Diese Kopplung beruht auf der Splittung ihrer Produktionsprozesse in eine Standardstrecke und in eine Individualstrecke (vgl. Abschnitt 3.4.1, S. 200), die jeweils eigenständig organisiert werden sollten:

- Bei der kundenindividuellen Vorproduktion ist die Organisation beider Teilstrecken durch integrierte Produktionssysteme des Typs 3 realisierbar und beruht demzufolge auf denselben räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien und -formen. Die Kopplung der Individualstrecke mit der anschließenden Standardstrecke kann hier problemlos erfolgen.
- Bei der kundenindividuellen Endproduktion sollte die vorgelagerte Standardstrecke durch ein integriertes Produktionssystem 4 und die anschließende Individualstrecke durch ein integriertes Produktionssystem des Typs 3 organisiert werden. Es ist ein Übergang zu schaffen, der in der Lage ist, aufbauend auf der hohen Kontinuität der Standardstrecke in einen individualisierenden Prozessabschnitt überzugehen, mit dessen Flexibilität den differenzierten Kundenwünschen entsprochen werden kann. Dabei kommt es zu einem Wechsel vom Reihenprinzip mit Parallelverlauf (Typ 4) zu einem Reihenprinzip mit kombiniertem Verlauf (Typ 3). Einerseits besteht das Problem dabei darin, eine Weitergabeveränderung von der



Einzelteilweitergabe zur Transportlosweitergabe zu organisieren, die andererseits gleiche technologische Bearbeitungsfolgen mit Überspringen in der Individualstrecke ermöglicht.

## 5 Schlussbetrachtungen

Die kundenindividuelle Massenproduktion ist eine Unternehmensstrategie, die es industriellen Unternehmen ermöglicht, kundenindividualisierte Produkte zu Preisen anzubieten, die gegenüber kundenanonymen Standardprodukten konkurrenzfähig sind. Sie verfolgt damit simultan die PORTER'schen Wettbewerbsstrategien Kostenführerschaft und Differenzierung. Im Produktionsbereich erfordern diese gegensätzlichen Zielsetzungen sowohl eine hohe Flexibilität, um die Wünsche der Kunden zu realisieren, als auch eine hohe Kontinuität, um die Kosten der Herstellung wettbewerbsorientiert gestalten zu können.

Das Hauptziel der vorgelegten Arbeit bestand darin, theoretisch mögliche Gestaltungslösungen im Bereich der Organisation der Produktion zu identifizieren, die in ihrer Gesamtheit den differenzierten Anforderungen der kundenindividuellen Massenproduktion entsprechen können. Diese Forschungsaufgabe leitet sich aus zwei Problemstellungen ab. Erstens beschäftigen sich bisherige Forschungsleistungen vorrangig mit Teilbereichen der Organisation von Fertigungshauptprozessen und ausgewählten fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen. Eine zusammenhängende Untersuchung in dieser Arbeit verbindet diese Teillösungen zu einem holistischen Modell, das aus Sicht der Organisation Teillösungen zwischen einzelnen Prozessen zu ganzheitlichen Strukturen verknüpft. Zweitens lässt die analysierte Literatur zur kundenindividuellen Massenproduktion eine Betrachtung vermissen, die sich mit konkreten strukturellen Umsetzungsvorschlägen in der Organisation des Produktionsbereichs beschäftigen. Diesem Umstand wird ebenfalls abgeholfen.

Für die Erreichung des Hauptziels wurden die drei eingangs formulierten Teilziele sukzessiv bearbeitet. Im ersten Teilziel in Kapitel zwei war es notwendig, den aktuellen Forschungsstand zu theoretisch möglichen Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse Teilefertigung und Montage sowie für die sie unterstützenden fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen innerbetrieblicher Transport, innerbetriebliche Lagerung, Informationsmanagement und Instandhaltung zu analysieren und auf bestehende Wirkungszusammenhänge zu untersuchen und weiterzuentwickeln. Die Weiterentwicklung besteht einerseits in der systematischen Charakterisierung relevanter Fähigkeitsprofile analysierter Organisationsformen und andererseits in der erstmals durchgeführten Untersuchung

der Interdependenzen zwischen den Organisationsformen fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen und der Montage. Technisch-technologische und vor allem wirtschaftlich sinnvolle Kombinationen von Organisationsformen wurden ausgewählt und zu integrierten Produktionssystemen verknüpft.

Im Ergebnis liegt ein Ebenenmodell vor, das fünf identifizierte integrierte Produktionssysteme systematisiert und die bestehenden Interdependenzen zwischen den verschiedenen Organisationsformen abbildet. Jedes integrierte Produktionssystem stellt aus Sicht der Organisation ein ganzheitliches Fähigkeitsprofil dar, das in der Lage ist, die Anforderungsprofile der vier grundlegenden Prozesstypen zu erfüllen. Auf Grundlage der Prozesstypen wurden die Anforderungsprofile der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion abgeleitet. Für diese wurden passgerechte integrierte Produktionssysteme bestimmt, die die Fähigkeitsprofile besitzen, die gestellten Anforderungen mit bestmöglicher Wirtschaftlichkeit zu lösen.

Das zweite Teilziel in Kapitel drei verfolgte die Aufgabe, die kundenindividuelle Massenproduktion zu charakterisieren. Durch die Analyse der relevanten Literatur waren zunächst die Fragen zu klären, was unter den Begriffen „kundenindividuell“ und „Massenproduktion“ zu verstehen ist. Im Zuge einer semantischen Begriffsdeutung und einer Typisierung konnte festgestellt werden, dass diese beiden Begriffe den zu beschreibenden Sachverhalt unzureichend kennzeichnen. Stattdessen wurde der Terminus „kundenindividualisierte Serienfertigung“ vorgeschlagen, der das Wesen und den Mengenaspekt des untersuchten Gegenstands einwandfrei charakterisiert.

Die Vielzahl der in der Literatur aufgeführten Systematiken, die einen Beitrag zur theoretischen Umsetzung der kundenindividuellen Massenproduktion anbieten, wurde auf insgesamt neun Konzeptionen reduziert. Sie stellen Gestaltungsansätze dar, für die es eigenständige Organisationslösungen zu finden galt. Dazu war es notwendig, Anforderungsprofile aus den unterschiedlichen Erfordernissen der Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion abzuleiten, auf die mit adäquaten Fähigkeitsprofilen der Produktionsorganisation zu reagieren ist.

Im vierten Kapitel baut das dritte Teilziel dieser Arbeit auf den Resultaten der beiden vorherigen auf. Mittels eines Ebenenmodells wurden den Fähigkeitsprofilen der Produktionsorganisation die Anforderungsprofile der Konzeptionen kundenindividueller Massenproduktion gegenübergestellt. Es konnten anforderungsgerechte Organisationsformen der Fertigungshauptprozesse und der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen abgeleitet werden, die insbesondere für die räumliche und zeitliche Strukturierung der Konzeptionen geeignet sind. Abschließend wurde dargelegt, wie es den identifizierten konzeptionsgerechten Organisationsformen gelingt, die gegensätzlichen Zielstellungen Kostführerschaft und Differenzierung umzusetzen.

Die anforderungsgerechten integrierten Produktionssysteme als Ergebnisse dieser theoretisch-konzeptionellen Arbeit sollen als Handlungsempfehlungen für die praktische Umsetzung einer komplexen Organisation von Produktionsprozessen verstanden werden. Dabei standen neben den wertschöpfenden Prozessen auch die erforderlichen fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen im Mittelpunkt der Untersuchungen, durch die erst eine produktive Leistungserstellung ermöglicht wird. Der Einsatz ausgewählter integrierter Produktionssysteme in Unternehmen kann entweder auf der Grundlage der Identifikation des Prozesstyps oder aufgrund des Anforderungsprofils der relevanten Konzeption der kundenindividuellen Massenproduktion erfolgen.

Im Allgemeinen sollen Modelle in abstrahierter Weise die Realität abbilden und wirtschaftliche Lösungen bei Entscheidungen generieren<sup>410</sup>. Das hier entwickelte Ebenenmodell, das eine Ableitung passgerechter Organisationslösungen für die Konzeptionen der kundenindividuellen Massenproduktion ermöglicht, basiert auf Plausibilitätsüberlegungen und sachlogischen Wirkungszusammenhängen. Es stellt ein idealisiertes Organisationsmodell mit idealtypischen Prozessen dar, das gegebenenfalls bei einer Übertragung auf praktische Sachverhalte anzupassen ist. Durch die Abstraktion auf grundlegende Interdependenzen zwischen den einzelnen Ebenen werden wesentliche Einflussfaktoren beachtet, wodurch das komplexe Entscheidungsproblem der organisatorischen Gestaltung von integrierten Produktionssystemen für die kundenindividuelle Massenproduktion bewältigt werden kann.

---

<sup>410</sup> Vgl. BEA/ DICHTL et al. (2000) - Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 328 f.

Das entwickelte Ebenenmodell kann durch anschließende Forschungsarbeiten um weitere fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen wie beispielsweise das Qualitätsmanagement oder das Produktionscontrolling und deren Organisation ergänzt werden. Ebenfalls können die Fragen beantwortet werden, wie und welche organisatorischen Gestaltungslösungen der Produktionsplanung und -steuerung in dieses Modell passen. Neben den horizontalen Modellerweiterungen können auch vertikal vor- bzw. nachgelagerte Prozesse, wie Arbeitsvorbereitung und Versand integriert werden. Zukünftige ingenieurwissenschaftliche Arbeiten sollten untersuchen, welche technischen Gestaltungsprinzipien der Technikteilsysteme zusätzliche Ergiebigkeitspotenziale generieren können.

Unabhängig von den Anforderungsprofilen der kundenindividuellen Massenproduktion sind die integrierten Produktionssysteme und ihre Fähigkeitsprofile auch auf andere produktionsprogrammbezogene Erfordernisse anwendbar. Über die Charakterisierung durch Prozesstypen kann jedes vom Unternehmen produzierbare Erzeugnisprogramm den anforderungsgerechten integrierten Produktionssystemen zugeordnet werden. Das Ebenenmodell hält hierfür organisatorische Gestaltungslösungen bereit.

## Literaturverzeichnis

**ABELS**, Heinz (2006): Identität. Über die Entstehung des Gedankens, dass der Mensch ein Individuum ist, den nicht leicht zu verwirklichenden Anspruch auf Individualität und die Tatsache, dass Identität in Zeiten der Individualisierung von der Hand in den Mund lebt. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaft.

**ADAM**, Dietrich (1998): Die Komplexitätsfalle. In: ADAM, Dietrich (Hg.): Komplexitätsmanagement. Schriften zur Unternehmensführung. Wiesbaden: Gabler, S. 5-28.

**ADAM**, Dietrich (2001): Produktions-Management. 9. Auflage. Wiesbaden: Gabler.

**ADAM**, Dietrich; **BACKHAUS**, Klaus; **THONEMANN**, Ulrich W.; **VOETH**, Markus (2004): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Koordination betrieblicher Entscheidungen. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

**AGGTELEKY**, Béla (1990): Fabrikplanung. Werkentwicklung und Betriebsrationalisierung. 2. Auflage. München: Hanser.

**ALFORD**, Dave; **SACKET**, Peter; **NELDER**, Geoff (2000): Mass customisation - an automotive perspective. In: International Journal of Production Economics. Jg. 65, H. 1, S. 99-110.

**AMARO**, Graça; **HENDRY**, Linda; **KINGSMAN**, Brian (1999): Competitive advantage, customisation and a new taxonomy for non make-to-stock companies. In: International Journal of Operations & Production Management. Jg. 19, H. 4, S. 349-371.

**ANDERSON**, David M. (1997): Agile product development for mass customization. How to develop and deliver products for mass customization, niche markets, JIT, build-to-order, and flexible manufacturing. Chicago: Irwin.

**ARNOLD**, Hans; **BORCHERT**, Hans; **FINGER**, Herbert; **GRAICHEN**, Dieter; **POLASCHEWSKI**, Edwin; **SCHMIDT**, Johannes (1977): Sozialistische Betriebswirtschaft für Ökonomen. Berlin: Die Wirtschaft.

**ARNOLD**, Hans; **BORCHERT**, Hans; **SCHMIDT**, Johannes (1975): Der Produktionsprozeß im Industriebetrieb. 4. Auflage. Berlin: Die Wirtschaft.

**ASIABANPOUR**, Bahram; **MOKHTAR**, Alireza; **HOUSHMAND**, Mahmoud (2008): Rapid manufacturing. In: KAMRANI, Ali K.; NASR, Emad S. Abouel (Hg.): Collaborative engineering. Theory and practice. New York: Springer, S. 127-152.

**BACKHAUS**, Klaus; **VOETH**, Markus (2010): Industriegütermarketing. 9. Auflage. München: Vahlen.

**BANDTE**, Henning (2007): Komplexität in Organisationen. Organisationstheoretische Betrachtungen und agentenbasierte Simulation. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**BARTUSCHAT, Martin; KRAWITZ, Günther (2006):** Kundenindividuelle Produktstruktur am Beispiel Omnibus. In: LINDEMANN, Udo; REICHWALD, Ralf; ZÄH, Michael F. (Hg.): Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 201-220.

**BAUMERT, Katja (2003):** Wettbewerbsvorteile durch fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen. Diplomarbeit. Universität Rostock.

**BEA, Franz Xaver; DICHTL, Erwin; SCHWEITZER, Marcell (2000):** Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Band 1: Grundfragen. Stuttgart: Lucius & Lucius.

**BECK, Ulrich (1986):** Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

**BENKENSTEIN, Martin; UHRICH, Sebastian (2009):** Strategisches Marketing. Ein wettbewerbsorientierter Ansatz. 3. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.

**BERGER, Karl-Heinz (1967):** Organisationstypen der Produktion. In: AGTHE, Klaus; BLOHM, Hans; SCHNAUFER, Erich (Hg.): Handbücher für Führungskräfte. Industrielle Produktion. Baden-Baden, Bad Homburg vor der Höhe: Gehlen, S. 177-188.

**BERMAN, Barry (2002):** Should your firm adopt a mass customization strategy. In: Business Horizons. Jg. 45, H. 4, S. 51-60.

**BERNHARDT, Dan; LIU, Qihong; SERFES, Konstantinos (2007):** Product customization. In: European Economic Review. Jg. 51, H. 6, S. 1396-1422.

**BLAHO, Robert (2001):** Massenindividualisierung. Erstellung integrativer Leistungen auf Massenmärkten. Dissertation. Universität St. Gallen.

**BLECKER, Thorsten; ABDELKAFI, Nizar (2006):** Mass customization: state-of-the-art and challenges. In: BLECKER, Thorsten; FRIEDRICH, Gerhard (Hg.): Mass customization: challenges and solutions. New York: Springer, S. 1-25.

**BLECKER, Thorsten; DULLNIG, Herwig; MALLE, Franz (2003):** Produktkonfiguration. Kundenkohärente und kundeninhärente Produktkonfiguration in der Mass Customization. In: Industrie Management. Jg. 19, H. 1, S. 21-24.

**BLECKER, Thorsten; FRIEDRICH, Gerhard; KALUZA, Bernd; ABDELKAFI, Nizar; KREUTLER, Gerold (2005):** Information and management systems for product customization. New York: Springer.

**BLOECH, Jürgen (2001):** Einführung in die Produktion. 4. Auflage. Heidelberg: Physica.

**BLOHM, Hans (2008):** Produktionswirtschaft. 4. Auflage. Herne: Neue Wirtschafts-Briefe.

**BOCK, Stefan (2000):** Modelle und verteilte Algorithmen zur Planung getakteter Fließlinien. Ansätze zur Unterstützung eines effizienten Mass Customization. Wiesbaden: Gabler.

**BOCK**, Stefan (2006): A new mixed-model assembly line planning approach for an efficient variety steering integration. In: BLECKER, Thorsten; FRIEDRICH, Gerhard (Hg.): Mass customization: challenges and solutions. New York: Springer, S. 187-210.

**BÖHM**, Rolf; FUCHS, Emmerich (2002): System-Entwicklung in der Wirtschaftsinformatik. 5. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag.

**BÖHME**, Curt; BORGHARDT, Joachim; KIRBERG, Anton (1969): Informationsbuch für Technologen. Metallverarbeitende Industrie. 4. Auflage. Berlin: Technik.

**BOPP**, Felix (2010): Rapid Manufacturing. Zukünftige Wertschöpfungsmodelle durch generative Fertigungsverfahren. Hamburg: Diplomica.

**BRABAZON**, Philip G.; MACCARTHY, Bart L. (2006): Order fulfillment models for the catalog mode of mass customization. A review. In: BLECKER, Thorsten; FRIEDRICH, Gerhard (Hg.): Mass customization: challenges and solutions. New York: Springer, S. 211-232.

**BRILLOWSKI**, Karl-Heinz (1985): Die Nutzung objektiver Prozeßgesetzmäßigkeiten zur Erhöhung der Wirksamkeit der operativen Leitung von Produktionsprozessen. Dissertation. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock.

**BROWN**, Steve; BESSANT, John (2003): The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing - an exploratory study. In: International Journal of Operations & Production Management. Jg. 23, H. 7-8, S. 707-730.

**BULLINGER**, Hans-Jörg; WAGNER, Frank; KÜRÜMLÜOĞLU, Mehmet; BRÖCKER, Andreas (2003): Towards the extended user oriented shoe enterprise. Enabling information technologies for process management of mass customization using the example of the footwear industry. In: TSENG, Mitchell M.; PILLER, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 451-463.

**CASTAN**, Edgar (1963): Typologie der Betriebe. Stuttgart: Poeschel.

**COATES**, Joseph (1995): Customization promises sharp competitive edge. In: Research Technology Management. Jg. 38, H. 6, S. 1-6.

**COMSTOCK**, Mica (2004): Production systems for mass customization. Bridging theory and practice. Dissertation. Universität Linköping.

**COULTER**, Philip B. (1989): Measuring inequality. A methodological handbook. Boulder: Westview Press.

**CORSTEN**, Hans (2007): Produktionswirtschaft. Einführung in das industrielle Produktionsmanagement. 11. Auflage. München: Oldenbourg.

**CORSTEN**, Hans; DRESCH, Kai-Michael; GÖSSINGER, Ralf (2005): Wettbewerbsstrategien für Dienstleistungen. Konzeptionelle Grundlagen und Ansatzpunkte für Konkretisierungen. In: CORSTEN, Hans; GÖSSINGER, Ralf (Hg.): Dienstleistungsökonomie. Beiträge zu einer theoretischen Fundierung. Berlin: Duncker & Humblot, S. 361-403.



**CORSTEN**, Hans; **GÖSSINGER**, Ralf (2007): Dienstleistungsmanagement. München, Wien: Oldenbourg.

**DA SILVEIRA**, Giovani; **BORENSTEIN**, Denis; **FOGLIATTO**, Flávio S. (2001): Mass customization: literature review and research directions. In: International Journal of Production Economics. Jg. 72, H. 1, S. 1-13.

**DANGELMAIER**, Wilhelm (2001): Fertigungsplanung. Planung von Aufbau und Ablauf der Fertigung. Grundlagen, Algorithmen und Beispiele. 2. Auflage. Berlin et al.: Springer.

**DAVIS**, Stanley M. (1987): Future perfect. Reading: Addison-Wesley.

**DIETRICH**, Helmut; **PFEIFER**, Hans-Dieter (1979): Der Produktionsprozeß im sozialistischen Industriebetrieb. In: o. V.: Betriebsökonomik. Industrie. Berlin: Die Wirtschaft, S. 13-73.

**DOLEZALEK**, Carl Martin; **WARNECKE**, Hans-Jürgen (1981): Planung von Fabrikanlagen. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

**DOMBROWSKI**, Uwe; **PALLUCK**, Markus; **SCHMIDT**, Stefan (2006): Strukturelle Analyse Ganzheitlicher Produktionssysteme. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. Jg. 101, H. 3, S. 114-118.

**DOMSCHKE**, Wolfgang; **SCHOLL**, Armin (2005): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Eine Einführung aus entscheidungsorientierter Sicht. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

**DOTY**, D. Harold; **GLICK**, William H. (1994): Typologies as a unique form of theory building: toward improved understanding and modeling. In: Academy of Management Review. Jg. 19, H. 2, S. 230-251.

**DREWS**, Raik (2006): Organisationsformen der Produktionslogistik. Konzeptionelle Gestaltung und Analyse der Wechselbeziehungen zu den Organisationsformen der Teilefertigung. Aachen: Shaker.

**DURAY**, Rebecca (2002): Mass customization origins: mass or custom manufacturing. In: International Journal of Operations & Production Management. Jg. 22, H. 3, S. 314-328.

**DURAY**, Rebecca (2004): Mass customizers' use of inventory, planning techniques and channel management. In: Production Planning & Control. Jg. 15, H. 4, S. 412-421.

**DURAY**, Rebecca; **WARD**, Peter T.; **MILLIGAN**, Glenn W.; **BERRY**, William L. (2000): Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. In: Journal of Operations Management. Jg. 18, H. 6, S. 605-625.

**EISFELD**, Curt (1951): Zur Lehre von der Gestaltung der Unternehmung. In: Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung. Jg. 3, S. 289-320 und 2. Teil S. 337-353.

**ELDERS**, Volker; **ZIMMERMANN**, Jens; **SCHÖNING**, Sebastian (2003): Erfolgsfaktoren der Produktion. Welche Faktoren in der Produktion nachhaltig Wettbewerbsvorteile am Markt schaffen, zeigt die "Produktionsstudie 2003". In: io new management. Jg. 72, H. 9, S. 28-33.

**ENGEL**, Karl H.; **BÖSHERZ**, Friedrich (1967): Die Automation und ihre Probleme. In: **AGTHE**, Klaus; **BLOHM**, Hans; **SCHNAUFER**, Erich (Hg.): Handbücher für Führungskräfte. Industrielle Produktion. Baden-Baden, Bad Homburg vor der Höhe: Gehlen, S. 201-225.

**ENGELHARDT**, Werner Hans; **KLEINALTENKAMP**, Michael; **RECKENFELDERBÄUMER**, Martin (1993): Leistungsbündel als Absatzobjekte. Ein Ansatz zur Überwindung der Dichotomie von Sach- und Dienstleistungen. In: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*. Jg. 45, H. 5, S. 395-426.

**EVERSHEIM**, Walter (1989): Organisation in der Produktionstechnik. Band 4. Fertigung und Montage. 2. Auflage. Düsseldorf: VDI-Verlag.

**EVERSHEIM**, Walter; **SCHUH**, Günther (1996): Produktion und Management. Betriebshütte Teil 2. 7. Auflage. Berlin et al.: Springer.

**FACKELMEYER**, Arno (1966): Materialfluß. Planung und Gestaltung. Düsseldorf: VDI-Verlag.

**FLECK**, Andree (1995): Hybride Wettbewerbsstrategien. Zur Synthese von Kosten und Differenzierungsvorteilen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**FLIEß**, Sabine (2009): Dienstleistungsmanagement. Kundenintegration gestalten und steuern. Wiesbaden: Gabler.

**FORZA**, Cipriano; **SALVADOR**, Fabrizio (2006): HRM policies for mass customization. In: **BLECKER**, Thorsten; **FRIEDRICH**, Gerhard (Hg.): Mass customization: challenges and solutions. New York: Springer, S. 251-269.

**FRITZ**, Elke (2001): Neue Dimensionen beim Laser-Sintern für die effiziente Gussteilfertigung. Mit zwei Lasern mehr als doppelt produktiv. In: *Giesserei-Praxis*. Jg. 52, H. 11, S. 442-444.

**FÜRDERER**, Ralph (1996): Option and component bundling under demand risk. Mass customization strategies in the automobile industry. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**GARBE**, Bernd (1998): Industrielle Dienstleistungen. Einfluß und Erfolgsfaktoren. Wiesbaden: Gabler.

**GARUD**, Raghu; **KUMARASWAMY**, Arun (2003): Technological and organizational designs for realizing economies of substitution. In: **GARUD**, Raghu; **KUMARASWAMY**, Arun; **LANGLOIS**, Richard N. (Hg.): Managing in the modular age. Architectures, networks, and organizations. Malden et al.: Blackwell, S. 45-77.

**GAUSMANN**, Oliver (2008): Kundenindividuelle Wertschöpfungsnetze. Gestaltungsempfehlungen unter Berücksichtigung einer auftragsorientierten Produktindividualisierung. Wiesbaden: Gabler.

**GEBHARDT**, Andreas (2007): Generative Fertigungsverfahren. Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Rapid Manufacturing. 3. Auflage. München: Hanser.

**GIENKE**, Helmuth; **KÄMPF**, Rainer (2007): Handbuch Produktion. Innovatives Produktionsmanagement: Organisation, Konzepte, Controlling. München: Hanser.

**GILMORE**, James H.; **PINE**, Joseph B. (1997): The four faces of mass customization. In: Harvard Business Review. Jg. 75, H. 1, S. 91-101.

**GLAZER**, Rashi (1999): Winning in smart markets. In: Sloan Management Review. Jg. 40, H. 4, S. 59-69.

**GÖPFERT**, Jan; **STEINBRECHER**, Michael (2000): Modulare Produktentwicklung leistet mehr. Warum Produktarchitektur und Projektorganisation gemeinsam gestaltet werden müssen. In: Harvard-Business Manager. Jg. 22, H. 3, S. 20-30.

**GÖSSINGER**, Ralf (2005): Dienstleistungen als Problemlösungen. Eine produktionstheoretische Analyse auf der Grundlage von Eigenschaften. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**GRÄBLER**, Iris (2004): Kundenindividuelle Massenproduktion. Entwicklung, Vorbereitung der Herstellung, Veränderungsmanagement. Berlin: Springer.

**GROBE-OETRINGHAUS**, Wigand F. (1974): Fertigungstypologie. Unter dem Gesichtspunkt der Fertigungsablaufplanung. Berlin: Duncker & Humblot.

**GRUNDIG**, Claus-Gerold (2009): Fabrikplanung. Planungssystematik - Methoden - Anwendungen. München: Hanser.

**GRYTSCH**, Gerd (2011): Organisationsformen des Informationsmanagements. Theoretische Grundlagen, Organisationsprinzipien und Gestaltungsansätze. Aachen: Shaker.

**GÜNTHER**, Hans-Otto; **TEMPELMEIER**, Horst (2005): Produktion und Logistik. 6. Auflage. Berlin et al.: Springer.

**GÜNTHNER**, Willibald A.; **WILKE**, Michael; **ZÄH**, Michael F.; **AULL**, Florian; **RUDOLF**, Henning (2006): Produktion individualisierter Produkte. In: **LINDEMANN**, Udo; **REICHWALD**, Ralf; **ZÄH**, Michael F. (Hg.): Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 63-87.

**GUSTMANN**, Karl-Heinz; **WOLFF**, Peter (1976): Zur Wirkungsweise der Gesetzmäßigkeiten des arbeitsteiligen Produktionsprozesses in Industriebetrieben, dargestellt am Beispiel des Schiffbaus. Rostock: Verlag der Wilhelm-Pieck-Universität.

**GUTENBERG**, Erich (1955): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Die Produktion. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

**GUTENBERG**, Erich (1983): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Die Produktion. 24. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

**HACKER**, Winfried (2008): Informationsflussgestaltung als Arbeits- und Organisationsoptimierung. Jenseits des Wissensmanagements. Zürich: vdf Hochschulverlag.

**HANSMANN**, Karl-Werner (2001): Industrielles Management. 7. Auflage. München: Oldenbourg.

**HART**, Christopher W. L. (1995): Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits. In: International Journal of Service Industry Management. Jg. 6, H. 2, S. 36-45.

**HAUN**, Matthias (2007): Handbuch Robotik. Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter. Berlin et al.: Springer.

**HEBER**, Arthur; **NOWAK**, Paul (1933): Betriebstyp und Abrechnungstechnik in der Industrie. Ein Beitrag zur Branchenforschung. In: o. V.: Festschrift für Eugen Schmalenbach. Gewidmet von Schülern und vom Verlage. Leipzig: Glöckner, S. 141-172.

**HEINZL**, Joachim; **HARNISCH**, Jan; **IRLINGER**, Franz; **HOFFMANN**, Hartmut; **PETRY**, Raphael; **STANCHEV**, Stanislav; **ZÄH**, Michael F.; **ULRICH**, Christopher (2006): Technologien für die Fertigung individualisierter Produkte. In: LINDEMANN, Udo; **REICHWALD**, Ralf; **ZÄH**, Michael F. (Hg.): Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 89-113.

**HENN**, Gunter; **KÜHNLE**, Hermann (1996): Strukturplanung. In: **EVERSHEIM**, Walter; **SCHUH**, Günther (Hg.): Produktion und Management. Betriebshütte. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 9-57 bis 9-93.

**HERRMANN**, Andreas; **SEILHEIMER**, Christian (2002): Variantenmanagement. In: **ALBERS**, Sönke; **HERRMANN**, Andreas (Hg.): Handbuch Produktmanagement. Strategieentwicklung - Produktplanung - Organisation - Kontrolle. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler, S. 647-677.

**HESSE**, Stefan (2006): Automatische Montagemaschinen. In: **LOTTER**, Bruno; **WIENDAHL**, Hans-Peter (Hg.): Montage in der industriellen Produktion. Ein Handbuch für die Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 219-308.

**HEYDE**, Johannes Erich (1952): Typus. Ein Beitrag zur Typologie. In: Studium generale. Jg. 5, H. 4, S. 235-247.

**HILDEBRAND**, Volker G. (1997): Individualisierung als strategische Option der Marktbearbeitung. Determinanten und Erfolgswirkungen kundenindividueller Marketingkonzepte. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**HIPPEL**, Eric von (1998): Economics of product development by users. The impact of "sticky" local information. In: Management Science. Jg. 44, H. 5, S. 629-644.

**HIPPEL**, Eric von (2001): Perspective: user toolkits for innovation. In: Journal of Production Innovation Management. Jg. 18, H. 4, S. 247-257.

**HOITSCH**, Hans-Jörg (1993): Produktionswirtschaft. Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre. 2. Auflage. München: Vahlen.

**HOMBURG**, Christian; **WEBER**, Jürgen (1996): Individualisierte Produktion. In: **KERN**, Werner (Hg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 653-664.

**HUISKONEN**, Janne; **NIEMI**, Petri; **PIRTILÄ**, Timo (2003): An approach to link customer characteristics to inventory decision making. In: International Journal of Production Economics. Jg. 81, H. 3, S. 255-264.

**ISENMANN**, Ralf (2003): Natur als Vorbild. Plädoyer für ein differenziertes und erweitertes Verständnis der Natur in der Ökonomie. Marburg: Metropolis.

**JACOB**, Herbert (1979): Industriebetriebslehre. In: KERN, Werner (Hg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, Sp. 753-766.

**JÄGER**, Stephan (2004): Absatzsysteme für Mass Customization. Am Beispiel individualisierter Lebensmittelprodukte. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**JITPAIBOON**, Thawatchai; **DANGOL**, Ramesh; **WALTERS**, James (2009): The study of cooperative relationships and mass customization. In: Management Research News. Jg. 32, H. 9, S. 804-815.

**JUNG**, Hans (2006): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 10. Auflage. München: Oldenbourg.

**JUNG**, Hans (2009): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 11. Auflage. München: Oldenbourg.

**JUNGE**, Matthias (2002): Individualisierung. Frankfurt am Main: Campus.

**KEMPSKI**, Jürgen von (1952): Zur Logik der Ordnungsbegriffe, besonders in den Sozialwissenschaften. In: Studium generale. Jg. 5, H. 4, S. 205-218.

**KERN**, Werner (1992): Industrielle Produktionswirtschaft. 5. Auflage. Stuttgart: Poeschel.

**KILLINGER**, Stefanie (1999): Kernproduktbegleitende Dienstleistungen. Dienstleistungen im Leistungsspektrum industrieller Unternehmungen. In: CORSTEN, Hans; SCHNEIDER, Herfried (Hg.): Wettbewerbsfaktor Dienstleistung. Produktion von Dienstleistungen. München: Vahlen, S. 129-155.

**KIRSCHKE**, Robin; **NÖKEN**, Stefan (1998): Mass Customization verbindet die große Serie mit Losgröße 1. In: Maschinenmarkt. Jg. 104, H. 23, S. 58-60.

**KISTNER**, Klaus-Peter; **STEVEN**, Marion (2001): Produktionsplanung. 3. Auflage. Heidelberg: Physica.

**KLOSE**, Martin (1999): Dienstleistungsproduktion. Ein theoretischer Rahmen. In: CORSTEN, Hans; SCHNEIDER, Herfried (Hg.): Wettbewerbsfaktor Dienstleistung. Produktion von Dienstleistungen. München: Vahlen, S. 4-21.

**KNOBLICH**, Hans (1969): Betriebswirtschaftliche Warentypologie. Grundlagen und Anwendungen. Köln, Opladen: Westdeutscher Verlag.

**KOCH**, Michael; **MÖSLEIN**, Kathrin; **SCHUBERT**, Petra (2002): Communities and personalization for individual products. Proceedings of british academy of management annual conference, London, UK. 9. bis 11. September 2002.

**KÖNIG**, Eckard; **VOLMER**, Gerda (2005): Systemisch denken und handeln. Personale Systemtheorie in Erwachsenenbildung und Organisationsberatung. Weinheim, Basel: Beltz.

**KORTZFLEISCH**, Gert-Harald von (1990): Systematik der Produktionsmethoden. In: **JACOB**, Herbert; **ADAM**, Dietrich (Hg.): Industriebetriebslehre. Handbuch für Studium und Prüfung. 4. Auflage. Wiesbaden: Gabler, S. 101-175.

**KORTZFLEISCH**, Gert-Harald von (1996): Industrielle und handwerkliche Produktionen. In: **KERN**, Werner (Hg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, Sp. 675-689.

**KOTHA**, Suresh (1994): Review. Mass customization: the new frontier in business competition. In: The Academy of Management Review. Jg. 19, H. 3, S. 588-592.

**KRATOCHVÍL**, Milan; **CARSON**, Charles (2005): Growing modular. Mass customization of complex products, services and software. Berlin et al.: Springer.

**KREUZER**, Michael (2005): Die praktische Relevanz von Mass Customization. Die individuellen Bedürfnisse des Kunden - oder der Kunde als Lemming. Bern et al.: Haupt.

**KÜPPER**, Hans-Ulrich (1979): Produktionstypen. In: **KERN**, Werner (Hg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, Sp. 1636-1647.

**LAMPEL**, Joseph; **MINTZBERG**, Henry (1996): Customizing customization. In: Sloan Management Review. Jg. 38, H. 1, S. 21-30.

**LASCH**, Rainer; **GIERMANN**, Marco (2009): Ganzheitliche Ansätze zum Komplexitätsmanagement - eine kritische Würdigung aus Sicht der Beschaffungslogistik. In: **BOGASCHEWSKY**, Ronald; **EBIG**, Michael; **LASCH**, Rainer; **STÖLZLE**, Wolfgang (Hg.): Supply Management Research. Aktuelle Forschungsergebnisse 2008. Wiesbaden: Gabler, S. 195-231.

**LEE**, C.- H. Sophie; **BARUA**, Anitesh; **WHINSTON**, Andrew B. (2000): The complementarity of mass customization and electronic commerce. In: Economics of innovation and new technology. Jg. 9, H. 2, S. 81-109.

**LEVERING**, Volker (2003): Mass Customization. Ein Konzept für das Komplexitätsmanagement von Investitionsgütern. Dissertation. Universität St. Gallen.

**LINDEMANN**, Udo; **BAUMBERGER**, Georg Christoph (2006): Individualisierte Produkte. In: **LINDEMANN**, Udo; **REICHWALD**, Ralf; **ZÄH**, Michael F. (Hg.): Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 7-16.

**LINDEMANN**, Udo; **REICHWALD**, Ralf; **ZÄH**, Michael F. (Hg.) (2006): Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer.

**LÖDDING**, Hermann (2005): Verfahren der Fertigungssteuerung. Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration. Berlin: Springer.

**LOPITZSCH**, Jens R.; **WIENDAHL**, Hans-Peter (2003): Segmented adaptive production control. Enabling mass customization manufacturing. In: **TSENG**, Mitchell M.; **PILLER**, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 381-393.

**LUCZAK**, Holger; **EVERSHEIM**, Walter (2001): Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 2. Auflage. Berlin: Springer.

**LUCZAK**, Holger; **FRICKER**, Achim (1997): Komplexitätsmanagement. Ein Mittel der strategischen Unternehmensgestaltung. In: **SCHUH**, Günther; **WIENDAHL**, Hans-Peter (Hg.): Komplexität und Agilität. Steckt die Produktion in der Sackgasse. Berlin et al.: Springer, S. 309-323.

**LUHMANN**, Niklas (1993): Gesellschaftsstruktur und Semantik. Studien zur Wissenssoziologie der modernen Gesellschaft. Band 3. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

**LUKAS**, Winfried (1979): Beitrag zur Theorie und Praxis des Ablaufes von Fertigungsprozessen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock.

**LUKAS**, Winfried; **OPPITZ**, Volker (1983): Planung, Steuerung und Kontinuität der Fertigung. Berlin: Verlag Die Wirtschaft.

**MAASER**, Frank (2011): Organisation der fertigungsnahen industriellen Dienstleistung Instandhaltung. Arbeitsstand: 18.06.2011. Unveröffentlichtes Manuskript. Lehrstuhl ABWL: Produktionswirtschaft, Universität Rostock.

**MACCARTHY**, Bart L.; **BRABAZON**, Philip G.; **BRAMHAM**, Johanna (2002): Key value attributes in mass customization. In: **RAUTENSTRAUCH**, Claus; **SEELMANN-EGGEBERT**, Ralph; **TUROWSKI**, Klaus (Hg.): Moving into mass customization. Information systems and management principles. Berlin et al.: Springer, S. 71-87.

**MACCARTHY**, Bart L.; **BRABAZON**, Philip G.; **BRAMHAM**, Johanna (2003): Examination of mass customization through field evidence. In: **TSENG**, Mitchell M.; **PILLER**, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 19-33.

**MACCARTHY**, Bart L.; **BRABAZON**, Philip G.; **BRAMHAM**, Johanna (2003): Fundamental modes of operation for mass customization. In: International Journal of Production Economics. Jg. 85, H. 3, S. 289-304.

**MALLON**, Jürgen; **WARNER**, Andreas (1997): Unternehmensorganisation. In: **NEDEß**, Christian (Hg.): Organisation des Produktionsprozesses. Stuttgart: Teubner, S. 7-40.

**MÄRZ**, Lothar; **LANGSDORFF**, Philipp VON (2001): Flexibilität und Marktorientierung in der Montage. In: **WESTKÄMPER**, Engelbert; **BULLINGER**, Hans-Jörg; **HORVÁTH**, Péter; **ZAHN**, Erich (Hg.): Montageplanung - effizient und marktgerecht. Berlin et al.: Springer, S. 3-10.

**MCLAUGHIN**, Peter; **LÜBBE**, Weyma (1996): Typus. In: **MITTELSTRAß**, Jürgen (Hg.): Enzyklopädie Philosophie und Wirtschaftstheorie. Band 4. Stuttgart, Weimar: Metzler, S. 363-364.

**MELLEROWICZ**, Konrad (1957): Betriebswirtschaftslehre der Industrie. Freiburg im Breisgau: Haufe.

**MELLEROWICZ**, Konrad (1963): Kosten und Kostenrechnung. Theorie der Kosten. 4. Auflage. Berlin: de Gruyter.

**MILDENBERGER**, Udo (1998): Selbstorganisation von Produktionsnetzwerken. Erklärungsansatz auf Basis der neueren Systemtheorie. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**MITTELSTRAß**, Jürgen (Hg.) (1996): Enzyklopädie Philosophie und Wirtschaftstheorie. Band 4. Stuttgart, Weimar: Metzler.

**MOON**, Junyeon; **CHADEE**, Doren; **TIKOO**, Surinder (2008): Culture, product type and price influences on consumer purchase intention to buy personalized products online. In: Journal of Business Research. Jg. 61, H. 61, S. 31-39.

**MOSER**, Klaus (2007): Mass customization strategies. Development of a competence-based framework for identifying different mass customiaztion strategies. Morrisville: Lulu.

**MÜLLER-MERBACH**, Heiner (1993): Vom Morphologischen Kasten zum Datenbankentwurf. Ein persönlicher Erfahrungsbericht. In: FRITZ-ZWICKY-STIFTUNG (Hg.): Erfolg mit Morphologie. Glarus: Baeschlin, S. 42-52.

**NEBL**, Theodor (2007): Organisationsformen der Teilefertigung. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. Jg. 102, H. 11, S. 717-722.

**NEBL**, Theodor (2008): Organisationsformen der Produktion. In: CORSTEN, Hans; GÖSSINGER, Ralf (Hg.): Lexikon der Betriebswirtschaftslehre. 5. Auflage. München: Oldenbourg, S. 584-589.

**NEBL**, Theodor (2011): Produktionswirtschaft. 7. Auflage. München: Oldenbourg.

**NEBL**, Theodor; **TEICHNER**, Ines (2010): Einflüsse der Produktionsorganisation auf die Produktivität von Unternehmen. Am Beispiel der kundenindividuellen Massenproduktion. In: TENEKEDSCHIEW, K. (Hg.): Proceedings of the first international scientific-practical conference "Economics and Management 2010". Business and public sectors in the economic crisis - problems and perspectives, S. 278-284.

**NEUMANN**, Johannes; **HASSELBACH**, S.; **KLINGER**, H.; **RICHTER**, Günter; **SIEBER**, Walter Horst (1984): Ökonomie der Produktionsdurchführung. Handbuch für Organisation, Planung, Lenkung, Kontrolle und Abrechnung der Produktion in Kombinat und Betrieben. Berlin: Die Wirtschaft.

**o. V.** (1985): DIN 31051:2003-06. Instandhaltung: Begriffe und Maßnahmen. Berlin: Beuth.

**o. V.** (1995): The Chambers dictionary. Einsprachiges Wörterbuch. Gütersloh: Bertelsmann.



**o. V.** (2003): Internationale Produktionsstudie 2003. Stellhebel für den Markterfolg – Branchenanalyse Maschinenbau. Herausgegeben von Droege & Comp GmbH Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie.

**o. V.** (2011): LEO Ergebnisse für "customized products". Online verfügbar unter <http://dict.leo.org/ende?lp=ende&lang=de&searchLoc=0&cmpType=relaxed&sectHdr=on&spellToler=on&chinese=both&pinyin=diacritic&search=customized+products&relink=on>  
Stand: unbekannt. Zuletzt geprüft am 13.10.2011.

**o. V.** (2011): LEO Ergebnisse für "personalize". Online verfügbar unter <http://dict.leo.org/ende?lp=ende&lang=de&searchLoc=0&cmpType=relaxed&sectHdr=on&spellToler=on&chinese=both&pinyin=diacritic&search=personalize&relink=on>  
Stand: unbekannt. Zuletzt geprüft am 13.10.2011.

**OLBRICH**, Rainer; **BATTENFELD**, Dirk (2005): Variantenvielfalt und Komplexität - kostenorientierte vs. marktorientierte Sicht. In: Der Markt. Jg. 44, H. 3-4, S. 161-173.

**PETERSEN**, Ties (2005): Organisationsformen der Montage. Theoretische Grundlagen, Organisationsprinzipien und Gestaltungsansatz. Aachen: Shaker.

**PILLER**, Frank T. (1998): Kundenindividuelle Massenproduktion. Die Wettbewerbsstrategie der Zukunft. München: Hanser.

**PILLER**, Frank T. (2006): Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. 4. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**PILLER**, Frank T.; **IHL**, Christoph (2002): Mythos Mass Customization: Buzzword oder praxisrelevante Wettbewerbsstrategie. Warum viele Unternehmen trotz der Nutzenpotentiale kundenindividueller Massenproduktion an der Umsetzung scheitern. Arbeitsbericht Nr. 32 des Lehrstuhls für Allgemeine und Industrielle Betriebswirtschaftslehre an der Technischen Universität München. München: TU München.

**PILLER**, Frank T.; **STOTKO**, Christof M. (2003): Mass Customization und Kundenintegration. Neue Wege zum innovativen Produkt. Düsseldorf: Symposion-Verlag.

**PILLER**, Frank T.; **WARINGER**, Daniela (1999): Modularisierung in der Automobilindustrie - neue Formen und Prinzipien. Modular Sourcing, Plattformkonzept und Fertigungssegmentierung als Mittel des Komplexitätsmanagements. Aachen: Shaker.

**PINE**, Joseph B. (1993): Mass customization. The new frontier in business competition. Boston: Harvard Business School Press.

**PINE**, Joseph B. (1993): Mass customizing products and services. In: Planning Review. Jg. 21, H. 4, S. 6-13.

**PINE**, Joseph B. (1994): Maßgeschneiderte Massenfertigung. Neue Dimensionen im Wettbewerb. Wien: Ueberreuter.

**PINE**, Joseph B.; **BART**, Victor; **BOYNTON**, Andrew C. (1993): Making mass customization work. In: Harvard Business Review. Jg. 71, H. 5, S. 108-119.

**POPRAWA**, Reinhart (2005): Lasertechnik für die Fertigung. Grundlagen, Perspektiven und Beispiele für den innovativen Ingenieur. Berlin, Heidelberg: Springer.

**PORTER**, Michael E. (1999): Wettbewerbsstrategie. Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. Frankfurt am Main: Campus.

**POTTER**, Andrew; **BREITE**, Rainer; **NAIM**, Mohamed; **VANHARANTA**, Hannu (2004): The potential for achieving mass customization in primary production supply chains via a unified taxonomy. In: Production Planning & Control. Jg. 15, H. 4, S. 472-481.

**PRISCHING**, Manfred (1999): Die McGesellschaft. In der Gesellschaft der Individuen. 2. Auflage. Graz: Styria.

**PRISCHING**, Manfred (2008): Die individualistische und pluralistische Gesellschaft. Online verfügbar unter [www.uni-graz.at/~prischin/0007s-kulturh/kulturth05-indiv.doc](http://www.uni-graz.at/~prischin/0007s-kulturh/kulturth05-indiv.doc). Stand: unbekannt. Abruf: 06.08.2008.

**RAUSCHER**, Barbara; **HESS**, Thomas (2005): Kontextsensitive Inhaltebereitstellung. Begriffsklärung und Analysegrundlagen. WIM-Arbeitsbericht Nr. 3/2005, intermedia-Arbeitsbericht Nr. 1/2005.

**RAUTENSTRAUCH**, Claus; **SEELMANN-EGGEBERT**, Ralph; **TUROWSKI**, Klaus (Hg.) (2002): Moving into mass customization. Information systems and management principles. Berlin et al.: Springer.

**REFA** (1977): REFA-Lexikon Betriebsorganisation. Arbeitsstudium, Planung und Steuerung. 3. Auflage. Berlin et al.: Beuth.

**REFA** (1991): Methodenlehre der Betriebsorganisation. Arbeitsgestaltung in der Produktion. München: Hanser.

**REICHWALD**, Ralf; **DIETEL**, Bernhard (1991): Produktionswirtschaft. In: **HEINEN**, Edmund (Hg.): Industriebetriebslehre. Entscheidungen im Industriebetrieb. 9. Auflage. Wiesbaden: Gabler, S. 395-623.

**REICHWALD**, Ralf; **MEIER**, Roland; **FREMUTH**, Natalie (Hg.) (2002): Mobile Kommunikation. Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste. Wiesbaden: Gabler.

**REICHWALD**, Ralf; **PILLER**, Frank T. (2006): Interaktive Wertschöpfung. Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Wiesbaden: Gabler.

**REICHWALD**, Ralf; **PILLER**, Frank T.; **JÄGER**, Stephan; **ZANNER**, Stefan (2003): Economic evaluation of mini-plants for mass customization. A decentralized setting of customer-centric production units. In: **TSENG**, Mitchell M.; **PILLER**, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 51-69.

**REIB**, Michael (2011): Komplexitätsmanagement als Grundlage wandlungsfähiger Produktionssysteme. In: Industrie Management. Jg. 27, H. 3, S. 77-81.

**REIB, Michael; BECK, Thilo (1995):** Maßgeschneiderte Massenproduktion. Die Ausrichtung von Produktionssystemen an Mass Customization-Strategien. In: REFA-Nachrichten. Jg. 48, H. 4, S. 12-18.

**RIMANE, Gerhard; KLUGE, Paul-Dieter (1990):** Prozessgesetzmäßigkeiten. In: KLUGE, Paul-Dieter (Hg.): Effizienz der Produktion in kleinen und mittelständischen Unternehmen. 2. Lehrbrief. Grundlagen einer realistischen Kosten- und Ergebnisvorschau: Was kann die Produktionsorganisation. Freiberg: Polygrafischer Bereich der Bergakademie Freiberg, S. 21-73.

**ROBERTSON, David; ULRICH, Karl (1999):** Produktplattformen. Was sie leisten, was sie erfordern. In: Harvard-Business Manager. Jg. 21, H. 4, S. 75-85.

**ROMMEL, Günter (1993):** Einfach überlegen: das Unternehmenskonzept, das die Schlanken schlank und die Schnellen schnell macht. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**ROPOHL, Günter (2009):** Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 3. Auflage. Karlsruhe: Universitäts-Verlag Karlsruhe.

**ROSENBERG, Otto (1996):** Variantenfertigung. In: KERN, Werner (Hg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, Sp. 2119-2129.

**RUDBERG, Martin; WIKNER, Joakim (2004):** Mass customization in terms of the customer order decoupling point. In: Production Planning & Control. Jg. 15, H. 4, S. 445-458.

**RÜER, Marcus (2011):** Organisation der fertigungsnahen industriellen Dienstleistungen Instandhaltung und Informationsmanagement in integrierten Produktionssystemen. Masterarbeit. Universität Rostock.

**RUNGE, Peter (2001):** Die Gestaltung von Organisationsformen der Instandhaltung unter besonderer Beachtung ihrer Abhängigkeit von den Organisationsformen der Teilefertigung. Aachen: Shaker.

**SALVADOR, Fabrizio; MARTIN, Pablo; PILLER, Frank T. (2009):** Cracking the code of mass customization. In: Sloan Management Review. Jg. 50, H. 3, S. 71-78.

**SCHACKMANN, Jürgen (2003):** Ökonomisch vorteilhafte Individualisierung und Personalisierung. Eine Analyse unter besonderer Berücksichtigung der Informationstechnologie und des Electronic Commerce. Hamburg: Kovač.

**SCHÄFER, Erich (1978):** Der Industriebetrieb. Betriebswirtschaftslehre der Industrie auf typologischer Grundlage. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler.

**SCHENK, Michael; SEELMANN-EGGEBERT, Ralph (2003):** Mass customization across the value chain. Proceedings of the MCPC 2003, 2nd Interdisciplinary world congress on mass customization and personalization, München, 6.-8. Oktober 2003.

**SCHENTLER, Peter (2008):** Beschaffungscontrolling in der kundenindividuellen Massenproduktion. Dissertation. Universität Rostock.

**SCHERF, Olaf (2003):** Komplexität aus systemischer Sicht. Dissertation. Universität St. Gallen.

**SCHIEMENZ, Bernd (1996):** Komplexität von Produktionssystemen. In: KERN, Werner (Hg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 895-904.

**SCHLICKSUPP, Helmut (2004):** Innovation, Kreativität und Ideenfindung. 6. Auflage. Würzburg: Vogel.

**SCHMIGALLA, Hans (1970):** Methoden zur optimalen Maschinenanordnung. Berlin: Technik.

**SCHNÄBELE, Peter (1997):** Mass Customized Marketing. Effiziente Individualisierung von Vermarktungsobjekten und -prozessen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**SCHNEEWEIß, Christoph (1989):** Einführung in die Produktionswirtschaft. 3. Auflage. Berlin: Springer.

**SCHNEIDER, Paul (1998):** Produktindividualisierung als Marketing-Ansatz. Dissertation. Universität St. Gallen.

**SCHOMBURG, Eckhart (1980):** Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau. Dissertation. Technische Hochschule Aachen.

**SCHUH, Günther (2005):** Produktkomplexität managen. Strategien - Methoden - Tools. 2. Auflage. München: Hanser.

**SCHUH, Günther (Hg.) (2006):** Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. Auflage. Berlin: Springer.

**SCHWARZKOPF, Patrick (2003):** Kundenindividuelle Produktion. Mass Customization in der Investitionsgüterindustrie. Frankfurt am Main: VDMA.

**SCHWEITZER, Marcell (1994):** Industriebetriebslehre. Das Wirtschaften in Industrieunternehmen. 2. Auflage. München: Vahlen.

**SEIDL, Andreas (2001):** Zukunft Masskonfektion. Technik, Markt und Management. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

**SEIFERT, Ralf W. (2002):** The mi adidas mass customization initiative. IMD case study POM 249. International Institute for Management Development, Lausanne: IMD.

**SILBERBACH, Karsten (1997):** Der Einfluß organisatorischer und technischer Gestaltungskriterien auf die Bildung von Organisationsformen der Teilefertigung. Aachen: Shaker.

**SKIPWORTH, Heather; HARRISON, A. (2006):** Implications of form postponement to manufacturing a customized product. In: International Journal of Production Research. Jg. 44, H. 8, S. 1627-1652.

**SKIPWORTH**, Heather; **HARRISON**, Alan (2004): Implications of form postponement to manufacturing: a case study. In: International Journal of Production Research. Jg. 42, H. 10, S. 2063-2081.

**SLACK**, Nigel (1983): Flexibility as a manufacturing objective. In: International Journal of Operations & Production Management. Jg. 3, H. 3, S. 4-13.

**SPRING**, Martin; **DALRYMPLE**, John F. (2000): Product customisation and manufacturing strategy. In: International Journal of Operations & Production Management. Jg. 20, H. 3-4, S. 441-467.

**SPUR**, Günter (1986): Handbuch der Fertigungstechnik. Band 5. Fügen, Handhaben und Montieren. München, Wien: Hanser.

**STADELMANN**, Martin (1996): Informationstechnologie als Hilfsmittel der Führung in KMU. Ansätze für die informationstechnologisch unterstützte organisatorische Gestaltung der Führungstätigkeit. Bern et al.: Haupt.

**STAUTNER**, Ulrich (2001): Kundenorientierte Lagerfertigung im Automobilvertrieb. Ergänzende Ansätze zum Supply Chain Management. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

**SUGUMARAN**, Vijayan; **DIETRICH**, Andreas; **KIRN**, Stefan (2006): Supporting mass customization with agent-based coordination. In: Information Systems and E-Business Management. Jg. 4, H. 1, S. 83-106.

**SWAMINATHAN**, Jayashankar M. (2001): Enabling customization using standardized operations. In: California Management Review. Jg. 43, H. 3, S. 125-135.

**SYDOW**, Jörg; **MÖLLERING**, Guido (2004): Produktion in Netzwerken. Make, Buy & Cooperate. München: Vahlen.

**TAO**, Bai (2009): Strategic capabilities. Antecedents to mass customization. In: GUERRERO, Juan E. (Hg.): International conference on electronic commerce and business intelligence. Los Alamitos, Washington, Tokio: IEEE Computer Society, S. 302-305.

**THEBUD**, Nils (2007): Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen. Rationalisierungspotenzial für die Produktionsorganisation in KMU. Aachen: Shaker.

**THOBEN**, Klaus-Dieter (2003): Customer driven manufacturing versus mass customization. Comparing system design principles for mass customization and (traditional) customer driven manufacturing. In: TSENG, Mitchell M.; PILLER, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 71-84.

**TIEDTKE**, Jürgen R. (2007): Allgemeine BWL. Betriebswirtschaftliches Wissen für kaufmännische Berufe - Schritt für Schritt. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler.

**TOFFLER**, Alvin (1970): Der Zukunftsschock. 2. Auflage. Bern, München, Wien: Scherz.

**TOFFLER**, Alvin (1970): Future shock. New York: Random House.

**TSENG, Mitchell M.; PILLER, Frank T. (2003):** The customer centric enterprise. An integrative overview on this book. In: TSENG, Mitchell M.; PILLER, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 3-16.

**TSIGKAS, Alexander; JONGH, Erik DE; PAPANTONIOU, Agis; LOUMOS, Vassilis (2003):** Distributed demand flow customization. In: TSENG, Mitchell M.; PILLER, Frank T. (Hg.): The customer centric enterprise. Advances in mass customization and personalization. Berlin et al.: Springer, S. 361-379.

**TU, Qiang; VONDEREMBSE, Mark A.; RAGU-NATHAN, T. S. (2004):** Manufacturing practices: antecedents to mass customization. In: Production Planning & Control. Jg. 15, H. 4, S. 373-380.

**TU, Qiang; VONDEREMBSE, Mark A.; RAGU-NATHAN, T. S.; RAGU-NATHAN, Bhanu (2004):** Measuring modularity-based manufacturing practices and their impact on mass customization capability. A customer-driven perspective. In: Decision Sciences. Jg. 35, H. 2, S. 147-168.

**UCKELMANN, Ingo (2007):** Generative Serienfertigung von individuellen Produkten aus CoCr mit dem Selektiven Laser-Schmelzen. Aachen: Shaker.

**VAHS, Dietmar (2005):** Organisation. Einführung in die Organisationstheorie und -praxis. 5. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, VDI-GESELLSCHAFT PRODUKTIONSTECHNIK (ADB), VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN-REFA E. V. IN ZUSAMMENARBEIT MIT ARBEITSGEMEINSCHAFTEN FÜR WIRTSCHAFTLICHE FERTIGUNG E. V. (AWF) (1978):** Elektronische Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung und -steuerung. Begriffszusammenhänge, Begriffsdefinitionen. 2. Auflage. Düsseldorf: VDI-Verlag.

**VRECHOPOULOS, Adam P. (2004):** Mass customization challenges in internet retailing through information management. In: International Journal of Information Management. Jg. 24, H. 1, S. 59-71.

**WALTHER, Egon (1993):** Industrielle Produktionswirtschaft. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler.

**WARINGER, Daniela; PILLER, Frank T. (1999):** Modularisierung in der Automobilindustrie: neue Formen und Prinzipien. Modular Sourcing, Plattformkonzept und Fertigungssegmentierung als Mittel des Komplexitätsmanagements. Aachen: Shaker.

**WARNECKE, Hans-Jürgen (1993):** Der Produktionsbetrieb 1. Organisation, Produkt, Planung. 2. Auflage. Berlin et al.: Springer.

**WARNECKE, Hans-Jürgen (1995):** Der Produktionsbetrieb 2. Produktion, Produktionssicherung. 3. Auflage. Berlin et al.: Springer.

**WELTER, Markus (2006):** Die Forschungsmethode der Typisierung. Charakteristika, Einsatzbereiche und praktische Anwendung. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium. Jg. 35, H. 2, S. 113-116.

- WENZEL**, Rüdiger; **FISCHER**, Georg; **METZE**, Gerhard; **NIEß**, Peter S. (2001): Industriebetriebslehre. Das Management des Produktionsbetriebs. München, Wien: Fachbuchverlag Leipzig.
- WERNER**, Hartmut (2008): Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 3. Auflage. Wiesbaden: Gabler.
- WESTBROOK**, Roy; **WILLIAMSON**, Peter (1993): Mass customization. Japan's new frontier. In: European Management Journal. Jg. 11, H. 1, S. 38-45.
- WESTKÄMPER**, Engelbert; **WARNECKE**, Hans-Jürgen (2004): Einführung in die Fertigungstechnik. Wiesbaden: Teubner.
- WIENDAHL**, Hans-Peter (2008): Betriebsorganisation für Ingenieure. 6. Auflage. München: Hanser.
- WILDEMAN**, Horst (2000): Komplexitätsmanagement. Vertrieb, Produkte, Beschaffung, F&E, Produktion, Administration. München: TCW Transfer-Centrum.
- WILDEMAN**, Horst (2002): Anlagenproduktivität. Leitfaden zur Steigerung der Anlageneffizienz. 7. Auflage. München: TCW Transfer-Centrum.
- WILDEMAN**, Horst; **SCHMIDT**, Klaus-Jürgen (1993): Fertigungstypen. In: Lück, Wolfgang (Hg.): Lexikon der Betriebswirtschaft. 5. Auflage. Landsberg am Lech: Moderne Industrie, S. 321, 390, 820, 1107 f., 1122.
- WITT**, Gerd; **DÜRR**, Holger (2006): Taschenbuch der Fertigungstechnik. München, Wien: Fachbuchverlag Leipzig.
- WÖHE**, Günter; **DÖRING**, Ulrich (2010): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 24. Auflage. München: Vahlen.
- WÜNTSCH**, Oliver (2000): Kundenindividuelle Massenproduktion. Mass Customization in der Bekleidungsindustrie. Lohmar, Köln: Eul.
- ZÄH**, Michael F. (2006): Wirtschaftliche Fertigung mit Rapid-Technologien. Anwender-Leitfaden zur Auswahl geeigneter Verfahren. München, Wien: Hanser.
- ZÄPFEL**, Günther (2000): Strategisches Produktions-Management. 2. Auflage. München, Wien: Oldenbourg.
- ZÄPFEL**, Günther (2000): Taktisches Produktions-Management. 2. Auflage. München, Wien: Oldenbourg.
- ZIPKIN**, Paul (2001): The limits of mass customization. In: Sloan Management Review. Jg. 42, H. 3, S. 81-87.
- ZOPFF**, Claus (2005): Informationsmanagement in kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU). Unternehmenstypologie und Gestaltungsansatz am Beispiel des Auftragsdurchlaufs der metallverarbeitenden Industrie. Aachen: Shaker.
- ZWICKY**, Fritz (1966): Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild. München, Zürich: Droemer Knauer.

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Literaturanalyse zum Produktionstyp Einzelfertigung (Tab. 1-1 bis 1-6) .....	291
Anlage 2: Literaturanalyse zum Produktionstyp Serienfertigung (Tab. 2-1 bis 2-6) .....	292
Anlage 3: Literaturanalyse zum Produktionstyp Sortenfertigung (Tab. 3-1 bis 3-6) .....	293
Anlage 4: Literaturanalyse zum Produktionstyp Massenfertigung (Tab. 4-1 bis 4-6) .....	294



Anlage 1:      Literaturanalyse Einzelfertigung

<b>Einzeelfertigung</b>	<b>Heber/Nowak 1933 S. 136 f.</b>	<b>Mallierowicz 1957 S. 38, 368-371 1963 S. 154 ff.</b>	<b>Berger 1967 S. 176, 184 f.</b>	<b>Böhme et al. 1969 S. 111</b>	<b>Arnold/Borchert/ Schmidt 1975 S. 60 f.</b>	<b>Arnold/ Borchert et al. 1977 S. 611 ff.</b>	<b>Schäfer 1978 S. 6379, 88</b>	<b>Dietrich/ Pfeifer 1979 S. 35 f., 38 f.</b>	<b>Gutenberg 1983 S. 98 f., 110</b>	<b>Schomburg 1980 S. 69 f.</b>	<b>Dolatzky/Warnecke 1981 S. 130 f.</b>
<b>Bezeichnung des Mengenaspekts</b>							Merkmal d. Verwirklichung des Massenprinzips	Fertigungsarten		Fertigungsarten	Fertigungsarten
<b>1 Wiederholbarkeit des Prozesses</b>	Betriebstypen	Produktionstypen	Leistungstyp der Fertigung	Fertigungsarten	Fertigungsarten	Fertigungsarten	keine Wiederholung oder in unbestimmten Zeitebschritten	in unbestimmten Abständen oder überhaupt keine Wiederholung		Einmalcharakter	keine Einstellung auf Wiederholung der Erzeugnisse (Wiederholung möglich, aber unbestimmt)
<b>2 Planungshorizont, -sicherheit</b>											
<b>3 Produktionsmenge, -volumen</b>		1			1		einzelnes Produkt	einmalig, Wiederholung ist nicht geplant		geringe Auflagenstückzahlen	viele verschiedene Produkte
<b>4 Losgröße, Auflagenhöhe</b>						ein bis zwei Stücke, geringe Losgröße					1
<b>5 Kapazitätsauslastung</b>		schwankend, abhängig von Nachfrage und Werkstat		gering	keine hohe und gleichmäßige Auslastung möglich	schlechtere Ausnutzung der Produktionskapazität gegenüber Serienfertigung		nicht vollständig ausgenutzt			dauernde Vollausnutzung schwierig
<b>6 Produktionsauslösung</b>			Bestellung				Produktion auf Bestellung	spezieller Bedarf		auf Bestellung	nach Bestellung
<b>7 Leistungsanrichtung</b>			individuell				Auftragsfertigung		anonym		
<b>8 Größe des Absatzmarkts</b>											
<b>9 Quantitative Flexibilität</b>			leichte Anpassung an wechselnde Marktanforderungen			schnelle Umdisponierung möglich					Elastizität, Anpassung leicht möglich
<b>10 Qualitative Flexibilität</b>			Grundprinzip ist die Elastizität der Fertigung								
<b>11 Kontinuität</b>						keine ständigen Verbindungen zwischen Arbeitsplätzen, diskontinuierlich					nur universell verwendbares Material auf Lager, alles andere extra beschallen, große Zwischenlager
<b>12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG</b>		große Wareneingangs- und Zwischenlager	gewollte und ungewollte Zwischenlagerungen	hohe Bestände an unvollendeten Erzeugnissen	hohe Bestände an unfertigen Erzeugnissen	unfertige Bestandsration an Materialvorräten und unfertigen Erzeugnissen		hoher Bedarf an Umlaufmitteln, hoher Bestand an unfertigen Erzeugnissen			untypisch
<b>13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen</b>											
<b>14 Arbeitskräftequantifizierung</b>		hohe Vielseitigkeit	gelernte Facharbeiter, Vielseitigkeit der Arbeitskräfte		viele hoch qualifizierte Arbeitskräfte	nicht ihrer Qualifikation und Spezialisierung entsprechender Arbeitskräfteeinsatz	handwerkliche Fachkräfte mit großer Erfahrung, großer Ermessensspielraum	vielseitige Ausbildung		qualifizierter Personenkreis (Meister, Facharbeiter)	Grenzen der Erzeugnisse werden von Arbeitskräften und Betriebsmitteln vorgegeben
<b>15 Externe Varietät</b>	alle Leistungen voneinander unterschiedlich	größte Verschiedenheiten zwischen den Produkten	stark variierende Produkte, häufiger Produktwechsel				Abwandlung von Erzeugnissen ist charakteristisch für Einzelfertigung				
<b>16 Interne Varietät</b>											
<b>17 Ort der Kundenintegration</b>						unmittelbarer Kontakt zwischen Hersteller und Verwender					häufig recht kompliziert
<b>18 Produktkomplexität</b>			recht kompliziert	komplizierte Erzeugnisse			sehr groß und kompliziert			geringer Vorbereitungsgrad	

Tab. 1-1: Produktionstyp Einzelfertigung

<b>Einzelfertigung</b>	<b>Heber/Nowak 1933 S. 136 f.</b>	<b>Mallierowicz 1957 S. 38, 368-371 1963 S. 154 ff.</b>	<b>Berger 1967 S. 176, 184 f.</b>	<b>Böhme et al. 1969 S. 111</b>	<b>Arnold/Borchert/ Schmidt 1975 S. 60 f.</b>	<b>Arnold/ Borchert et al. 1977 S. 611 ff.</b>	<b>Schäfer 1978 S. 6379, 88</b>	<b>Dietrich/ Pfeifer 1979 S. 35 f., 38 f.</b>	<b>Gutenberg 1983 S. 98 f., 110</b>	<b>Schomburg 1980 S. 69 f.</b>	<b>Dolezalek/ Warnecke 1981 S. 130 f.</b>
19 Prozesskomplexität		äußerste Elastizität und Anpassungsfähigkeit			schwierige Abstimmung der technologischen Zyklen wegen Pausen und Transportzeiten		verschiedene Produkte können parallel gefertigt werden				
20 Rückkosten,-aufwand		minimaler Umstellungsaufwand, aber häufiger Rustaufwand			hoher Zeitaufwand bei Maschinenumstellung			häufiges Umrüsten, viele Stillstandszeiten			ständiger Wechsel
21 Durchlaufzeit, Transportzeit		lange Transportzeiten, erhebliche Produktionsdauer	untersch. lange Transportwege und -zeiten, Stillstands-, Wartezeiten, lange Durchlaufzeit		lange Wartezeiten, lange Stückzeiten, relativ langer Produktionszyklus	lange Transportwege und Liegezeiten, langer Produktionszyklus		lange Produktionszeit, aufwändiger Transport, lange Liegezeiten			lange Transportwege, lange Durchlaufzeiten
22 Leistungs Vielfalt	kaum Einschränkung der Leistung	innerhalb technischer Grenzen wird alles gemacht	individuelle Güter		einzelne Erzeugnisse	einzelne, meist spezielle Erzeugnisse	Produkt nach individuellen Verhältnissen, häufig Investitionsgüter	ein besonderes Erzeugnis	Spezialkonstruktionen	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	einzelne oder wenige Erzeugnisse nach Kundenwunsch
23 Technologische Bearbeitungsfähigkeit	unregelmäßige Aueinanderfolge der Prozesse und Arbeitsoperationen	ständig wechselnde Arbeitsgangfolge	Durchlauf nach einem individuellen, elastisch zu handhabenden Schema, unbestimmte Gangfolgen		unterschiedliche Reihenfolgen bei der Bearbeitung der Werkstücke	unterschiedliche Reihenfolgen möglich		besonderer Durchlauf für jedes Werkstück			keine geregelte zeitliche Abstimmung
24 Organisationsform,-typ		Werkstattefertigung	Werkstattefertigung	Werkstattefertigung	Werkstattefertigung	verfahrensspezialisierte Fertigung		verfahrensspezialisierte Fertigung			Werkstattefertigung, Punktfertigung
25 Betriebsmittel		nicht auf das Produkt eingespielt und aufgebaut, keine Spezial- und Einzeckmaschinen		niedriger Mechanisierungsgrad, wenig Spezialmaschinen	vielseitige Maschinenausrüstung, Universalmaschinen	teure und komplizierte Universalmaschinen	viele Maschinen universaler Art, vielseitig verwendbar	universale Maschinen und Ausrüstung	universelle Fertigungsmittel		Universalmaschinen, vielseitig verwendbar und umstellbar
26 Arbeitsstellung		gering	unterschiedliche Arbeitsgänge		breiter Arbeitsbereich			häufig wechselnde Arbeiten, wenig Spezialisierung			Arbeitskräfte vielseitig einsetzbar
27 PPS-, Koordinationsaufwand		ständig neue Planungen und Dispositionen	individuelle Fertigungsverarbeitung	technologischer Aufwand bei der Vorbereitung	schlechte Organisation der Vorbereitung und des Ablaufs der Produktion	umfangreiche, lange Vorbereitung der Produktion, ungenügende Kontrolle	aufwändige erzeugnis- bzw. auftragsbezogene Planung	umfangreiche konstruktive, technische und organisatorische Vorbereitung	technische Unterlagen und Planungsdaten auf Mindestmaß beschränkt		betriebl. Aufwand durch individuelle Arbeitsvorbereitung und Materialdisposition, Kapazitätsplanung
28 Transaktionskosten		steigende Kontrollnotwendigkeit und Abstimmungszwang	komplizierte Fertigungsverwaltung					hohe Kosten für die Lenkung der Produktion			geringe Übersicht
29 Herstellkosten pro Stück		nicht so kostenintensiv von den Maschinen her	relativ geringe Fixkostenbelastung, hohe Transportkosten	hohe Transportkosten	lange Vorbereitungszeiten und hohe Kosten, hohe Lohn- und Betriebsmittelkosten			hohe Kosten je Erzeugnis			hohe Transportkosten, hoher Kapitalaufwand
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs	Normung von Einzelteilen	Normung erlaubt gewisse Einheitlichkeit der Herstellung trotz Verschiedenheit der Produkte			mangelhafte Normung und Typung			kaum Wiederholungen der Tätigkeiten			Verwendung von Normteilen und Baugruppen
Besonderheiten	nennen es "Betriebe mit Einzelleistungen (Individualleistungen)"	Einzelfertigung und KSF zusammengefasst		Kleinserienfertigung und Einzelfertigung werden teilweise zusammen betrachtet		hohe Umlaufmittelbindung	nimmt es Maßfertigung für synthetische Fertigung geeignet		technische Individualität	Unterteilung in Einzelfertigung und Kleinserienfertigung	
Beispiele	Großmaschinenbau, Brückenbau, Schiffbau, Brückenbauanstalten	Großmaschinenbau, Brückenbau, Schiffbau, Eisenkonstruktionen	Großmaschinenbau, Spezialvorrichtungen, Schiff-, Brückenbau		Spezialschiffe, Förderbrücken, Sondermaschinen	Förderbrücken, Anlagen	Großmaschinenbau, Bau von Klimaanlagen, Brückenbau	Brücken, Sonderanfertigungen, große einmalige Anlagen	Großmaschinenbau, Schiffbau	Werkzeug-, Stahlbaubetriebe, Dampfturbinen	Sonderwerkzeugmaschinen, Straßenbrücken, Schiffe

Tab. 1-2: Produktionstyp Einzelfertigung

<b>Einzelfertigung</b>	Neumann et al. 1984 S. 64 ff.	Schneeweiß 1989 S. 11, 163	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 S. 122 ff., 158-160	Reichwald/ Dietel in Heisen 1991 S. 436 ff.	REFA 1991 S. 58 ff.	Kern 1992 S. 86	Holtesch 1993 S. 15	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 321, 390	Schweitzer 1994 S. 187 ff., 575	Eversheim/ Schuh 1996 S. 9-66
<b>Bezeichnung des Mengenaspekts</b>	Fertigungsarten	Repetitionstypen der Fertigung (Prod.-typen)	Fertigungsarten	Kurzproduktbetriebe	Prozessarten der Fertigung	Fertigungstypen	Produkt- und Programmtypen	Fertigungstypen	Fertigungs-, Produktionstypen		Fertigungsarten
<b>1 Wiederholbarkeit des Prozesses</b>	einmalig bzw. in großen unbestimmten Zeitabständen wiederholt			Einproduktbetriebe	einmal	keine Wiederholung	im Prinzip nur einmal, gelegentliche Wiederholungen kommen vor	Einzelproduktion	einmalige Herstellung		
<b>2 Planungshorizont, -sicherheit</b>		Einzelaufträge von bestimmter Wahrscheinlichkeit			niedrig						
<b>3 Produktionsmenge, -volumen</b>	begrenzte Menge			ein Stück je Produktart	einzelnes Produkt, Individualprodukt	1		eine Mengeneinheit einer Produktart innerhalb einer Planungsperiode		eine Einheit je Produktart	einzelne, wenige
<b>4 Losgröße, Auflagenhöhe</b>				1				1			
<b>5 Kapazitätsauslastung</b>				Engpässe und unausgenutzte Kapazitäten möglich	ungleichmäßig						
<b>6 Produktionsauslösung</b>			nach Auftrag		Kundenbestellung	Bestellung einzelner Kunden					
<b>7 Leistungsanrichtung</b>		Auftragsproduktion		nicht anonym, Auftragsfertigung		nicht auf Lager, auftragsorientiert			kunden-, auftragsorientiert, unmittelbar	kundenorientiert	
<b>8 Größe des Absatzmarkts</b>											
<b>9 Quantitative Flexibilität</b>				hoch, wesentlicher Vorteil	sehr hoher Flexibilitätsbedarf						
<b>10 Qualitative Flexibilität</b>				hoch, große Anpassungsfähigkeit	hoch	sehr hoch	größere betriebliche Flexibilität		hohe Anpassung an spezielle Kundenwünsche	hohes Maß hinsichtlich Kapazitätsnutzung einzelner Maschinen und Werkstätten	
<b>11 Kontinuität</b>											
<b>12 Lagerbestand an Werkzeugen, Einzelteilen, BG</b>				hoch	Zwischenlagerbildung						
<b>13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen</b>											
<b>14 Arbeitskräfte-quantifizierung</b>				vielseitig handwerklich ausgebildet, Spezialkenntnisse	größere Handlungs- und Entscheidungsspielräume	vorwiegend Facharbeiter					
<b>15 Externe Varietät</b>					keine Kongruenz (Ähnlichkeit von Fertigungs- und Konstruktionsdokumenten)		Höchstmaß an Verschiedenartigkeit				
<b>16 Interne Varietät</b>							bei variierender Auftragsstruktur günstig				
<b>17 Ort der Kundenintegration</b>				Besteller hat individuellen Bedarf geäußert							
<b>18 Produktkomplexität</b>					Erzeugnisse mit komplexer Struktur						

Tab. 1-3: Produktionstyp Einzelfertigung

<b>Einzelfertigung</b>	Neumann et al. 1984 S. 64 ff.	Schneeweiß 1989 S. 11, 163	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 S. 122 ff., 158-160	Reichwald/ Dietel in Heisen 1991 S. 436 ff.	REFA 1991 S. 58 ff.	Kern 1992 S. 86	Holtesch 1993 S. 15	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 321, 390	Schweitzer 1994 S. 187 ff., 575	Eversheim/ Schuh 1996 S. 9-66
19 Prozesskomplexität					hohe Komplexität und hohe Variabilität						
20 Rückkosten,-aufwand					gering						
21 Durchlaufzeit, Transportzeit				lang (Transport und Fertigung)	lang				dauernde Anpassungs-vorgänge während Fertigung verlängern Zeit		
22 Leistungsvielfalt		nur Einzelstücke	einzelne oder wenige Werkstücke, weitgehende Berücksichtigung der Kundenwünsche		einzelnes Produkt nach individuellen Wünschen des Kunden	Einzelstücke	Anpassung an spezielle Kundenwünsche, stark individualisierte Produkte		spezifisches Produkt	prinzipiell ist jeder Kundenwunsch möglich (Einzelprodukte)	
23 Technologische Bearbeitungsfolge				unterschiedliche Bearbeitung in ungleichen Produktionswegen						nicht zwingend vorgeschrieben	
24 Organisationsform,-typ	Verfahrensprinzip (auch bei KSF)	Werkstatt-, Baustellenfertigung		Baustellen-, Werkstofffertigung	Werkstofffertigung		Werkstofffertigung			Werkstofffertigung, Baustellenfertigung	
25 Betriebsmittel				vielseitig verwendbar, Universalmaschinen		Universalmaschinen, sehr geringer Automatisierungsgrad					
26 Arbeitsstellung			Arbeitsplätze nicht speziell auf Werkstück abgestimmt	gering	gering						
27 PPS-, Koordinations-aufwand		hohe planerische Anforderungen	Materialbeschaffung, Arbeitsvorbereitung, auftragsweise Disposition	hohe Belastung	individuell geplant, gesteuert, abgewickelt; schwierig, sehr hoher Abstimmungsbedarf	hoher Aufwand			hoher Planungsanteil		
28 Transaktionskosten					hoher Kooperations- und Informationsbedarf						
29 Herstellkosten pro Stück			hoher Anteil an konstruktiver und administrativer Arbeit		hohe Transportkosten	hohe Stückkosten	hoch, hohe Materialflusskosten				
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs	Spezialisierungsgrad 0,0046 > S				niedrig	keine					
Besonderheiten	Effektivität am geringsten	KSF weist Züge der Einzelfertigung auf		Einzelfertigung mit und ohne Wiederholung, spezielle Arbeitsvorbereitung nötig	relativ geringe Kapitalbindung		einmalig und wiederholte Einzelfertigung	einmalige und wiederholte Einzelproduktion (nicht Einzelfertigung)	einmalige, erstmalige und wiederholte Einzelfertigung	KSF wird mit Einzelfertigung gleich behandelt	Einzelfertigung
Beispiele	Schiffbau, Anlagenbau, Muster- und Modellbau	Spezialmaschinen, Maßanzüge, Schiffe, Häuser		Brücken, Schmuckstücke	Anlagenbau, Werkzeugmaschinenbau	Großmaschinenbau, Schiffbau, Brückenbau	Großmaschinenbau	Sondermaschinenbau (wiederholte)	Schiffbau, Sanbau		

Tab. 1-4: Produktionstyp Einzelfertigung

<b>Einzelfertigung</b>	Adam 2001 S. 10, 21-24	Hasnmann 2001 S. 123 ff.	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/ Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2005 S. 493 f.	Piller 2006 S. 136-139	Aachener PPS-Modell Schuh 2006 S. 120 ff. Lüdtke 2005 S. 97 f. Lückak et al. 2007 S. 132	Corsten 2007 S. 36 f.	Tiedtke 2007 S. 440	Bohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wendahl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
<b>Bezeichnung des Mengenaspekts</b>		Produktionsvolumen	Produktionstypen	Repetitionstyp der Fertigung			Fertigungsarten	Einzelproduktion		Leistungstypen der Produktion	Fertigungstypen	Fertigungstypen
<b>1 Wiederholbarkeit des Prozesses</b>					einmal		bei Einmalfertigung; keine bei Einzelfertigung und KSF: < 12			einmalig	Einmalfertigung, Wiederholfertigung bei Wiederverwendung von Unterlagen	
<b>2 Planungshorizont, -sicherheit</b>							bei Einmalfertigung; gering bei Einzelfertigung und KSF: < 50					
<b>3 Produktionsmenge, -volumen</b>						kleine Mengen			1		Stückzahl 1	
<b>4 Größe, Losgröße, Auflagenhöhe</b>	1, entspricht KSF mit Losgröße 1		1			1	alle Baugruppen- und Einzelbedarfe mit gleichen Arbeitsgangfolgen in einem Zeitraum zusammen in ein Los				einzel oder in Los (KSF)	
<b>5 Kapazitätsauslastung</b>										hohe Auslastung aller Werkstätten ist kaum erreichbar		
<b>6 Produktionsauslösung</b>	Auftragsfertigung	Auftragsergänzung, Kundenbestellung	Kundenauftrag		auftragsbezogen	Kundenauftrag, auf Bestellung	Auftragsfertiger, bedarfsorientiert; auftragsanonyme Planaufträge		Auftragsfertigung	Kundenbestellung, auch Lageraufträge		
<b>7 Leistungsausrichtung</b>	am Kunden		Strategie der Differenzierung				einzelner Kundenauftrag			Produktion folgt dem Absatz		
<b>8 Größe des Absatzmarkts</b>						kleine Nachfragerzahl						
<b>9 Quantitative Flexibilität</b>			hohe numerische Flexibilität									bessere Anpassung bei konjunkturellen Mengenschwankungen
<b>10 Qualitative Flexibilität</b>		Flexibilität des Produktionsprozesses, sichert Marktstellung	vor allem hohe funktionale Flexibilität			hoch				sehr flexibel bzgl. Produktveränderungen und Produktwechsel	hohe Anpassung an unterschiedliche Werkstücke und Bearbeitungsfolgen	besser und schnellere Anpassungen wegen Werkstattfertigung
<b>11 Kontinuität</b>												
<b>12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG</b>			Lager zwischen Werkstätten dienen als Puffer			hoch, großes Ersatzteillager	größere Menge			Zwischenlagerbildung		hoch, da lange Fehlleistungszeiten; Vorratseingangszeit gering, da auftragswenige Beschallung
<b>13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen</b>						keine	seltener, eher gar nicht					
<b>14 Arbeitskräftequalifizierung</b>			breite Qualifikationsanforderungen			hoch				größere Handlungs- und Entscheidungsspielräume der Arbeitskräfte		hoch
<b>15 Externe Varietät</b>		auch besondere Kundenwünsche möglich				hoch						
<b>16 Interne Varietät</b>						hoch						
<b>17 Ort der Kundenintegration</b>						direkte Interaktion, vor Fertigungsbeginn	intensive Abstimmung bei Produktspezifizierung					
<b>18 Produktkomplexität</b>		geringe Zahl an Rationalisierungsmöglichkeiten; enge Grenzen bei Normung und Typung	komplexe Produkte				erheblich					

Tab. 1-5: Produktionstyp Einzelfertigung

<b>Einzelfertigung</b>	<b>Adam 2001 S. 10, 21-24</b>	<b>Hasnmann 2001 S. 123 ff.</b>	<b>Sydow/Möllering 2004 S. 88-94</b>	<b>Domschke/Scholl 2005 S. 110 f.</b>	<b>Jung 2005 S. 493 f.</b>	<b>Piller 2006 S. 136-139</b>	<b>Aachener PPS-Modell Schuh 2006 S. 120 ff. Lüdding 2005 S. 97 f. Luccak et al. 2007 S. 132</b>	<b>Corsten 2007 S. 36 f.</b>	<b>Tiedtke 2007 S. 440</b>	<b>Bohm et al. 2008 S. 279 ff.</b>	<b>Wendahl 2008 S. 27-40</b>	<b>Wöhe/Döring 2010 S. 345-347</b>
19 Prozesskomplexität	hoch, komplizierte Variante der Fertigung					hoch, geringer Vorfertigungsgrad	sehr komplex					
20 Rüstkosten, aufwand			geringe Rüstkosten			hoch, häufige Umstellungen bedingen hohe Wechselkosten				geringe Umstelltzeiten und -kosten		
21 Durchlaufzeit, Transportzeit			relativ lange Durch- laufzeiten wegen unver- meidbarer Transport- und Wartezeiten			lang	lang			lange und stark streuend	lang	lange Transportwege
22	individuelle Konstruktionspläne, Stücklisten, Terminpläne	jedes produzierte Stück wird auf die Wünsche des Kunden zugeschnitten	individuelle Leistung	ein (bzw. wenige) Einzelstück(e)		individuelle Erstellung von Fertigungsunterlagen	kundenspezifisches Produkt oder typisiertes Erzeugnis mit kunden- spezifischen Varianten		Sonderwünsche möglich	ein individuelles Erzeugnis		einzelne Stücke oder Aufträge
23 Technologie Bearbeitungsfolge	variable technologische Bearbeitungsfolge		je Auftrag erforderliche Reihenfolge der Bearbeitung				ungerichteter Materialfluss			verschiedene Wege der Aufträge	unterschiedlich	
24 Organisationsform, -typ	Werkstattfertigung		Werkstattfertigung, Baustellenfertigung	Werkstatt-, Baustellenfertigung		Werkstattfertigung	Werkstatt- oder Inselfertigung, Baustellen- oder Gruppenmontage			Werkstatt-, Gruppen-, Baustellenfertigung	funktionale Fertigung, Werkstättenfertigung	Werkstattfertigung
25 Betriebsmittel			multifunktionale Anlagen									niedrige Kapitalintensität
26 Arbeitsteilung	gering											
27 PPS-, Koordinations- aufwand	kaum generelle Regeln für Koordination einsetzbar	schwierige Ausführung des Produktionsprogramms	aufwändige Fertigungsvorbereitung, gesonderte Material- beschaffung, hoher Koordinationsaufwand			hoher Koordinationsbedarf	hoch, alles neu			aufwändige Arbeits- vorbereitung, schwierige Fertigungsplanung und -steuerung		
28 Transaktionskosten						sehr hoch						
29 Herstellkosten pro Stück		spezielle Arbeitsvor- bereitung, Konstruktions- und Terminpläne	aufwändig, hohe Produktions-, Transport- und Lagerungskosten für Halbfabrikate			hoch	hoher Konstruktionsaufwand			relativ geringe Festkostenbelastung, hohe Transportkosten		hohe Lohnstückkosten, niedriger Fixkostenanteil, hohe Leerkosten
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs							Kundenauftrag meist Neukonstruktion oder aufbauend auf Grundkonstruktionen			geringe Rationalisierungs- möglichkeiten durch Lerneffekte		
Besonderheiten	Individualfertigung				Sonderformen: einmalige, einmalige, wiederholte Einzelfertigung		KSF wird wie Einzel- fertigung behandelt, Einmalfertigung als Sonderform			Einzel- und Massenfertigung sind Extremformen	KSF wird mit Einzelfertigung gleich behandelt	
Beispiele		Baundustrie, Schiffbau	Feinschmecker- restaurant	Brückenbau, Häuser	Wohnungs-, Brücken-, Schiffbau, Turbinen		Maschinen- und Anlagenbau		Anlagenindustrie, Baundustrie	Schiff-, Groß- maschinen-, Hoch-, Tiefbau	Großmaschinen-, Schiff- und Industriebau	Maßanzug, Einfamilienhaus

Tab. 1-6: Produktionstyp Einzelfertigung

Anlage 2:      Literaturanalyse Serienfertigung



Serienfertigung	Heber/Nowak 1933 S. 159	Mellerowicz 1957 S. 38, 368 ff. 1963 S. 154 ff.	Bargor 1967 S. 178	Böhme et al. 1969 S. 85	Arnold/Borchert/ Schmidt 1975 62-64	Arnold/ Borchert et al. 1977 S. 611 ff.	Schäffer 1978 S. 63-79	Dietrich/ Pfeifer 1979 S. 36 f.	Gutenberg 1983 S. 110	Schönburg 1980 S. 70 f.	Dolezalek/ Warnecke 1981 S. 131
Bezeichnung des Mengenaspekts							Merkmal d. Verwirklichung des Massenprinzips				
1 Wiederholbarkeit des Prozesses	Betriebstypen	Produktionstypen	Leistungstyp der Fertigung	Fertigungsarten	Fertigungsarten	Fertigungsarten		Fertigungsarten		Fertigungsarten	Fertigungsarten
					ständig	ständige Wiederholung				geringe bis große Wiederholhäufigkeit	
2 Planungshorizont, -sicherheit							mehrere Jahre				
3 Produktionsmenge, -volumen		begrenzte Anzahl	festsetzbare Stückzahlen		bestimmte Menge (Serie), KSF, MSF, GSF	gleiche bzw. unterschiedliche Mengen (Serien)	viele Erzeugnisse, KSF, MSF, GSF	begrenzte Anzahl, KSF, MSF, GSF	größere Mengen, KSF und GSF	große Auflagenstückzahlen	KSF, MSF, GSF
4 Losgröße, Auflagenhöhe	Lose möglich	ein oder mehrere Lose	in Losen möglich		Serienfertigung setzt Losfertigung voraus	losweise		in Losen	> 1, mehrere Lose		in Losen
5 Kapazitätsauslastung				bessere Ausnutzung gegenüber EF	hohe Auslastung	bessere Ausnutzung der Produktionskapazität als Einzelfertigung					
6 Produktionsauslösung											
7 Leistungsanrichtung											
8 Größe des Absatzmarkts											
9 Quantitative Flexibilität											Umsstellung auf geänderte oder ganz andere Teile ist im Allgemeinen möglich
10 Qualitative Flexibilität								ununterbrochen			ununterbrochen
11 Kontinuität											Zwischenlagerungen, da kein Takt
12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG				Zwischenlager für technologisch bedingte Unterschiede für Halbfabrikate anlegen	geringere Produktionsvorräte als Einzelfertigung						
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen											
14 Arbeitskräftequantifizierung			höhere Anforderungen an Arbeitskräfte		höhere Arbeitsfertigkeit der Arbeitskräfte gegenüber Einzelfertigung, mehr Hilfskräfte						qualifizierte Arbeitskräfte zur Maschinenbedienung
15 Externe Varietät	Leistungen innerhalb eines begrenzten Leistungsprogramms										
16 Interne Varietät											wesentlich weniger verschiedene Teile als Werkstattfertigung
17 Ort der Kundenintegration	Abnehmer können bei der Gestaltung größeren Einfluss nehmen	"Abnehmer können auf die Ausführung einen gewissen Einfluss ausüben"			konstruktiv gleichartig	Standardisierung von Erzeugnissen	Mehrzahl von Erzeugnissen gleicher Art, Serien können sehr unterschiedlich sein	innerhalb einer Serie keine oder nur geringfügige Konstruktionsänderungen	konstruktiv und in ihrer Zusammensetzung unterschiedliche Produkte		funktionsmäßige Verwandtschaft der ET und BG oder fertigungstechnisch zusammengehörig
18 Produktkomplexität		häufig mechanisch zusammengesetzte Erzeugnisse	Produkte sind veränderlich								

Tab. 2-1.: Produktionstyp Serienfertigung

Serienfertigung	Heber/Nowak 1933 S. 159	Mellerowicz 1957 S. 38, 368 ff. 1963 S. 154 ff.	Barger 1967 S. 178	Böhme et al. 1969 S. 85	Arnold/Borchert/ Schmidt 1975 62-64	Arnold/ Borchert et al. 1977 S. 611 ff.	Schäfer 1978 S. 63-79	Dietrich/ Pfeifer 1979 S. 36-37	Gutenberg 1983 S. 110	Schönburg 1980 S. 701.	Dolezalek, Warnecke 1981 S. 131
19 Prozesskomplexität						Standardisierung von Technologien					
20 Rückkosten, -aufwand			häufiges Umrüsten		verminderter Umrüstaufw., d. Maschinen, kürzere Verlustzeiten	kostenaufwändige Umrüstungen		verminderte Stillstandszeiten, da weniger Umrüstaufwand gegenüber Einzelfertigung			Rüsten nach jeder Serie, kürzere Rüstzeiten gegenüber Werkstattfertigung
21 Durchlaufzeit, Transportzeit					kürzerer Produktionszyklus, da kürzere Stück-, Warte-, Stillstandszeiten	kurze Produktionszyklen, Verminderung von Liege-, Warte-, Stillstandszeiten					geringerer Transportaufwand und kürzere Durchlaufzeit gegenüber Werkstattfertigung
22 Leistungsvielfalt	fallweise Bestimmung der Einzelheiten einer Leistung	einheitliche Produktarten, Details einer Serie werden fallweise bestimmt	differenzierte Produkte	universelles Produktionsprogramm	gleichartige Fertigerzeugnisse	Serien im Wechsel, gleichartige Erzeugnisse	Grenzen des Leistungsprogramms vorhanden, Erzeugniseinheiten dann fallweise	Fertigerzeugnisse mit gleicher Konstruktion	konstruktiv und in ihrer Zusammenfassung unterschiedliche Produkte		gleiche Erzeugnisse
23 Technologische Bearbeitungsfolge					geordneter Erzeugnisdurchlauf						Maschinenaufstellung nach der Überwiegenden Arbeitsfolge, ähnliche Bearbeitungsfolge
24 Organisationsform, -typ					GFA bei MSF, Werkstattfertigung bei KSF, konstante Fließfertigung bei GSF	Reihen- oder Fließfertigung		Fließfertigung bei MSF und GSF			Gruppenfertigung, bei größeren Serien Fließfertigung
25 Betriebsmittel			Mehrzweckmaschinen	Erhöhung des Mechanisierungsgrades	Mehrzweckmaschinen, umfassende Mechanisierung und Teilautomatisierung	bestimmte Produktionsanlagen, mehr Mechanisierung und Automatisierung als Einzelfertigung		hochleistungsfähige Maschinen		hohe Spezialisierung und Automatisierung der Fertigungsmittel	Mehrzweckmaschinen, geringe Spezialisierung in den Fertigungsmethoden möglich
26 Arbeitsteilung					häufigeres Wiederholen gleicher Arbeiten			ständige Wiederholung bestimmter Arbeitsgänge			
27 PPS-, Koordinationsaufwand				bessere Organisation und Leitung			Fertigungsvorbereitung auf jeweilige Serie			detaillierte Planungsdaten	Arbeitsvorbereitung je Serie
28 Transaktionskosten											besserer Überblick
29 Herstellkosten pro Stück					geringere Lohn-, Ausfallkosten, bedeutend niedrigere Kosten als Einzelfertigung	Senkung der Selbstkosten gegenüber Einzelfertigung					
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs					Standardisierung der Einzelteile, Typisierung der Erzeugnisse, Losfertigung		höherer Vorbereitungsgrad als Einzelfertigung	Spezialisierung auf bestimmte Arbeiten			keine Abtaktung
Besonderheiten				KSF und MSF werden teilweise zusammen betrachtet			für synthetische Fertigung geeignet				
Beispiele		Autos, Buchungsmaschinen, Motoren	Möbel, Bekleidung		Werkzeugmaschinenbau, Waggons, Armaturen		Fahrräder, Motoren, Automobile, Möbel			Konsumgüterindustrie, Fahrzeugbau	Maschinenbau

Tab. 2-2: Produktionstyp Serienfertigung

Serienfertigung	Neumann et al. 1984 S. 64 ff.	Schneeweiß 1989 S. 11, 163	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 S. 156-161	Reichwald/ Dietel in Heisen 1991 S. 436-438, 612	REFA 1991 S. 58 ff.	Kern 1992 S. 86	Holtech 1993 S. 15, 390, 496	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 390, 1107 f.	Schweitzer 1994 S. 187 ff.	Eversheim/ Schuh 1996 S. 9-66
Bezeichnung des Mengenaspekts	Fertigungsarten	Repetitionstypen der Fertigung (Prod.-typen)	Fertigungsarten	Einproduktbetriebe	Prozessstypen der Fertigung	Fertigungstypen	Produkt- und Programmtypen	Fertigungstypen	Fertigungsstufen		Fertigungsarten
1 Wiederholbarkeit des Prozesses		einmalige Produktion einer Serie			mehrfach	begrenzte Wiederholung					
2 Planungshorizont, -sicherheit		mittelfristige Produkttyp-prognosen			mittel				kurzer Zeitraum für die Fertigung einer Serie		
3 Produktionsmenge, -volumen	begrenzte Menge, KSF, MSF, GSF	bestimmte Stückzahl (Serie)	mehrere, KSF, MSF, GSF	unterschiedliche Mengen, je nachdem ob KSF oder GSF	fertigungstechnische Besonderheiten der einzelnen Produktvarianten	begrenzte Stückzahl, KSF, MSF, GSF	beschränkte Zahl, KSF, GSF	mehrere Mengeneinheiten, KSF, MSF, GSF	begrenzte Anzahl, KSF, GSF	jeweils eine bestimmte Anzahl	
4 Losgröße, Auflagenhöhe			mehrere Lose	in Los-, losweise Produktion		Lose	da wo keine genügend großen Absatzzahlen	1 < n < unendlich			gegebenenfalls mehrere Lose
5 Kapazitätsauslastung				von Serie abhängig							
6 Produktionsauslösung	Auftragsproduktion			teilweise auf Lager	Kundenbestellung häufig in Verbindung mit Rahmenverträgen	Kunde hat noch gewissen Einfluss					
7 Leistungsausrichtung					mark-, oder auftragsorientiert	Fertigung auf Lager-, programm- und auftragsorientiert			mark- und auftragsorientiert		
8 Größe des Absatzmarkts				große Zahl von Kunden							
9 Quantitative Flexibilität					starr, mittlerer Flexibilitätsbedarf						
10 Qualitative Flexibilität					starr	begrenzt			hoher Individualitätscharakter einer Serie		
11 Kontinuität			ununterbrochen		hoch	ununterbrochen innerhalb einer Serie		ununterbrochen			ununterbrochen
12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG											
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen											
14 Arbeitskräftequantifizierung					geringe Handlungs- und Entscheidungspleiäume	Facharbeiter und angelernte Arbeiter					
15 Externe Varietät					additive Kongruenz (Ähnlichkeit von Fertigungs- und Konstruktionsdokumenten)		einheitliche Produktarten		homogen innerhalb einer Serie		
16 Interne Varietät											
17 Ort der Kundenintegration											
18 Produktkomplexität		geringfügige Unterschiede zwischen den Serien			Erzeugnisse mit teilweiser komplexer Struktur				keine oder nur sehr geringe Übereinstimmung zwischen einzelnen Produkten einer Serie	Produkte eines Typs mit unterschiedlicher Ausstattung	gleiche Werkstücke

Tab. 2-3: Produktionstyp Serienfertigung

Serienfertigung	Neumann et al. 1984 S. 64 ff.	Schneeweiß 1989 S. 11, 163	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 S. 158-161	Reichwald/ Dietel in Heinen 1991 S. 436-438, 612	REFA 1991 S. 58 ff.	Kern 1992 S. 86	Holtech 1993 S. 15, 390, 496	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 390, 11071.	Schweitzer 1994 S. 187 ff.	Eversheim/ Schuh 1996 S. 9-66
19 Prozesskomplexität					mittlere Komplexität und mittlere Variabilität						
20 Rückkosten- aufwand								Umrüstung auf andere Produktarten, Einrichter- Rückkosten für jede Neuaufgabe		zwischen den Serien	
21 Durchlaufzeit, Transportzeit					niedrig						
22 Leistungs Vielfalt	gleichartige Erzeugnisse (Serie), Serienwiederholung möglich				typisierte Erzeugnisse mit kundspezifischen Varianten	konstruktionsgleiche Produkte	"das Leistungsprogramm stellt einen Rahmen dar, innerhalb dessen die Details von Fall zu Fall festgelegt werden"	eine Produktart	sehr viele Produkt- varianten je Produktart, Produkt innerhalb einer Serie homogen	Produkte mit keiner oder nur geringer Übereinstimmung (Serienprodukte)	
23 Technologische Bearbeitungsfolge											
24 Organisationsform, -typ		Werkstat-, Baustellenfertigung			Fließfertigung					Fließstraße	
25 Betriebsmittel			angenehmere Mechanisierung und Automatisierung	auf denselben Produktionsanlagen oder speziellen Anlagen		Universal- und Spezialma- schinen, mittlerer Automatisierungsgrad		dieselben Betriebsmittel		eine "Strale"; kann für verschiedene Serien nach Umstellung genutzt werden	
26 Arbeitsstellung					mittel						
27 PPS-, Koordinations- aufwand			Aufwand Vorarbeiten pro Serie		mittlerer Abstimmungsbedarf	mittlerer Aufwand					
28 Transaktionskosten					mittlerer Kooperations- und Informationsbedarf						
29 Herstellkosten pro Stück					niedrige Transportkosten	niedrige Stückkosten durch Kostendegression					
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs	Spezialisierungsgrad $0,1667 > S > 0,0046$				mittel	Standardisierung möglich					
Besonderheiten		Unterordnung der Chargenfertigung	Unterschied zur KSF abhängig von Volumen, Gewicht, Komplexität	hohe Investitionskosten	Serienablertigung, ferti- gungstechnische Beson- derheiten der einzelnen Produktvarianten	"Verknüpfung der Vorteile von Massen- und Einzelfertigung"	Serienproduktion, KSF mit Tendenz zur Einzelfertigung, GSF mit Tendenz zur Massenfertigung	fließender Übergang zwischen GSF und Massenfertigung, KSF und Sortenfertigung			
Beispiele					Elektrogeräte	Maschinenbau, Motorenbau	Werkzeugmaschinenbau, Schirmgestellfertigung	Fahrgzeugbau	Autobndustrie	Automobilindustrie	

Tab. 2-4: Produktionstyp Serienfertigung

Serienfertigung	Adam 2001 S. 10, 21-24	Hasenmann 2001 S. 123 ff.	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/ Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2005 S. 493 f.	Pillor 2006	Aachener PPS-Modell Schuh 2006 S. 120 ff. Lüding 2005 S. 97 f. Luccak et al. 2007 S. 132	Corsten 2007 36 f.	Tiedtke 2007 S. 440	Bohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wienhöhl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
Bearbeitung des Mengenpekts		Produktionsvolumen	Produktionstypen	Repetitionstyp der Fertigung			Fertigungsarten			Leistungstypen der Produktion	Fertigungstypen	Fertigungstypen
1 Wiederholbarkeit des Prozesses					Mehrfachfertigung		< 24				Mehrfachfertigung	
2 Planungshorizont, sicherheit					begrenzt durch Stückzahl		Auflage > 50					
3 Produktionsmenge, -volumen	begrenzte Mengen, KSF und GSF	größere, aber begrenzte Stückzahlen		begrenzte Menge	begrenzt, KSF und GSF		mehr als ein Los pro Monat		größere, aber begrenzte Stückzahlen, KSF, GSF	starke Unterschiede nach Seriengröße	größere Stückzahlen	mehrere Einheiten
4 Losgröße, Auflagenhöhe	jede Serie nur ein Mal		parallele Bearbeitung von Produktionslosen				größere Lose	Festlegung ex ante				
5 Kapazitäts- auslastung												
6 Produktions- auslösung							Variantenfertiger, Mischfertiger			Produktionsprogramm, Bestellungen, Lageraufträge		
7 Leistungs- ausrichtung			auftrags- oder marktorientiert					KSF ist auftragsorientiert, GSF ist marktorientiert				
8 Größe des Absatzmarkts												
9 Quantitative Flexibilität			mittel, aufgrund von Puffern und kein Fließband									bessere Anpassung bei konjunkturellen Mengenschwankungen
10 Qualitative Flexibilität		geringere Flexibilität gegenüber Einzelfertigung	recht eingeschränkt									bessere und schnellere Anpassungen wegen Werkstofffertigung
11 Kontinuität												
12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelleilen, BG			entfallen weitestgehend				kleiner, aber komplexer, da mehr Baugruppen und Halbfabrikate eingelagert werden					
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen												
14 Arbeitskräfte- qualifizierung												hoch
15 Externe Varietät												
16 Interne Varietät												
17 Ort der Kunden- integration							Kundenentkopplungs- punkt, bis dahin ist kundenanonym					
18 Produktkomplexität		innerhalb Serie birgt Normung und Typung Rationalisierungseffekte	prinzipiell technologisch verwandt, aber signifi- kante fertigungstech- nische Unterschiede				ähnliche Erzeugniskom- plexität wie Einzelfertigung, aber mehr Standardisierung			qualitativ verwandte, fertigungstechnisch aber recht unterschiedliche Erzeugnisse		

Tab. 2-5: Produktionstyp Serienfertigung

Serienfertigung	Adam 2001 S. 10, 21-24	Hasnmann 2001 S. 123 ff.	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/ Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2005 S. 493 f.	Piller 2006	Aachener PPS-Modell Schuh 2006 S. 120 ff. Leding 2005 S. 97 f. Luzzak et al. 2007 S. 132	Corsten 2007 36 f.	Tiedtke 2007 S. 440	Bohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wienkahl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
19 Prozesskomplexität												
20 Rückkosten,-aufwand	fallen aufgrund technischer Veränderungen am Produkt an	besondere Umrüstkosten			Umstellung von Zeit zu Zeit					hohe Umrüstzeiten und -kosten		
21 Durchlaufzeit, Transportzeit											bei KSF lang	lange Transportwege
22 Leistungsvielfalt	technisch veränderte Produkte in jeder Serie	nicht alle Kundenwünsche können erfüllt werden		mehrere Produkte gleichzeitig			Produkte auf Basis kundenanonymer Vorproduktion		unterschiedliche Produktarten		Stückzahlen derselben Komponente	verschiedene Produkte
23 Technologische Bearbeitungsfolge												
24 Organisationsform,-typ			Werkstatt-, Reihen-, Fließfertigung				mehr Insel- als Werkstattfertigung			Gruppen-, Straßen-, Werkstattfertigung		Werkstattfertigung
25 Betriebsmittel	nur teilweise für andere Serien einsetzbar	einzelne Serien auf gleichen Produktionsanlagen			gleiche Produktionsanlagen für unterschiedliche Produkte		höherer Automatisierungsgrad als bei KSF/ Einzelfertigung					unterschiedliche Anlagen, niedrige Kapitalintensität
26 Arbeitsteilung							stärker ausgeprägt als bei KSF/ Einzelfertigung					
27 PPS-, Koordinationsaufwand												
28 Transaktionskosten												
29 Herstellkosten pro Stück			mittlere Skalenerträge				geringerer Konstruktionsbedarf					hohe Lohnstückkosten, niedriger Fixkostenanteil, hohe Leerkosten
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs			Standardisierung vorhanden				höher als beim Auftragsfertiger			Rationalisierungseffekte durch Normung und Typung		
Besonderheiten			Serienfertigung als eine Unterart der Variantenfertigung, Voraussetzung sind Teilfamilien		Unterteilung in Sortenfertigung, reine Sortenfertigung und Chargenfertigung				Unterschied KSF, GSF: abhängig von Anzahl hintereinander gefertigter Einheiten, branchenabh.	Chargenfertigung als Sonderform der Serien- und Sortenfertigung		
Beispiele		Unterhaltungselektronik, Schuhindustrie	Golf Bora, Limousine, Coupe, Cabrio	Buchdruck					Textil-, Möbelindustrie	Möbel, Maschinen		PKW, LKW

Tab. 2-6: Produktionstyp Serienfertigung

Anlage 3:      Literaturanalyse Sortenfertigung

<b>Sortenfertigung</b>	<b>Heber/Nowak 1933 S. 137 f.</b>	<b>Mellerowicz 1957 S. 38, 368 ff. 1963 S. 154 ff.</b>	<b>Bergor 1967 S. 178, 180-184</b>	<b>Böhme et al. 1969 S. 186, 479</b>	<b>Arnold/Borchert/ Schmidt 1975</b>	<b>Arnold/ Borchert et al. 1977</b>	<b>Schäffer 1978 S. 63-79</b>	<b>Dietrich/ Pfeifer 1979</b>	<b>Gutenberg 1983 S. 109</b>	<b>Schönburg 1980</b>	<b>Dolezalek/Warnecke 1981 S. 132</b>
<b>Bezeichnung des Mengenaspekts</b>	Betriebstypen	Produktionstypen	Leistungstyp der Fertigung	Fertigungsarten			Merkmal d. Verwirklichung des Massenprinzips				Fertigungsarten
<b>1 Wiederholbarkeit des Prozesses</b>			geschlossener, einheitlicher Wiederholungsvorgang								
<b>2 Planungshorizont, -sicherheit</b>	längerer Zeitraum		längere Sicht				lange Zeit geltend				
<b>3 Produktionsmenge, -volumen</b>			größere Mengen				massenhaft				
<b>4 Losgröße, Auflagenhöhe</b>	wenige bis viele Sorten						Sorte wird immer wieder aufgelegt				
<b>5 Kapazitätsauslastung</b>											
<b>6 Produktionsauslösung</b>											
<b>7 Leistungsausrichtung</b>											
<b>8 Größe des Absatzmarkts</b>							klar überschaubare Märkte				
<b>9 Quantitative Flexibilität</b>											
<b>10 Qualitative Flexibilität</b>											
<b>11 Kontinuität</b>			ohne Unterbrechung, kontinuierlicher Fertigungsfluss								
<b>12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG</b>			keine Zwischenlagerung für Halbfabrikate, nur Pufferlager								
<b>13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen</b>											
<b>14 Arbeitskräftequantifizierung</b>			überwiegend angelernt								
<b>15 Externe Varietät</b>	Leistungen besitzen größere Verwandtschaft						gleiches Ausgangsmaterial, gleiche Bearbeitungsverfahren, fertigungstechnisch nah verwandt				
<b>16 Interne Varietät</b>	Konstanz der Ausgangsstoffe		unveränderter Stoffeinsatz								
<b>17 Ort der Kundenintegration</b>											
<b>18 Produktkomplexität</b>		enge Verwandtschaft der Produkte durch dieselbe Prozessfolge oder denselben Ausgangsstoff	eng verwandte Produkte, Unterschiede nur in Abmessung und Qualität				einfache und unkomplizierte Produkte				enge Verwandtschaft der Produkte durch dieselbe Prozessfolge oder denselben Ausgangsstoff

Tab. 3-1.: Produktionstyp Sortenfertigung



<b>Sortenfertigung</b>	<b>Heber/Nowak 1933 S. 137 f.</b>	<b>Mellerowicz 1957 S. 38, 368 ff. 1963 S. 154 ff.</b>	<b>Berger 1967 S. 178, 180-184</b>	<b>Böhme et al. 1969 S. 186, 479</b>	<b>Arnold/Borchert/ Schmidt 1975</b>	<b>Arnold/ Borchert et al. 1977</b>	<b>Schäfer 1978 S. 63-79</b>	<b>Dietrich/ Pfeifer 1979</b>	<b>Gutenberg 1983 S. 109</b>	<b>Schönburg 1980</b>	<b>Dolezalek/ Warnecke 1981 S. 132</b>
19 Prozesskomplexität											
20 Rückkosten, -aufwand	teilweise saison- oder trendbedingte Wechsel		große Starrheit bei Umstellungserfordernissen								
21 Durchlaufzeit, Transportzeit			kürzere Transportwege								
22 Leistungs Vielfalt	Produkte nach Gattung, Art, Abmessung, Qualität usw. genau festgelegt	einzelne Sorten werden im Voraus festgelegt und sind dann dauernd herstellbar	gleiche oder gleichartige Produkte				viele gleichartige Erzeugnisse		Varianten des gleichen Grundzeugnisses sind unterschiedliche Sorten		
23 Technologische Bearbeitungsfolge			gleiche Arbeitsgänge in gleicher Reihenfolge								
24 Organisationsform, -typ			Fließfertigung	Fließfertigung							
25 Betriebsmittel			starre, speziell für das Produkt ausgelegte Apparaturen				gleiche Apparatur				
26 Arbeitsteilung			Arbeitsspezialisierung								
27 PPS-, Koordinations- aufwand			Fertigungssteuerung wird zur Planung, einmalige Fertigungsvorbereitung				Planungsaufwand immer für ein Los einer Sorte				
28 Transaktionskosten											
29 Herstellkosten pro Stück			hohe einmalige Aufwendungen für Apparaturen, geringe Stückkosten								
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs	Normung von Einzelteilen		durchrationalisiertes Produktionsverfahren								
Besonderheiten	bei Chargen- und Partienfertigung entstehen unbeabsichtigte Unterschiede	gegenüber Chargen- und Partienfertigung gibt es bewusste Sortenunterschiede	Spielt der MF, deshalb prozessmäßig wie MF, Sonderformen: Chargen- Partienfertigung				gleichgesetzt mit wechselnder Massenfertigung		nicht mit Kuppelproduktion vergleichbar		Chargen-, Partien-, Sorten- fertigung wenig bedeutsam, Chargen-, Partienfertigung mit Sortenfertigung verwardt
Beispiele	Walzwerk für Profileisen, chem. Industrie, Ziegelei, Textilindustrie	Walz- und Drahtwerke, chemische Industrie, Bekleidungsindustrie	Stahl-, Walzwerk				Papierherzeugung, Brauerei, Walzwerk, Reismühle		Breiter, Rohre, Bleche, Biersorten, Dachziegel		

Tab. 3-2: Produktionstyp Sortenfertigung

Sortenfertigung	Neumann et al. 1984	Schneeweiß 1989 S. 11	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 S. 162 f., 842 f.	Reichwald/ Dietel in Heisen 1991 S. 436-438	REFA 1991	Kern 1992 S. 86	Holtech 1993 S. 15	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 390, 1122	Schweitzer 1994 S. 187 ff.	Eversheim/ Schuh 1996
Bezeichnung des Mengenasppekts	Fertigungsarten	Repetitionstypen der Fertigung (Prod.-typen)			Prozesstypen der Fertigung		Produkt- und Programmtypen	Fertigungstypen	Fertigungs- Produktionstypen		Fertigungsarten
1 Wiederholbarkeit des Prozesses				Einproduktbetriebe	mehrfach						
2 Planungshorizont, sicherheit							über längeren Zeitraum		lange Zeiträume		
3 Produktionsmenge, -volumen		sehr große Mengen oder Stückzahlen, Kleinserienfertigung		Sorten sind die Varianten des gleichen Grunderzeugnisses	ein Produkt						
4 Größe, Auflagenhöhe				losweise Produktion					in Intervallen, hohe Bedeutung der optimalen Losgröße, da gleiche Prozesse		
5 Kapazitäts- auslastung											
6 Produktions- auflösung											
7 Leistungs- ausrichtung					mark-, oder auftragsorientiert			mark-, und auftragsorientiert			
8 Größe des Absatzmarkts				breitere Abnehmerschichten							
9 Quantitative Flexibilität										organisatorische Flexibilität	
10 Qualitative Flexibilität											
11 Kontinuität					hoch						
12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelleilen, BG											
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen											
14 Arbeitskräfte- qualifizierung					geringe Handlungs- und Entscheidungspleiräume						
15 Externe Varietät									homogen innerhalb Sorte		
16 Interne Varietät											
17 Ort der Kunden- integration											
18 Produktkomplexität				nicht materialverwandt, aber produktionsverwandt	einheitliches Ausgangsmaterial je Sorte		hohe Verwandtschaft	eigenschaftsverwandt	einheitliches Ausgangs- material für einzelne Sorten, gleicher Grundstoff bzw. Grunderzeugnis	produktverwandt mit annähernd gleichen Bearbeitungsstufen	

Tab. 3-3: Produktionstyp Sortenfertigung

<b>Sortenfertigung</b>	Neumann et al. 1984	Schneeweiß 1989 S. 11	Agdeleky 1996 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 S. 162 f., 842 f.	Reichwald/ Dietel in Heisen 1991 S. 436-438	REFA 1991	Kern 1992 S. 86	Holtech 1993 S. 15	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 390, 1122	Schwalzer 1994 S. 187 ff.	Eversheim/ Schuh 1996
19 Prozesskomplexität									vergleichbare Prozesse für verschiedene Sorten		
20 Rückkosten, -aufwand								Umrüstungen fallen an			
21 Durchlaufzeit, Transportzeit					niedrig						
22 Leistungs Vielfalt				artige Erzeugnisse, wesentliche Unterschiede bestehen aber	ein Produkt		unterschiedliche Abmessungen		versch. Produktarten, Produkte einer Sorte homogen, geringe Unterschiede in Abmessung, Format, Qualität	Produkte gleicher Gattung, in wesentl. Eigenschaften gleich, aber Dimensionen und Qualität verschieden	
23 Technologische Bearbeitungsfolge											
24 Organisationsform, -typ					Fließfertigung					Werkstattdüßfertigung	
25 Betriebsmittel				gleiche Anlagen				mehrere getrennte Produktionsprozesse mit mehreren versch. BM			
26 Arbeitsstellung					hoch						
27 PPS-, Koordinations- aufwand					gering						
28 Transaktionskosten											
29 Herstellkosten pro Stück					niedrige Transportkosten						
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs					mittel						
		kommt der Massenfertigung sehr nahe		nennt sie Einproduktartproduktion; Partier-, Chargenfertigung, Kuppelproduktion	Sortenabfertigung, Char- genfertigung zu Sorten- und Serienfertigung; teure Investitionen		gleich sortierte wechselnde Massenfertigung	wird nicht mit Einzel-, Serien-, Massenfertigung in einem Zug genannt, sondern extra als Verwandtschaftsgrad			
Besonderheiten				Stahl- und Walzwerke, verschiedene Konfektionsgrößen	Bekleidungsindustrie		Walzwerk	Stahlindustrie, auch als Variantenproduktion bezeichnet	Kabel-, Schraubenindustrie	Stumpfindustrie, Gießerei, Unternehmen der Blechproduktion, Schuhe, Bier	
Beispiele											

Tab. 3-4: Produktionstyp Sortenfertigung

Sortenfertigung	Adam 2001 S. 10, 21-24	Hansmann 2001	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/ Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2005 S. 1145 f.	Pillor 2006	Schuh 2006 Löffling 2005 Luczak et al. 2001	Corsten 2007 S. 36 f.	Tiedtke 2007	Bohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wixndahl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
Bezeichnung des Mengenaspekts			Produktionstypen	Repetitionstyp der Fertigung						Leistungstypen der Produktion	Fertigungstypen	Fertigungstypen
1 Wiederholbarkeit des Prozesses					Mehrfachfertigung						Mehrfachfertigung	
2 Planungshorizont, -sicherheit												
3 Produktionsmenge, -volumen	begrenzte Menge			große Stückzahl						große Mengen		mehrere Einheiten
4 Losgröße, Auflagenhöhe	immer die gleichen Lose (=Sorten)		parallele Bearbeitung von Produktionslosen									
5 Kapazitätsauslastung												
6 Produktionsauslösung										Produktionsprogramm		
7 Leistungsausrichtung			auftrags- oder marktorientiert									
8 Größe des Absatzmarkts												
9 Quantitative Flexibilität			mittel, aufgrund von Puffern und kein Fließband									schlechtere Anpassung bei konjunkturellen Mengenschwankungen
10 Qualitative Flexibilität			recht eingeschränkt									schlechtere und langsamere Anpassungen wegen Massenfertigung
11 Kontinuität												
12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG			entfallen weitestgehend									gering, da kurze Fehl- und Wartezeiten
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen												
14 Arbeitskräfte-quantifizierung												niedrig
15 Externe Varietät				Unterschied in Ausstattungsdetails								
16 Interne Varietät												
17 Ort der Kundenintegration												
18 Produktkomplexität	material-, absatz-, produktionsverwand		keine herstellungs- oder ronsstoffbedingten Unterschiede		einheitliches Ausgangsmaterial					qualitativ verwandte, fertigungstechnisch weitgehend identische Erzeugnisse		

Tab. 3-5: Produktionstyp Sortenfertigung

<b>Sortenfertigung</b>	Adam 2001 S. 10, 21-24	Hansmann 2001 S. 123 ff.	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2005 S. 1145 f.	Piller 2006	Schuh 2006 Löffling 2005 Luczak et al. 2001	Corsten 2007 S. 36 f.	Tiedtke 2007	Bohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wienkahl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
19 Prozesskomplexität												
20 Rückkosten, -aufwand	hohe Lagerkosten bedingen geringe Rückkosten und umgekehrt				minimal							
21 Durchlaufzeit, Transportzeit												kurze Transportwege
22 Leistungsvielfalt	gleiche Produkte in einer Sorte			ein Produkt in verschiedenen Varianten (Sorten)							ähnliche Erzeugnisse, also Varianten eines Grundtyps	verschiedene Produkte
23 Technologische Bearbeitungstiefe												
24 Organisationsform, -typ			Werkstatt-, Reihen-, Fließfertigung							Fließfertigung, Straßenfertigung		Fließfertigung
25 Betriebsmittel	gleiche Betriebsmittel für verschiedene Sorten				gleiche Produktionsanlagen für unterschiedliche Sorten							gleiche Anlagen, hohe Kapazitätslast
26 Arbeitsteilung												
27 PPS-, Koordinations- aufwand								Problem der optimalen Losgröße				
28 Transaktionskosten												
29 Herstellkosten pro Stück			mittlere Skalenerträge									niedrige Lohnstückkosten, hohe Fixkosten, niedrige Leerkosten
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs			Standardisierung vorhanden							Rationalisierungseffekte durch Normung und Typung		
Besonderheiten	Sonderform: Kampagnenfertigung		Sortenfertigung als Unterart der Variantenfertigung, bei Feldprodukten ist das Chargenfertigung		Sortenfertigung als Unterart der Serielfertigung			Sortenfertigung wird der Massefertigung untergeordnet		Sortenfertigung als Unter- gattung der Massenfertigung, Chargenfertigung ist eine Sonderform der Serien- und Sortenfertigung	Sortenfertigung wird auch Variantenfertigung genannt	
Beispiele			Stahlbleche untersch. Stärke, Batterien mit untersch. Amperereistung	unterschiedliche Motorentypen bei der PKW-Fertigung	Schuhe					Zündkerzen, Wein, Bleche, Kraftstoff		Kollektion Wintermäntel, Buchdruck

Tab. 3-6: Produktionstyp Sortenfertigung

Anlage 4:      Literaturanalyse Massenfertigung

Massenfertigung	Heber/Nowak 1933 S. 154-156	Mellerowicz 1957 S. 38, 368 ff. 1963 S. 154 ff.	Berger 1967 S. 178, 180-184	Böhme et al. 1969 S. 86, 479	Arnold/Borchert/ Schmidt 1975 S. 65 f.	Arnold/ Borchert et al. 1977 S. 613	Schäfer 1978 S. 63-79	Dietrich/ Pfeifer 1979 S. 37, 41 f.	Gutenberg 1955 S. 66-77 1983 S. 109 f.	Schönburg 1980 S. 71	Dolezalek/Warnecke 1981 S. 131 f.
Bezeichnung des Mengenaspekts											
1 Wiederholbarkeit des Prozesses	Betriebstypen	Produktionstypen	Leistungstyp der Fertigung	Fertigungsarten	Fertigungsarten	Fertigungsarten	Merkmal d. Verwirklichung des Massenprinzips	Fertigungsarten		Fertigungsarten	Fertigungsarten
2 Planungshorizont, -sicherheit	ununterbrochen	oft wiederholt	geschlossener, einheitlicher Wiederholungsvorgang		ständig	ständige Wiederholung	ständig	fortlaufende Fertigung		unendliche Wiederholbarkeit	
3	längere Zeit	lange Zeiträume, langfristig	längere Sicht	> 1 Jahr	längerer Zeitraum, mindestens ein Jahr	längere Zeit, mindestens 1 Jahr	langfristig	längerer Zeitraum, mindestens 1 Jahr		längerer Zeitraum	längere Zeit, Wechsel nur in langen Zeiträumen
4 Produktionsmenge, -volumen	eine Leistung	größere Menge	größere Mengen	Großzahlfertigung	große Stückzahl	große Mengen		große Mengen	große Mengen		große Mengen, hohe Stückzahlen
5 Größe, Auflagenhöhe											möglichst gleichbleibender Bedarf pro Zeiteinheit
6 Kapazitätsauslastung		gleichmäßig bei allen Maschinen, auch bei schwankender Beschäftigung		hoch, maximale Auslastung	Vollauslastung			voll ausgelastet			große Maschinenbelegung
7 Produktionsauslösung						bei gleichbleibend hohem Bedarf					
8 Leistungsanrichtung							Fertigung für den anonymen Markt				
9 Größe des Absatzmarkts							klar überschaubare Märkte				
10 Quantitative Flexibilität											schlechte Umstellbarkeit
11 Qualitative Flexibilität	ununterbrochen, kontinuierlich	ununterbrochen	ohne Unterbrechung, kontinuierlicher Fertigungsfluss		hohe Kontinuität, da konstante Produktionsverbindungen zwischen Arbeitsplätzen (Takt)	lückenlose Folge von Arbeitsgängen, hohe Kontinuität		kontinuierlich		ohne große Unterbrechungen, gleichförmig	ununterbrochen
12 Lagerbestand an Werkstoffen, Einzelteilen, BG		keine Zwischenlagerung	keine Zwischenlagerung für Halbfabrikate, nur Pufferlager		Pufferbestände wichtiger ET und BG, Mindestvorräte zur Störungsüberbrückung			verringerte Zwischenlagerung von ET und BG, geringer Bestand an untergeordneten Erzeugnissen und Umlaufmitteln			kaum Zwischenlagerung
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen					keine Zwischenlagerung						
14 Arbeitskräftequalifizierung			überwiegend angeleitet				angeleitet und ungeleitet, wenige Fachkräfte für Bedienung				angeleitete Arbeitskräfte zur Bedienung und Beaufsichtigung
15 Externe Varietät	alle Leistungen werden vom Abnehmer als gleich angesehen bzw. bewertet	standardisierte, in der Konstruktion voll ausgereifte Erzeugnisse									
16 Interne Varietät	hoher Grad an Gleichheit in Produktionsbedingungen		unveränderter Stoffeinsatz								
17 Ort der Kundenintegration											
18 Produktkomplexität			standardisierte und konstruktiv ausgereifte Erzeugnisse			Standardisierung von Erzeugnissen	einfach, unkompliziert				

Tab. 4-1: Produktionstyp Massenfertigung

<b>Massenfertigung</b>	<b>Heber/Nowak 1933 S. 154-156</b>	<b>Mellerowicz 1957 S. 38, 368 ff. 1963 S. 154 ff.</b>	<b>Bergor 1967 S. 178, 180-184</b>	<b>Böhme et al. 1969 S. 86, 479</b>	<b>Arnold/Borchert/ Schmidt 1975 S. 65 f.</b>	<b>Arnold/ Borchert et al. 1977 S. 613</b>	<b>Schäfer 1978 S. 63-79</b>	<b>Dietrich/ Pfeifer 1979 S. 37, 41 f.</b>	<b>Gutenberg 1955 S. 66-77 1983 S. 109 f.</b>	<b>Schönburg 1980 S. 71</b>	<b>Dolezalek/Warnecke 1981 S. 131 f.</b>
19 Prozesskomplexität	für alle Erzeugnisse denselben Herstellungsprozess	mit denselben Abmessungen (also kein Rüsten)	große Starrheit bei Umstellungserfordernissen			Standardisierung von Technologien					Fießstraße häufig nur für ein Werkstück geeignet, manchmal sehr ähnliche Werkstücke möglich
20 Rückkosten, -aufwand	nur bei Produktionswechsel							beschränkt auf das technologisch notwendige Maß			schlecht umsetzbar, nur mit großem Aufwand umzubauen
21 Durchlaufzeit, Transportzeit		Minimum an Wegen, Leerläufe werden vermieden	kurzere Transportwege	kurzere Transportwege	kurzester Produktionszyklus	kurze Produktionszyklen, Verminderung von Liege-, Warte-, Stillstandszeiten		kurze Transportwege			sehr kurze Durchlaufzeit, da keine Wartezeiten und keine Zwischenlagerung, sehr kurze Wege
22 Leistungsvielfalt	ein Erzeugnis oder Teilerzeugnis	ein gleiches Erzeugnis	gleiche oder gleichartige Produkte		gleichartige Erzeugnisse	gleiches oder gleichartige Erzeugnisse	ein Produkt	gleiche Erzeugnisse	ein homogenes Gut	gleiche bzw. fast gleiche Fertigungsobjekte	gleiche oder ähnliche Erzeugnisse (gleichartig)
23 Technologische Bearbeitungsfolge	alle Erzeugnisse machen dieselben Arbeitsgänge durch	in derselben Aufenanderfolge	gleiche Arbeitsgänge in gleicher Reihenfolge	gleiche Reihenfolge	alle Werkstücke müssen zu jedem Arbeitsplatz	gleich		fließfertigungsgerechte Gestaltung der Erzeugnisse			in gleicher Aufenanderfolge
24 Organisationsform, -typ		Fließfertigung	Fließfertigung	Fließfertigung	Fließprinzip, konstante Fließfertigung	Reihen- oder Fließfertigung, gegenstands-spezialisierte Fertigung		Fließfertigung	Fließfertigung	Fließfertigung	Fließfertigung
25 Betriebsmittel		dieselben Maschinen	starre, speziell für das Produkt ausgelegte Apparaturen	Spezialbetriebsmittel	hochproduktive und automatisierte Spezialmaschinen und -anlagen	moderne Technik, hoher Grad an Mechanisierung und Automatisierung, Spezialbetriebsmittel	zweckgebundene mehr oder weniger geschlossene Spezialanlagen	hochleistungsfähige Spezialmaschinen		hochspezialisierte Einzweckungsmittel	auf gleichen Maschinen, hochgradige Mechanisierung, Spezialmaschinen auf Produkt ausgelegt
26 Arbeitsteilung		Arbeitsspezialisierung	Arbeitsspezialisierung	hoch, nur spezielle Arbeitsoperationen möglich	Spezialisierung	stets gleiche Arbeitsverrichtungen	Maschinisierung, Automatisierung; bloßes Bedienen und Überwachen	Spezialisierung auf bestimmte Arbeitsgänge			weitgehende Arbeitsspezialisierung üblich
27 PPS-, Koordinationsaufwand		hohe Aufwendungen aus der Arbeitsvorbereitung und Prozessplanung	Fertigungssteuerung wird zur Planung, einmalige Fertigungsverarbeitung	einfacher	vereinfachte Planung, Lenkung und Kontrolle des Ablaufs	Vereinfachung von Leitung und Planung	einfachere periodenbezogene Planung	aufwändige Einführung, aber dann geringer Aufwand			große aber einmalige Arbeitsvorbereitung, aufwändige Planung, aber relativ einfache Steuerg.
28 Transaktionskosten											einfache Überwachung
29 Herstellkosten pro Stück		teuer bei Einrichtung, Stückkostensenkung über Masse, hohe Fixkosten	hohe einmalige Aufwendung für Apparaturen, geringe Stückkosten		um ein Vielfaches geringer als bei Einzelfertigung			niedrige Kosten			hohe Fixkosten
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs		minulöse Abstimmung unabdingbar (Taktzwang)	durchrationalisiertes Produktionsverfahren		konsequente Standardisierung der Einzelteile			Automatisierung			Taktzeit
Besonderheiten	nennen es "Betriebe mit Massenleistungen", Umstellung nur bei Geschmackswechsel oder technischem Fortschritt	steile und wechselnde MF: Umstellung nur bei Geschmackswechsel oder technischem Fortschritt		Großserienfertigung bei Massenfertigung eingeordnet		Chargenfertigung als Sonderform, da Arbeitsverrichtungen gleich bleiben	nicht bei synthetischer Fertigung denkbar	Takt notwendig		Extremfall der Serienfertigung	
Beispiele	Klosterbrauerei mit einer einzigen Art Bier, elektrische Birnen	Brauerei	Mehl, Zucker, Zement, Elektrogeräte, Schuhe		Briketts, Zement, synthetische Fasern, Glühlampen, Teigwaren	Briketts, Zement, Normteile	Elektrozitätswerk, Wasserwerk	Femsehergeräte, Fahrräder, Schrauben, Glühlampen	Gase, Zement, Wasserwerk, Elektrizität	Nägel, Schrauben	

Tab. 4-2: Produktionstyp Massenfertigung



Massenfertigung	Neumann et al. 1984 S. 64 ff.	Schneeweiß 1989 S. 11, 163	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfeisch in Jacob 1990 122 ff., 158	Reichwald/ Dietel in Heisen 1991 S. 436-438	REFA 1991 S. 58 ff.	Kern 1992 S. 86	Holtech 1993 S. 15	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 390, 820	Schweitzer 1994 S. 187 ff.	Eversheim/ Schuh 1999 S. 9-66
Bezeichnung des Mengenaspekts	Fertigungsarten	Repetitionstypen der Fertigung (Prod.-typen)	Fertigungsarten	Einproduktunternehmen	Prozessarten der Fertigung	Fertigungstypen	Produkt- und Programmtypen	Fertigungstypen	Fertigungs-, Produktionstypen		Fertigungsarten
1 Wiederholbarkeit des Prozesses	ständige Wiederholung gleicher Arbeitsanordnungen	ständige Produktion			permanente Wiederholung	ununterbrochene Wiederholung			ununterbrochen wiederholt		
2 Planungshorizont, -sicherheit	längerer Zeitraum	mittelfristige Produktprognosen		unbegrenzt	sehr hoch, stabil						
3 Produktionsmenge, -volumen	sehr große Menge	in Massen	große Mengen	unbegrenzt	große Mengen	große Mengen	relativ große Produktionsmengen			große Mengen	große Mengen
4 Losgröße, Losgröße, Auflagenhöhe								unendlich		ruckweise oder kontinuierlich	
5 Kapazitätsauslastung			erfordert ständig gute Auslastung	hoch							
6 Produktionsauflösung				Lagerproduktion		auf Lager					
7 Leistungsausrichtung		Massenproduktion		anonymer Markt	marktorientiert, nur mittelbar kundenorientiert, anonym	anonym, programmorientiert			mark- und/ oder lagerorientiert		
8 Größe des Absatzmarkts											
9 Quantitative Flexibilität					starr						
10 Qualitative Flexibilität			stark zweckgebunden, wenig flexibel		starr, niedriger Flexibilitätsbedarf	sehr gering				kaum	
11 Kontinuität	hoch		ununterbrochen	kontinuierlich	hoch	ununterbrochen		ununterbrochen	ununterbrochen	ruckweise oder kontinuierlich	ununterbrochen
12 Lagerbestand an Werkzeugen, Einzelteilen, BG				große Pufferlager an Schnittstellen							
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen											
14 Arbeitskräftequalifizierung	fördert spezialisierte Fähigkeiten und Fertigkeiten der Arbeitskräfte				geringe Handlungs- und Entscheidungsspielräume	neben Facharbeitern, angeleitete und ungeleitete Arbeiter					
15 Externe Varietät					totale Kongruenz (Ähnlichkeit von Fertigungs- und Konstruktionsdokumenten)		gleichartige Erzeugnisse, gelegentliche Änderung bei wechselnder MF für Anpassung		hohe Produktähnlichkeit		
16 Interne Varietät											
17 Ort der Kundenintegration											
18 Produktkomplexität	Standardisierung von Erzeugnissen			Standardprodukte, Erzeugnisse mit einfacher Struktur					vollständige Übereinstimmung aller Produktstrukturen mit Prozessen	produktmäßige Spezialisierung	gleiche Werkstücke

Tab. 4-3: Produktionstyp Massenfertigung

<b>Massenfertigung</b>	Neumann et al. 1984 S. 64 ff.	Schneeweiß 1989 S. 11, 163	Agdeleky 1990 S. 478	Kortzfleisch in Jacob 1990 122 ff., 158	Reichwald/ Dietel in Heinen 1991 S. 436-438	REFA 1991 S. 58 ff.	Kern 1992 S. 86	Holtech 1993 S. 15	Wildemann/ Schmidt in Lück 1993 S. 390, 820	Schweitzer 1994 S. 187 ff.	Eversheim/ Schuh 1999 S. 9-66
19 Prozesskomplexität	Standardisierung von Verfahren			hoch spezialisiert	niedrige Komplexität und niedrige Variabilität					fertigungstechnisch starr	
20 Rückkosten, -aufwand						kaum Ausstattungsänderungen (über Jahre möglich)					
21 Durchlaufzeit, Transportzeit				gering (weniger Transport- und Wartezellen)	niedrig					minimal	
22 Leistungsvielfalt	technologisch ähnliche oder gleichartige Erzeugnisse	ein und dasselbe Produkt	gleiche oder ähnliche Erzeugnisse	homogene Produktqualität, ein oder mehrere homogene Güter	Standardprodukte	gleiche Produkte	stark vereinheitlichte Produkte	eine Produktart	vorwiegend Einproduktunternehmen	homogene Produkte	
23 Technologische Bearbeitungsfolge				gleiche Verrichtungsfolge		gleiche Aufeinanderfolge				Fertigungsverlauf steht eindeutig im Vordergrund	
24 Organisationsform, -typ	Gegenstandsprinzip	Fließfertigung		Fließprinzip	Fließfertigung		Fließfertigung		Fließfertigung	Fließfertigung	
25 Betriebsmittel	spezialisierte, hochproduktive Betriebsmittel		weitgehende Mechanisierung und Automatisierung	verschiedene oder dieselben Anlagen; hoch spezialisiert		gleiche Maschinen, hoher Automatisierungsgrad, vorwiegend Spezialmaschinen		dieselben Betriebsmittel	hohe Automatisierung	hoher Mechanisierungsgrad	
26 Arbeitsteilung	hoch				hoch						
27 PPS-, Koordinationsaufwand		hohe planerische Anforderungen	hoher Aufwand, der jedoch auf viele Stücke verteilt werden kann	vielen erfüllt, hohe Anforderungen bei Einrichtung der Anlagen bzgl. Zusammenspiel	gering, niedriger Abstimmungsbedarf	geringer Aufwand			hohe zeitliche Abstimmung bei Produktionsprogrammplanung und Produktwechseln, gleichmäßiger Materialfluss	Vorbereitungsgrad muss geplant werden	
28 Transaktionskosten					niedriger Kooperations- und Informationsbedarf						
29 Herstellkosten pro Stück				hohe Investitionskosten	niedrige Transportkosten	hohe Kostendegression				minimale Transportkosten	
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs	Spezialisierungsgrad $1 > S > 0,1667$				sehr hoch	Gleichartigkeit der Produkte					
Besonderheiten	Effektivität am höchsten		investitionsintensiv	einheitliche und differenzierte Massenfertigung; Investitionskosten am höchsten	teure Investitionen		gleichbleibende, zeitlich wechselnde Massenfertigung	Massenproduktion	Massenfertigung und Großserienfertigung zusammengefasst	Größenfertigung wird wie Massenfertigung gleich behandelt	
Beispiele		Massenkonsumentenartikel: Coca Cola, Streichhölzer, Torbandkassetten			Lebensmittelindustrie	Güßhüben, Schrauben, Muttern	Kraftwerk, PKW-Fertigung		Taschenrechner, Tabakwaren, Investitionszulieferbereich		

Tab. 4-4: Produktionstyp Massenfertigung

Massenfertigung	Adam 2001 S. 21	Hasnmann 2001 S. 123 ff.	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/ Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2006 S. 493	Piller 2006 S. 136 ff., 176 ff.	Aachener PPS-Modell Schuh 2006 S. 120 ff., Lidding 2008 S. 97 f., Luccak & al. 2007 S. 132	Corsten 2007 S. 36 f.	Tiedtke 2007 S. 440	Blohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wixndahl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
Bezeichnung des Mengenaspekts							Fertigungsarten			Leistungstypen der Produktion	Fertigungstypen	Fertigungstypen
1 Wiederholbarkeit des Prozesses		Produktionsvolumen	Produktionstypen	Repetitionstyp der Fertigung	Mehrachfertigung		ununterbrochen	Mehrachproduktion			Mehrachfertigung	
2 Planungshorizont, -sicherheit				längerer Zeitraum	langer Zeitraum		langfristig			über lange Zeit	lange Zeiträume	
3 Produktionsmenge, -volumen	große Mengen	sehr großes Produktionsvolumen, unbegrenzte Stückzahlen	hohe Stückzahlen	große Mengen	hohe Stückzahlen		sehr große Stückzahlen	unbegrenzt	unbegrenzter Umfang	große Mengen		unbegrenzt
4 Losgröße, Auflagenhöhe			sehr hohe Auflagen			ein Produkt für einen bearbeiteten Markt, ein (großes) Los	sehr hohe Auflagen, Auflagenhöhe ist unbegrenzt					
5 Kapazitätsauslastung			Anlagen bedürfen stiegriger Auslastung								wenn fehlender Bedarf, dann keine Auslastung	
6 Produktionsauslösung			anonymer Markt			auf Vorrat	aus Nachfrageentwicklung abgeleitetes Produktionsprogramm			Produktionsprogramm, eventuell detailliert durch Bestellungen (Automobil)		
7 Leistungsausrichtung			Strategie der Kostenführerschaft				kundenanonym, Lagerfertigung	marktorientiert				
8 Größe des Absatzmarkts	anonym					wenige Großhändler						
9 Quantitative Flexibilität												schlechtere Anpassung bei konjunkturellen Mengenschwankungen
10 Qualitative Flexibilität	gering (lange Umstelzeiten, bis zu 1 Jahr)	mangelnde Flexibilität des Prozesses	geringe Flexibilität wegen Kopplung der Bearbeitungsschritte							starre Produktion		schlechtere und langsamere Anpassungen wegen Massenfertigung
11 Kontinuität					ununterbrochene Wiederholung					kontinuierlicher Fertigungsfluss durch Taktung oder technologisch bedingt	ununterbrochen	
12 Lagerbestand an Werkzeugen, Einzelteilen, BG			gering, auf Zwischenlagerung kann verzichtet werden								keine Zwischenlagerung, verkettelt durch Puffer	gering, da kurze Fehl- und Wartezeiten
13 Lagerbestand an Fertigerzeugnissen							sehr groß, da hieraus die Kundenaufträge befriedigt werden					
14 Arbeitskräftequalifizierung			relativ/niedrige Qualifikation, außer Steuerungs- und Überwachungsmaßnahmen									niedrig
15 Externe Varietät												
16 Interne Varietät												
17 Ort der Kundenintegration							kein Einfluss, Enkoppelpunkt ist das Lager					
18 Produktkomplexität							Erzeugnis mit einfacher Struktur					

Tab. 4-5: Produktionstyp Massenfertigung

Massenfertigung	Adam 2001 S. 21	Hasnmann 2001 S. 123 ff.	Sydow/Möllering 2004 S. 88-94	Domschke/Scholl 2005 S. 110 f.	Jung 2006 S. 493	Piller 2006 S. 136 ff., 176 ff.	Aachener PPS-Modell Schuh 2006 S. 120 ff., Lüdtg 2005 S. 97 f., Luszczak et al. 2001 S. 132	Corsten 2007 S. 36 f.	Tiedtke 2007 S. 440	Blohm et al. 2008 S. 279 ff.	Wienkahl 2008 S. 27-40	Wöhe/Döring 2010 S. 345-347
19 Prozesskomplexität			gut planbar				einstufige Fertigung					
20 Rückkosten,-aufwand	sehr lange Umstellzeiten möglich	keine, wenn ja, dann sehr kostenintensiv									großer Aufwand	
21 Durchlaufzeit, Transportzeit			Kürzere Bearbeitungszeiten							gering	sehr kurz	kurze Transportwege
22 Leistungsvielfalt	homogenes Produkt, Einproduktfertigung	ein Produkt		ein Produkt ohne oder nur mit geringen Modifikationen		ein Produkt	Standardzeugnisse, keine Option für Variationen		keine Sonderwünsche möglich	ein Erzeugnis	identische Teile und Erzeugnisse	ein, (mehrere) Produkte
23 Technologische Bearbeitungsfolge			Arbeitsstationen sind nach den erforderlichen Arbeitsgängen in fester Folge angeordnet							Arbeitsgänge entsprechen der Anordnung von Betriebsmitteln und Arbeitsplätzen		
24 Organisationsform,-typ	Fließfertigung		Fließ-, Prozessfertigung	Fließfertigung			Fließprinzip			Fließfertigung	Fließfertigung	Fließfertigung
25 Betriebsmittel	speziell auf die Erfordernisse eines Produkts ausgelegt	eine Produktionsanlage, Automation, Spezialmaschinen	wenig flexibel			auf hohe Stückzahlen ausgelegte Spezialmaschinen	gleichartige Maschinen, vollautomatisiert		Mehrzweckmaschinen	Automationsmöglichkeiten, tendenziell starrer Produktionsapparat		gleiche Anlagen, hohe Kapitalintensität
26 Arbeitsteilung	hoch		hoher Grad an Arbeitsteilung						begrenzte Arbeitsteilung	durch Arbeitsteilung und Spezialisierung entstehen Produktivitätsvorteile		
27 PPS-, Koordinationsaufwand	geringe Komplexität, wenig Koordinationsbedarf		gleichmäßige Materialbeschaffung, geringer PPS-Aufwand			gering	gering			geringe Anforderungen an Fertigungssteuerung		
28 Transaktionskosten						gering						
29 Herstellkosten pro Stück		niedrige Stückkosten	geringe Fertigungsvorbereitung, niedrige Stückkosten, hohe Fixkosten			gering	geringe Herstellungs- und Materialkosten		hohe Arbeitskosten	niedrige Stückkosten, geringe Transportkosten, hohe Kapitalkosten		niedrige Lohnstückkosten, hohe Fixkosten, niedrige Leerkosten
30 Standardisierbarkeit des Ablaufs			hoch automatisierbar									
Besonderheiten	hohe Investitionskosten						Großserienfertigung wie Massenfertigung behandelt	Sonderformen: gleichbleibende und wechselnde MF (letztere gewollt und ungewollt)	geringer Kapitaleinsatz, nicht immer alle Merkmale gegeben	Einzelfertigung und Massenfertigung sind Extremformen, störungsanfällig		
Beispiele	Wasserverk, Kaliwerk, Elektrizitätswerk	Elektrizitätswerk, Aluminiumwerk		Zement, Zigaretten	Zigaretten		Baubeschläge, Schrauben			Zundholzherstellung, Erzeugung elektrischer Energie		Bier, Koks

Tab. 4-6: Produktionstyp Massenfertigung