

# **Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen**

Rationalisierungspotenzial für  
die Produktionsorganisation in KMU

**Nils Thebud**



Schriftenreihe des Institutes für Produktionswirtschaft der  
Universität Rostock

**Nils Thebud**

## **Fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen**

Rationalisierungspotenzial  
für die Produktionsorganisation in KMU

Shaker Verlag  
Aachen 2007

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Zugl.: Rostock, Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-5889-4

ISSN 1619-1939

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Meinen Eltern**

Vera & Bernhard Thebud



## **Vorwort**

Die klassischen Organisationsformen der Teilefertigung wurden im Zuge des technischen Fortschritts verändert und weiterentwickelt. Das vollzog sich einerseits insbesondere durch Bestrebungen zu einer fortschreitenden Automatisierung der Bearbeitungsprozesse und andererseits durch die Integration fertigungsnaher industrieller Dienstleistungen. Von derartigen Entwicklungen ist die Werkstattfertigung allerdings nahezu unberührt geblieben.

Analysen in der Unternehmenspraxis haben aber gezeigt, dass in der metallverarbeitenden Industrie des Mittelstandes die Werkstattfertigung mit 82% die klar dominierende Organisationsform stellt. Das ist insbesondere ihrer Fähigkeit zu einer qualitativen und quantitativen Flexibilität geschuldet. Damit trifft sie heutige Marktbedingungen und deren Forderungen nach kundenindividueller Produktion in besonderer Weise. Daraus wird die Notwendigkeit des Fortbestandes der Werkstattfertigung abgeleitet.

Allerdings steht ihrem Vorzug Flexibilität ein gravierender Nachteil gegenüber. Dabei handelt es sich darum, dass ihre Prozesse überwiegend diskontinuierlich ablaufen. Die Sicherung einer hohen Ergiebigkeit der Werkstattfertigung erfordert zwingend eine Verbesserung der Kontinuität.

Dafür schlägt der Verfasser die Identifikation, Bewertung und passgerechte Auswahl der fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen, die eine besondere Affinität zur Werkstattfertigung besitzen, vor. Im Mittelpunkt seiner Betrachtungen stehen das Informationsmanagement sowie die Transport- und Lagerintegration, für die er Gestaltungsvorschläge entwickelt.

So gelingt es, eine „moderne“ Werkstattfertigung zu kreieren, die den Vorteil Flexibilität mit weitgehend kontinuierlichen Prozessabläufen verbindet.

Theodor Nebl



**Inhaltsverzeichnis**

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Inhaltsverzeichnis                | I    |
| Abkürzungs- und Symbolverzeichnis | V    |
| Abbildungsverzeichnis             | XIII |

|          |                                                                                             |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung und Forschungskonzeption</b>                                                  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Problemansatz                                                                               | 1         |
| 1.2      | Teilziele und Forschungshypothesen                                                          | 7         |
| <b>2</b> | <b>Analyse der Werkstattfertigung</b>                                                       | <b>11</b> |
| 2.1      | Abgrenzung des Untersuchungsbereichs Teilefertigung                                         | 11        |
| 2.2      | Werkstattfertigung im Kontext der klassischen Organisationsformen der Teilefertigung        | 14        |
| 2.3      | Merkmale und Eigenschaften der klassischen Organisationsformen der Teilefertigung           | 21        |
| 2.3.1    | Flexibilität                                                                                | 21        |
| 2.3.2    | Kontinuität                                                                                 | 24        |
| 2.3.3    | Flexibilität und Kontinuität der klassischen Organisationsformen                            | 27        |
| 2.3.4    | Wirkung der Flexibilität und der Kontinuität auf die Produktivität von Produktionsprozessen | 30        |
| 2.4      | Moderne Organisationsformen der Teilefertigung                                              | 33        |
| 2.4.1    | Kombination der Teilsysteme                                                                 | 38        |
| 2.4.2    | Flexibilität und Kontinuität der modernen Organisationsformen                               | 41        |
| 2.5      | Problemanalyse der Werkstattfertigung                                                       | 43        |
| 2.5.1    | Zukünftige Bedeutung der Werkstattfertigung                                                 | 43        |
| 2.5.2    | Problemidentifikation der Werkstattfertigung                                                | 49        |
| 2.5.2.1  | Problembereich: Transport                                                                   | 50        |

|          |                                                                                                                          |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5.2.2  | Problembereich: Lagerung                                                                                                 | 51         |
| 2.5.2.3  | Problembereich: Durchlaufzeit                                                                                            | 52         |
| 2.5.2.4  | Problembereich: Planung und Steuerung                                                                                    | 56         |
| 2.5.2.5  | Problembereich: Raumbedarf und Personalkosten                                                                            | 60         |
| 2.5.3    | Ansätze zur Problembewältigung                                                                                           | 61         |
| <b>3</b> | <b>Analyse und Systematisierung fertigungsnahe industrieller Dienstleistungen</b>                                        | <b>67</b>  |
| 3.1      | Definition fertigungsnahe industrieller Dienstleistungen                                                                 | 67         |
| 3.2      | Analyse fertigungsnahe industrieller Dienstleistungen                                                                    | 71         |
| 3.2.1    | Gang der Untersuchungen                                                                                                  | 71         |
| 3.2.2    | Charakteristik der Dienstleistungsbereiche                                                                               | 74         |
| 3.2.3    | Auswertung der Interdependenzen zwischen den fertigungsnahe industriellen Dienstleistungen und der Werkstattfertigung    | 105        |
| <b>4</b> | <b>Gestaltungsansatz einer modernen Werkstattfertigung</b>                                                               | <b>111</b> |
| 4.1      | Relevante fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen in der Werkstattfertigung                                         | 111        |
| 4.2      | Gestaltungsansatz des Informationssystems                                                                                | 114        |
| 4.2.1    | Produktionsleitsystem der Werkstattfertigung                                                                             | 114        |
| 4.2.2    | Betriebsdatenerfassung in der Werkstattfertigung                                                                         | 121        |
| 4.2.2.1  | Organisationsprinzipien der Betriebsdatenerfassung                                                                       | 122        |
| 4.2.2.2  | Gestaltungstypen der Betriebsdatenerfassung                                                                              | 126        |
| 4.2.2.3  | Interdependenzen zwischen der Werkstattfertigung und den Organisationsprinzipien der Betriebsdatenerfassung              | 129        |
| 4.3      | Gestaltungsansatz des innerbetrieblichen Transportes                                                                     | 135        |
| 4.3.1    | Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien des innerbetrieblichen Transportes                                       | 136        |
| 4.3.2    | Organisationsformen des innerbetrieblichen Transportes als Kombination räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien | 137        |

|          |                                                                                                                       |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.3    | Technische Ausgestaltung des innerbetrieblichen Transportes in der Werkstattfertigung                                 | 141        |
| 4.4      | Gestaltungsansatz der innerbetrieblichen Lagerung                                                                     | 147        |
| 4.4.1    | Räumliche und zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung                                       | 148        |
| 4.4.2    | Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung als Kombination räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien | 151        |
| 4.4.3    | Technische Ausgestaltung der innerbetrieblichen Lagerung in der Werkstattfertigung                                    | 156        |
| 4.5      | Theoretischer Gestaltungsansatz der modernen Werkstattfertigung                                                       | 158        |
| <b>5</b> | <b>Schlussbetrachtungen</b>                                                                                           | <b>163</b> |
|          |                                                                                                                       |            |
|          | Literaturverzeichnis                                                                                                  | 167        |
|          | Anlagen                                                                                                               | 179        |



## Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

### A

|                |                                           |
|----------------|-------------------------------------------|
| AF             | Auftragsfertigung                         |
| A <sub>G</sub> | Auslastungsgrad                           |
| AK             | Arbeitskraft                              |
| ALP            | dynamisch-absorbierendes Lagerungsprinzip |
| APL            | Arbeitsplanung                            |
| Aufl.          | Auflage                                   |

### B

|                |                                           |
|----------------|-------------------------------------------|
| BAZ            | Bearbeitungszentrum                       |
| Bd.            | Band                                      |
| BDE            | Betriebsdatenerfassung                    |
| B <sub>G</sub> | Belastungsgrad                            |
| BLP            | bearbeitungsintegriertes Lagerungsprinzip |
| BM             | Betriebsmittel                            |
| BMK            | Betriebsmittelkonstruktion                |
| BS             | Bearbeitungsstation                       |
| BZ             | Bearbeitungszeit                          |
| bzw.           | beziehungsweise                           |

### C

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| CAD | computer aided design             |
| CAM | computer aided manufacturing      |
| CAP | computer aided planning           |
| CAQ | computer aided quality assurance  |
| CIM | computer integrated manufacturing |
| CNC | computer numerical control        |

### D

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| DAL | dezentrale Aufnahmelagerung        |
| DBL | dezentrale Bereitstellungslagerung |

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| DE  | Datenerfassung                 |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DLP | dezentrales Lagerungsprinzip   |
| DLZ | Durchlaufzeit                  |
| DNC | distributed numerical control  |
| DPL | dezentrale Pufferlagerung      |
| DÜ  | Datenübertragung               |
| DV  | Datenverarbeitung              |
| DZL | dezentrale Zwischenlagerung    |

**E**

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| EDV | elektronische Datenverarbeitung          |
| EF  | Einzelfertigung                          |
| ELP | dynamisch-emittierendes Lagerungsprinzip |
| EP  | Erzeugnisprinzip                         |
| EPF | Einzelplatzfertigung                     |
| EPP | Einzelplatzprinzip                       |
| EZ  | Erzeugnisse                              |

**F**

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| f.   | folgende (Seite)                           |
| FA   | Fertigungsauftrag                          |
| FF   | Fließfertigung                             |
| ff.  | folgende (Seiten)                          |
| FFF  | flexible Fließfertigung                    |
| FFS  | flexibles Fertigungssystem                 |
| FgU  | Fremdbezug in größerem Umfang              |
| fiDL | fertigungsnahe industrielle Dienstleistung |
| FTS  | fahrerloses Transportsystem                |
| Fu   | Fremdbezug unbeutend                       |
| FV   | Fertigungsverfahren                        |
| Fw   | Fremdbezug weitestgehend                   |

**G**

|         |                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------|
| GET     | gerichteter Einzelteiltransport                            |
| GFA     | gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt             |
| GFR     | gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe                  |
| ggü.    | gegenüber                                                  |
| GLT     | gerichteter Lostransport                                   |
| GP      | Gruppenprinzip                                             |
| GSF     | Großserienfertigung                                        |
| gtBf mÜ | gleiche technologische Bearbeitungsfolge mit Überspringen  |
| gtBf oÜ | gleiche technologische Bearbeitungsfolge ohne Überspringen |
| GTE     | geringteilig einfache Produkte                             |
| GTP     | gerichtetes Transportprinzip                               |
| GTT     | gerichteter Teillostransport                               |

**H**

|       |             |
|-------|-------------|
| Hrsg. | Herausgeber |
|-------|-------------|

**I**

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| I        | Input                               |
| IAL      | integrierte Aufnahmelagerung        |
| IBL      | integrierte Bereitstellungslagerung |
| iL       | innerbetriebliche Lagerung          |
| IM       | Informationsmanagement              |
| INNERLOG | innerbetriebliche Logistik          |
| INST     | Instandhaltung                      |
| INVEST   | Investitionsplanung                 |
| IPL      | integrierte Pufferlagerung          |
| iT       | innerbetrieblicher Transport        |
| IuK      | Information und Kommunikation       |
| IZL      | integrierte Zwischenlagerung        |

**K**

|                  |                                         |
|------------------|-----------------------------------------|
| K                | Kapital                                 |
| KI               | kundenindividuelle Fertigung            |
| KMU              | kleine und mittelständische Unternehmen |
| KSF              | Kleinserienfertigung                    |
| KV               | kombinierter Verlauf                    |
| KV <sub>TR</sub> | kombinierter Verlauf Transport          |

**L**

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| LF  | Lagerfertigung                            |
| LKP | Lager-, Kommissionier- und Pufferbereiche |
| LS  | Leitstand                                 |

**M**

|      |                              |
|------|------------------------------|
| MDE  | Maschinendatenerfassung      |
| MF   | Massenfertigung              |
| MIF  | Mischfertigung               |
| MSF  | Mittelserienfertigung        |
| MTE  | mehrteilig einfache Produkte |
| MTK  | mehrteilig komplexe Produkte |
| m.W. | mit Weitergabe               |

**N**

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| n/a            | not available, nicht verfügbar |
| NC             | numerical control              |
| NC-P           | NC-Programmierung              |
| n <sub>L</sub> | Losgröße                       |
| Nr.            | Nummer                         |

**O**

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| O   | Output                                    |
| OF  | Organisationsform                         |
| OLP | dynamisch-oszillierendes Lagerungsprinzip |
| OP  | Organisationsprinzip                      |

o.W.            ohne Weitergabe

**P**

PDE            Personaldatenerfassung  
PLL            Produktionslogistik-Leitsystem  
PLS            Produktionsleitsystem  
PPS            Produktionsplanung und -steuerung  
PV            Parallelverlauf  
PV<sub>TR</sub>          Parallelverlauf Transport

**Q**

QDE            Qualitätsdatenerfassung  
QS            Qualitätssicherung

**R**

RET            richtungsvariabler Einzelteiltransport  
RLT            richtungsvariabler Lostransport  
ROP            räumliches Organisationsprinzip  
RP            Reihenprinzip  
RTP            richtungsvariables Transportprinzip  
RTT            richtungsvariabler Teillostransport  
RÜST          Rüsterei  
RV            Reihenverlauf  
RV<sub>TR</sub>          Reihenverlauf Transport

**S**

S.            Seite  
SF            Serienfertigung  
SFF            starre Fließfertigung  
SLP            statisches Lagerungsprinzip  
SPC            statistische Prozesskontrolle  
StaV          Standardprodukte mit anbieterspezifischen Varianten  
StkV          Standardprodukte mit kundenindividuellen Varianten  
StoV          Standardprodukte ohne Varianten

|          |       |
|----------|-------|
| $\Sigma$ | Summe |
|----------|-------|

**T**

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| T     | Throughput                       |
| $t_e$ | Zeit je Einheit                  |
| TF    | Teilefertigung                   |
| TK    | Teileklasse                      |
| TOP   | technisches Organisationsprinzip |
| $t_r$ | Rüstzeit                         |
| TUL   | Transport und Umschlag           |

**U**

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| u.    | und                               |
| u. a. | unter anderem                     |
| UET   | ungerichteter Einzelteiltransport |
| ULT   | ungerichteter Lostransport        |
| UTP   | ungerichtetes Transportprinzip    |
| UTT   | ungerichteter Teillostransport    |

**V**

|      |                                             |
|------|---------------------------------------------|
| V    | Vermögen                                    |
| VET  | verketteter Einzelteiltransport             |
| VDI  | Verein Deutscher Ingenieure                 |
| vgl. | vergleiche                                  |
| VLT  | verketteter Lostransport                    |
| VORB | Vorrichtungsbau                             |
| vs.  | versus                                      |
| vtBf | varierende technologische Bearbeitungsfolge |
| VTP  | verkettetes Transportprinzip                |
| VTT  | verketteter Teillostransport                |

**W**

|    |                    |
|----|--------------------|
| W  | Wertschöpfung      |
| WF | Werkstattfertigung |

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| WOP   | werkstatorientierte Programmierung |
| WP    | Werkstattprinzip                   |
| WS    | Werkstoff                          |
| WZVOR | Werkzeugvoreinstellerei            |

**Z**

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| z. B. | zum Beispiel                     |
| ZAL   | zentrale Aufnahmelagerung        |
| ZBL   | zentrale Bereitstellungslagerung |
| ZLP   | zentrales Lagerungsprinzip       |
| ZOP   | zeitliches Organisationsprinzip  |
| ZPL   | zentrale Pufferlagerung          |
| ZW    | Zeitwirtschaft                   |
| ZZL   | zentrale Zwischenlagerung        |



**Abbildungsverzeichnis**

|               |                                                                                       |    |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1:  | Quantitative Merkmale von KMU (in Anlehnung an EUROPÄISCHE KOMMISSION)                | 2  |
| Abbildung 2:  | Relevante qualitative Merkmale von KMU (nach ZOPFF)                                   | 3  |
| Abbildung 3:  | Unternehmenstypen der Produktivitätsanalyse (nach ZOPFF)                              | 4  |
| Abbildung 4:  | Verknüpfung Unternehmenstypen und Organisationsformen der Teilefertigung (nach ZOPFF) | 5  |
| Abbildung 5:  | Systematik der Haupt- und Teilzielstellungen                                          | 8  |
| Abbildung 6:  | Funktions- vs. systemorientierte Betrachtungsweise (nach POENICKE)                    | 12 |
| Abbildung 7:  | Unterscheidung von Teilefertigung und Montage (in Anlehnung an WARNECKE)              | 13 |
| Abbildung 8:  | Räumliche Organisationsprinzipien der Teilefertigung (in Anlehnung an NEBL)           | 16 |
| Abbildung 9:  | Technologische Bearbeitungsfolgen (nach NEBL)                                         | 17 |
| Abbildung 10: | Organisationsformen der Teilefertigung (in Anlehnung an NEBL)                         | 19 |
| Abbildung 11: | Flexibilität (in Anlehnung an CORSTEN)                                                | 24 |
| Abbildung 12: | Auslastungs- und Belastungsgrad                                                       | 26 |
| Abbildung 13: | Flexibilität und Kontinuität der WF                                                   | 28 |
| Abbildung 14: | Flexibilität und Kontinuität des GFA                                                  | 28 |
| Abbildung 15: | Flexibilität und Kontinuität der GFR                                                  | 29 |
| Abbildung 16: | Flexibilität und Kontinuität der FF                                                   | 29 |
| Abbildung 17: | Kontinuität und Flexibilität der klassischen OF der TF                                | 30 |
| Abbildung 18: | Zusammenhang zwischen Produktivität und Wirtschaftlichkeit (nach NEBL/DIKOW)          | 31 |
| Abbildung 19: | Zielbeziehungen zwischen Flexibilität und Kontinuität                                 | 32 |
| Abbildung 20: | Teilsysteme moderner Organisationsformen (nach NEBL)                                  | 34 |
| Abbildung 21: | Bildung moderner Organisationsformen der Teilefertigung (nach NEBL)                   | 39 |

|               |                                                                                                            |    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 22: | Ausgestaltungsniveau der technischen Teilsysteme<br>(nach NEBL/SILBERBACH)                                 | 40 |
| Abbildung 23: | Kontinuität und Flexibilität der modernen Organisationsformen der<br>Teilefertigung                        | 43 |
| Abbildung 24: | Schema des Anforderungsprofils (nach POENICKE)                                                             | 45 |
| Abbildung 25: | Schema des Fähigkeitsprofils (nach POENICKE)                                                               | 45 |
| Abbildung 26: | Überlagerung von Anforderungs- und Fähigkeitsprofil<br>(nach POENICKE)                                     | 46 |
| Abbildung 27: | Profilvergleich (in Anlehnung an POENICKE)                                                                 | 48 |
| Abbildung 28: | Literaturübersicht zu den Probleme der Werkstattfertigung                                                  | 49 |
| Abbildung 29: | Gliederung der Durchlaufzeit (in Anlehnung an NEBL)                                                        | 52 |
| Abbildung 30: | Vergleich Bearbeitungszeitanteil, Transport- und Liegezeiten der<br>Organisationsformen der Teilefertigung | 55 |
| Abbildung 31: | Bestimmungsgrößen und Merkmale der Komplexität (nach PRÜß)                                                 | 57 |
| Abbildung 32: | Ursachen der Komplexität in den OF der TF (Teil 1 von 2)                                                   | 59 |
| Abbildung 33: | Ursachen der Komplexität in den OF der TF (Teil 2 von 2)                                                   | 59 |
| Abbildung 34: | Problemverknüpfung in der Werkstattfertigung                                                               | 61 |
| Abbildung 35: | Strategien zur Komplexitätsreduzierung                                                                     | 62 |
| Abbildung 36: | Merkmale der Dienstleistungsproduktion                                                                     | 69 |
| Abbildung 37: | Relevante fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen<br>(in Anlehnung an WILDEMANN)                      | 70 |
| Abbildung 38: | Makrostruktur des Produktionsprozesses (in Anlehnung an NEBL)                                              | 72 |
| Abbildung 39: | Bewertungsschema der fertigungsnahen industriellen<br>Dienstleistungen                                     | 74 |
| Abbildung 40: | Interdependenzen zwischen Investitionsplanung und<br>Werkstattfertigung                                    | 76 |
| Abbildung 41: | Arten von Betriebsmitteln (nach NEBL)                                                                      | 77 |
| Abbildung 42: | Interdependenzen zwischen Betriebsmittelkonstruktion und<br>Werkstattfertigung                             | 78 |

|               |                                                                                                                |     |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 43: | Interdependenzen zwischen Arbeitsplanung und Werkstattfertigung                                                | 81  |
| Abbildung 44: | Interdependenzen zwischen NC-Programmierung und<br>Werkstattfertigung                                          | 83  |
| Abbildung 45: | Interdependenzen zwischen Zeitwirtschaft und Werkstattfertigung                                                | 85  |
| Abbildung 46: | Interdependenzen zwischen Instandhaltung und Werkstattfertigung                                                | 87  |
| Abbildung 47: | Komponenten des CIM (in Anlehnung an REFA)                                                                     | 89  |
| Abbildung 48: | Produktionsleitsystem im CIM-Ansatz                                                                            | 91  |
| Abbildung 49: | Interdependenzen zwischen Informationsmanagement und<br>Werkstattfertigung                                     | 92  |
| Abbildung 50: | Interdependenzen zwischen Qualitätssicherung und<br>Werkstattfertigung                                         | 94  |
| Abbildung 51: | Vergleich Vorrichtungsbauarten                                                                                 | 96  |
| Abbildung 52: | Interdependenzen zwischen Vorrichtungsbau und Werkstattfertigung                                               | 97  |
| Abbildung 53: | Interdependenzen zwischen Werkzeugvoreinstellerei und<br>Werkstattfertigung                                    | 99  |
| Abbildung 54: | Rüstabschnitte (in Anlehnung an FRÜHWALD)                                                                      | 100 |
| Abbildung 55: | Interdependenzen zwischen Rüsterei und Werkstattfertigung                                                      | 101 |
| Abbildung 56: | Interdependenzen zwischen innerbetrieblicher Logistik und<br>Werkstattfertigung                                | 103 |
| Abbildung 57: | Interdependenzen zwischen den Lager-, Kommissionier- und<br>Pufferbereichen sowie der Werkstattfertigung       | 104 |
| Abbildung 58: | Ort der Dienstleistungserstellung im Produktionsprozess                                                        | 105 |
| Abbildung 59: | Wirkungsbereiche der fertigungsnahe industriellen<br>Dienstleistungen                                          | 106 |
| Abbildung 60: | Interdependenzen zwischen den Dienstleistungsbereichen und<br>Merkmalsausprägungen der Werkstattfertigung      | 107 |
| Abbildung 61: | Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse                                                                    | 109 |
| Abbildung 62: | Relevante fertigungsnahe industrielle Dienstleistungen im<br>Gestaltungsansatz der modernen Werkstattfertigung | 110 |

|               |                                                                                                                       |     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 63: | Primärkomponenten der innerbetrieblichen Logistik (nach DREWS)                                                        | 112 |
| Abbildung 64: | Gestaltungsansätze der modernen Werkstattfertigung                                                                    | 114 |
| Abbildung 65: | Zentraler und dezentraler Gestaltungsansatz des Produktionsleitsystems (in Anlehnung an PAWELLEK)                     | 115 |
| Abbildung 66: | Technische Koordination dezentraler PLS (in Anlehnung an RAUTENSTRAUCH/TUROWSKI)                                      | 117 |
| Abbildung 67: | Produktionslogistikleitsystem (in Anlehnung an PAWELLEK)                                                              | 118 |
| Abbildung 68: | Interdependenzen zwischen den Gestaltungsvarianten des Produktionsleitsystems und der Werkstattfertigung              | 120 |
| Abbildung 69: | BDE im Regelkreis des Betriebsgeschehens<br>(in Anlehnung an REFA)                                                    | 122 |
| Abbildung 70: | Organisationsprinzipien der BDE                                                                                       | 123 |
| Abbildung 71: | Kombination der Gestaltungsprinzipien der BDE                                                                         | 124 |
| Abbildung 72: | Gestaltungstypen der BDE                                                                                              | 127 |
| Abbildung 73: | Interdependenzen zwischen Art der Datenverarbeitung/<br>-übertragung und der Werkstattfertigung                       | 131 |
| Abbildung 74: | Interdependenzen zwischen Einfüigungsgrad der Datenerfassung<br>und Werkstattfertigung                                | 132 |
| Abbildung 75: | Interdependenzen zwischen Automatisierungsgrad der Daten-<br>erfassung und Werkstattfertigung                         | 133 |
| Abbildung 76: | Relevante Gestaltungstypen der BDE bei Werkstattfertigung                                                             | 134 |
| Abbildung 77: | Automatisierungsniveau der BDE                                                                                        | 135 |
| Abbildung 78: | Räumliche Organisationsprinzipien des Transportes                                                                     | 136 |
| Abbildung 79: | Organisationsformen des innerbetrieblichen Transportes<br>(nach DREWS)                                                | 138 |
| Abbildung 80: | Interdependenzen zwischen Werkstattprinzip und den räumlichen<br>Organisationsprinzipien des Transportes (nach DREWS) | 139 |
| Abbildung 81: | Interdependenzen zwischen Reihenverlauf und den zeitlichen<br>Organisationsprinzipien des Transportes (nach DREWS)    | 140 |

|               |                                                                                                                             |     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 82: | Relevante Organisationsformen des Transportes bei Werkstattfertigung (nach DREWS)                                           | 141 |
| Abbildung 83: | Einsatzfelder von Universal- und Spezialförderern (nach DREWS)                                                              | 143 |
| Abbildung 84: | Einsatzfelder stetiger und unstetiger Transportbetriebsmittel (nach SILBERBACH)                                             | 144 |
| Abbildung 85: | Substitutionsmöglichkeiten menschlicher Arbeitskraft durch Transportbetriebsmittel (nach DREWS)                             | 145 |
| Abbildung 86: | Technische Ausgestaltung des innerbetrieblichen Transportes bei Werkstattfertigung (in Anlehnung an DREWS)                  | 146 |
| Abbildung 87: | Räumliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung (nach DREWS)                                              | 149 |
| Abbildung 88: | Zeitliche Organisationsprinzipien der innerbetrieblichen Lagerung (nach DREWS)                                              | 151 |
| Abbildung 89: | Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung (nach DREWS)                                                            | 152 |
| Abbildung 90: | Interdependenzen des Werkstattprinzips mit den ROP der iL (nach DREWS)                                                      | 153 |
| Abbildung 91: | Interdependenzen des Reihenverlaufs mit den ZOP der iL (nach DREWS)                                                         | 154 |
| Abbildung 92: | Interdependenzen der Werkstattfertigung mit den Organisationsformen der innerbetrieblichen Lagerung (nach DREWS)            | 155 |
| Abbildung 93: | Substitutionsmöglichkeiten menschlicher Arbeitskraft durch Betriebsmittel zur Handhabung von Lagerungsobjekten (nach DREWS) | 157 |
| Abbildung 94: | Technische Ausgestaltung der innerbetrieblichen Lagerung bei Werkstattfertigung (in Anlehnung an DREWS)                     | 158 |
| Abbildung 95: | Ausgangssituation des modernen Gestaltungsansatzes der Werkstattfertigung                                                   | 159 |
| Abbildung 96: | Gestaltungsansatz des Informationssystems der modernen Werkstattfertigung                                                   | 161 |
| Abbildung 97: | Gestaltungsansatz des innerbetrieblichen Transportes und Lagerung bei Werkstattfertigung                                    | 162 |