

|  |            |
|--|------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis.....</b>                 | <b>I</b>   |
| <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>              | <b>VII</b> |
| <b>Verzeichnis der Formelzeichen.....</b>      | <b>IX</b>  |
| <b>1 Einleitung.....</b>                       | <b>1</b>   |
| 1.1 Ausgangssituation .....                    | 1          |
| 1.2 Zielsetzung .....                          | 4          |
| 1.3 Aufbau der Arbeit .....                    | 6          |
| <b>2 Grundlagen.....</b>                       | <b>9</b>   |
| 2.1 Übersicht .....                            | 9          |
| 2.2 Begriffsdefinitionen .....                 | 9          |
| 2.2.1 Umrüstbarkeit .....                      | 10         |
| 2.2.2 Flexibilität.....                        | 10         |
| 2.2.3 Rekonfigurierbarkeit.....                | 11         |
| 2.2.4 Wandlungsfähigkeit.....                  | 12         |
| 2.2.5 Abgrenzung der Begriffsdefinitionen..... | 14         |
| 2.3 Rekonfigurierbare Produktionssysteme ..... | 15         |
| 2.3.1 Einordnung und Abgrenzung .....          | 15         |
| 2.3.2 Eigenschaften .....                      | 19         |
| 2.3.3 Umsetzungsbeispiele .....                | 21         |
| 2.4 Produktionsplanung und -steuerung.....     | 23         |
| 2.4.1 Allgemeines .....                        | 23         |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.4.2    | Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung.....              | 24        |
| 2.4.3    | Methoden zur Optimierung der Maschinenbelegung.....                | 27        |
| 2.4.4    | Daten für die Produktionsplanung und -steuerung .....              | 29        |
| 2.4.5    | Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung .....                | 30        |
| 2.5      | Fazit.....   | 32        |
| <b>3</b> | <b>Stand der Technik und Forschung.....</b>                        | <b>33</b> |
| 3.1      | Übersicht .....  | 33        |
| 3.2      | Modellierung von Produktionssystemen und -ressourcen.....          | 33        |
| 3.2.1    | Allgemeine Ansätze .....   | 33        |
| 3.2.2    | Rekonfigurationsorientierte Ansätze.....                           | 36        |
| 3.3      | Produktionsplanung für rekonfigurierbare Produktionssysteme .....  | 38        |
| 3.3.1    | Allgemeine Ansätze .....   | 38        |
| 3.3.2    | Ansätze zur Generierung und Auswahl von Konfigurationen .....      | 40        |
| 3.3.3    | Ansätze zur Arbeits- und Prozessplanung.....                       | 44        |
| 3.3.4    | Ansätze zur Kapazitätsplanung und -steuerung .....                 | 46        |
| 3.3.5    | Ansätze zur Optimierung der Maschinenbelegung .....                | 48        |
| 3.4      | Ableitung des Handlungsbedarfs .....                               | 51        |
| <b>4</b> | <b>Anforderungen .....</b>   | <b>53</b> |
| 4.1      | Allgemeines .....  | 53        |
| 4.2      | Adaptionsfähigkeit und Übertragbarkeit .....                       | 53        |
| 4.3      | Konfigurationsabhängige Beschreibung von Produktionssystemen ..... | 54        |
| 4.4      | Zuordnung und Auswahl von Konfigurationen .....                    | 54        |
| 4.5      | Integration der Skalierbarkeit in die Produktionsplanung .....     | 55        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5 Systemübersicht .....</b>   | <b>57</b> |
| 5.1 Überblick.....   | 57        |
| 5.2 Systemelemente.....  | 58        |
| <b>6 Modellierung und Beschreibung<br/>rekonfigurierbarer Produktionssysteme .....</b>           | <b>61</b> |
| 6.1 Übersicht .....  | 61        |
| 6.2 Modellierung rekonfigurierbarer Produktionssysteme .....                                     | 61        |
| 6.2.1 Allgemeines .....  | 61        |
| 6.2.2 Grundlagen von Petri-Netzen.....   | 62        |
| 6.2.3 Strukturierung rekonfigurierbarer Produktionssysteme .....                                 | 63        |
| 6.2.4 Beschreibung rekonfigurierbarer Produktionssysteme .....                                   | 65        |
| 6.2.5 Abbildung und Klassifizierung<br>von Auftragsanforderungen und Ressourcenfähigkeiten ..... | 68        |
| 6.3 Modellierung von Rekonfigurationsvorgängen .....   | 71        |
| 6.3.1 Allgemeines .....  | 71        |
| 6.3.2 Beschreibung von Rekonfigurationen .....   | 71        |
| 6.3.3 Bewertung von Rekonfigurationsaufwänden .....  | 73        |
| 6.3.4 Abbildung der Rekonfigurationsaufwände<br>in einer Rekonfigurationsmatrix.....             | 75        |
| 6.4 Beschreibung der Skalierbarkeit für die Produktionsplanung .....                             | 77        |
| 6.4.1 Allgemeines .....  | 77        |
| 6.4.2 Beschreibung konfigurationsabhängiger Bearbeitungszeiten .....                             | 77        |
| 6.4.3 Beschreibung skalierbarer Produktionskapazitäten.....                                      | 80        |
| 6.5 Fazit.....   | 82        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>7</b> | <b>Methode zur Produktionsplanung .....</b>                    | <b>83</b> |
| 7.1      | Übersicht .....  | 83        |
| 7.2      | Ablauf der Methode zur Produktionsplanung.....                 | 83        |
| 7.3      | Produktionsbedarfsplanung .....                                | 85        |
| 7.3.1    | Allgemeines.....   | 85        |
| 7.3.2    | Generierung und Spezifikation des Produktionsprogramms .....   | 86        |
| 7.3.3    | Zuordnung von Konfigurationen durch Technologieabgleich.....   | 87        |
| 7.3.4    | Ermittlung von Rekonfigurationsbedarfen.....                   | 89        |
| 7.3.5    | Abbildung produktsspezifischer Auftragsdaten .....             | 93        |
| 7.3.6    | Generierung konfigurationsabhängiger Herstellungsprozesse..... | 95        |
| 7.4      | Ressourcenplanung .....  | 97        |
| 7.4.1    | Allgemeines.....   | 97        |
| 7.4.2    | Spezifikation der Ressourcenkonfigurationen .....              | 97        |
| 7.4.3    | Generierung von Konfigurationsalternativen.....                | 99        |
| 7.4.4    | Verknüpfung von Produktanforderungen und Konfigurationen.....  | 101       |
| 7.4.5    | Rekonfigurationsorientierte Kapazitätsabstimmung.....          | 102       |
| 7.5      | Produktionsablaufplanung .....                                 | 106       |
| 7.5.1    | Allgemeines.....   | 106       |
| 7.5.2    | Annahmen .....   | 106       |
| 7.5.3    | Modellformulierung .....                                       | 107       |
| 7.5.3.1  | Eingangsparameter .....  | 108       |
| 7.5.3.2  | Zielfunktion .....   | 109       |
| 7.5.3.3  | Nebenbedingungen .....   | 110       |
| 7.5.4    | Lösungsverfahren und Entscheidungsvariablen.....               | 114       |
| 7.6      | Fazit.....   | 115       |

|   |            |
|---|------------|
| <b>8 Anwendungsbeispiel und Bewertung.....</b>  | <b>117</b> |
| 8.1 Allgemeines.....  | 117        |
| 8.2 Anwendungsbeispiel .....  | 117        |
| 8.2.1 Anwendungsszenario.....   | 117        |
| 8.2.2 Produktionstechnisches System .....   | 118        |
| 8.3 Anwendung des Systems zur Produktionsplanung .....  | 119        |
| 8.3.1 Allgemeines.....  | 119        |
| 8.3.2 Modellierung und Beschreibung des Produktionssystems .....                              | 120        |
| 8.3.3 Durchführung der Produktionsbedarfsplanung .....  | 122        |
| 8.3.4 Anwendung der Ressourcenplanung .....   | 126        |
| 8.4 Simulationsbasierte Umsetzung und Validierung.....  | 128        |
| 8.4.1 Allgemeines.....  | 128        |
| 8.4.2 Beschreibung der Umsetzung .....  | 129        |
| 8.4.3 Planungsmodelle und Produktionsszenarien .....  | 130        |
| 8.4.4 Planungsergebnisse der Simulationen .....   | 133        |
| 8.4.4.1 Produktionsplanung für die Ausgangssituation .....                                    | 133        |
| 8.4.4.2 Produktionsplanung bei gesteigerter Nachfrage .....                                   | 135        |
| 8.4.4.3 Produktionsplanung bei Änderung der Funktionalitäten .....                            | 136        |
| 8.4.4.4 Produktionsplanung bei reduzierter<br>Nachfrage und Änderung der Funktionalität ..... | 138        |
| 8.4.5 Analyse und Diskussion der Simulationsergebnisse .....                                  | 140        |
| 8.5 Bewertung .....   | 145        |
| 8.5.1 Anforderungsbezogene Bewertung .....  | 145        |
| 8.5.2 Wirtschaftliche Bewertung .....   | 147        |
| 8.5.2.1 Allgemeines .....   | 147        |

|   |            |
|---|------------|
| 8.5.2.2 Wirtschaftlichkeitsrechnung am Anwendungsbeispiel ..... | 148        |
| 8.6 Fazit.....  | 153        |
| <b>9 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>                     | <b>155</b> |
| 9.1 Zusammenfassung .....                                       | 155        |
| 9.2 Ausblick .....  | 157        |
| <b>10 Literaturverzeichnis .....</b>                            | <b>159</b> |
| <b>11 Verzeichnis betreuter Studienarbeiten.....</b>            | <b>181</b> |