

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für  
Betriebswissenschaften und Montagetechnik

## **Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke**

**Benedikt Matthias Sager**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk

Prüfer der Dissertation:

1. Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
2. Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

Die Dissertation wurde am 28.05.2018 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 17.10.2018 angenommen.

# Inhalt

<b>Abstract</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Motivation . . . . .	1
1.2 Problemstellung . . . . .	3
1.3 Zielsetzung . . . . .	6
1.4 Spezifizierung des Untersuchungsbereichs . . . . .	7
1.4.1 Betrachtungsbereich globale Produktionsnetzwerke . . . . .	7
1.4.2 Gestaltungsprozess Netzwerkkonfiguration . . . . .	10
1.5 Aufbau der Arbeit . . . . .	13
<b>2 Grundlagen</b>	<b>15</b>
2.1 Grundlagen der Entscheidungstheorie . . . . .	15
2.1.1 Wesentliche Begrifflichkeiten zur Entscheidungstheorie . . . . .	15
2.1.2 Ablauf von Entscheidungsprozessen . . . . .	16
2.1.3 Multikriterielle Entscheidungssituationen . . . . .	18
2.2 Grundlagen der multikriteriellen Optimierung . . . . .	20
2.2.1 Grundlagen der mathematischen Optimierung . . . . .	20
2.2.2 Lösungsverfahren für multikriterielle Optimierungsmodelle . . . . .	23
<b>3 Stand der Erkenntnisse</b>	<b>27</b>
3.1 Anforderungen an eine Methode zur Netzwerkkonfiguration . . . . .	27
3.2 Vorverständnis zur Literaturanalyse . . . . .	29
3.3 Literaturanalyse . . . . .	31
3.3.1 Prozessmodelle zur Netzwerkkonfiguration . . . . .	31
3.3.2 Multikriterielle Optimierungsmodelle zur Konfiguration GPN . . . . .	36
3.3.3 Kombinierte Ansätze zur Netzwerkkonfiguration . . . . .	49
3.3.4 Bewertungsansätze im Rahmen der Netzwerkkonfiguration . . . . .	56
3.4 Forschungsdefizit . . . . .	58

<b>4</b>	<b>Konzeption der Methode</b>	<b>61</b>
4.1	Lösungsansatz . . . . .	61
4.2	Lösungskonzept . . . . .	62
4.2.1	Spezifikation des multikriteriellen Optimierungsmodells . . . . .	62
4.2.2	Herleitung des Aufbaus des Prozessmodells . . . . .	64
4.3	Fazit . . . . .	66
<b>5</b>	<b>Multikriterielle Optimierung globaler Produktionsnetzwerke</b>	<b>67</b>
5.1	Modellbildung . . . . .	67
5.1.1	Festlegung der Netzwerkstruktur . . . . .	68
5.1.2	Anforderungen aus der Netzwerkmigration . . . . .	70
5.1.3	Anforderungen aus dem Netzwerkbetrieb . . . . .	73
5.1.4	Zielsystem für die Netzwerkkonfiguration . . . . .	75
5.2	Mathematisches Modell zur Netzwerkkonfiguration . . . . .	86
5.2.1	Allgemeine Techniken der Modellformulierung . . . . .	86
5.2.2	Festlegung der Netzwerkstruktur . . . . .	88
5.2.3	Anforderungen aus der Netzwerkmigration . . . . .	93
5.2.4	Anforderungen aus dem Netzwerkbetrieb . . . . .	98
5.2.5	Zielsystem für die Netzwerkkonfiguration . . . . .	104
<b>6</b>	<b>Methode zur Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke</b>	<b>118</b>
6.1	Prozessmodell zur Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke . . . . .	118
6.1.1	Identifikation des Handlungsbedarfs . . . . .	118
6.1.2	Definition der Aufgabenstellung . . . . .	123
6.1.3	Datenerhebung . . . . .	126
6.1.4	Entwicklung von Handlungsalternativen . . . . .	130
6.1.5	Präzisierung des Zielsystems . . . . .	131
6.1.6	Bewertung . . . . .	131
6.1.7	Auswahl . . . . .	132
6.2	Verfahren zur Eingrenzung des impliziten Lösungsraums . . . . .	132
<b>7</b>	<b>Fallbeispiel</b>	<b>140</b>
7.1	Pilotanwendung der entwickelten Methode . . . . .	140
7.1.1	Identifikation des Handlungsbedarfs . . . . .	140
7.1.2	Definition der Aufgabenstellung . . . . .	141
7.1.3	Verfahren zur Eingrenzung des impliziten Lösungsraums . . . . .	147

---

7.1.4	Bewertung . . . . .	158
7.1.5	Auswahl . . . . .	161
7.2	Erkenntnisse aus der Pilotanwendung . . . . .	161
<b>8</b>	<b>Bewertung der Methode</b>	<b>162</b>
8.1	Bewertung der Zielerreichung . . . . .	162
8.2	Bewertung der Wirtschaftlichkeit . . . . .	163
8.2.1	Aufwand . . . . .	163
8.2.2	Nutzen . . . . .	165
8.2.3	Verallgemeinerte Bewertung der Wirtschaftlichkeit . . . . .	166
8.3	Notwendige Voraussetzungen und bestehende Limitationen . . . . .	167
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>168</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>173</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>199</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>201</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>203</b>
	<b>Modellnotation</b>	<b>205</b>
	<b>Anhang</b>	<b>227</b>
	<b>Verzeichnis betreuter Studienarbeiten</b>	<b>259</b>

## **Abstract**

Manufacturing companies face increasingly competitive and volatile environments due to the inexorable progress of globalisation. The internationalisation of the value-added process enables companies to cope with the upcoming challenges. Altering objectives necessitate the permanent evolution of manufacturing networks. Consequently, the competence to configure global manufacturing networks is indispensable for the enduring competitiveness of manufacturing companies. The design of global manufacturing networks is a procedural as well as analytical highly demanding task. In existing literature no approach could be identified that considers both aspects of complexity in a balanced way. This dissertation therefore seeks to close this gap in order to enable manufacturing companies to improve their network configuration process and to enhance the achievable solution quality.

In the course of this research, the strengths of existing process models and the analytical superiority of dynamic, multi-objective mathematical optimisation models have been combined in a new approach for the configuration of global manufacturing networks. Based on the analysed research within decision theory a seven step method is proposed. In order to reduce the expenditure of time for the necessary data collection caused by the application of an optimisation model, a cyclical approach for the development of action alternatives with a gradual improvement of the evaluation accuracy is provided. The mathematical model allows the optimisation of seven target figures that have been deduced from corporate strategy. In order to enable a differentiated formulation of the target figure metrics, network alternatives are simultaneously evaluated in three operating points. A realistic modelling of the decision problem has been ensured by considering numerous requirements of the network operation and migration.

The performance of the developed approach is exemplified in an industrial case study. The generalisation of the gained insights confirms its economic efficiency. In summary, the proposed approach supports manufacturing companies to successfully meet the procedural and analytical challenges of the network configuration process and thus enables them to effectively evolve their global manufacturing network.