

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

Abstract	V
1 Einleitung	1
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
2 Grundlagen	15
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
3 Stand der Erkenntnisse	27
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

Inhalt

4 Konzeption der Methode	61
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
5 Multikriterielle Optimierung globaler Produktionsnetzwerke	67
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
6 Methode zur Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke	118
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
7 Fallbeispiel	140
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
8	Bewertung der Methode	162
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
9	Zusammenfassung und Ausblick	168
Literaturverzeichnis		173
Abkürzungsverzeichnis		199
Abbildungsverzeichnis		201
Tabellenverzeichnis		203
Modellnotation		205
Anhang		227
Verzeichnis betreuter Studienarbeiten		259

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.