

Studie Entscheidungsfindung in der strategischen Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke

Entscheidungsfaktoren der Produktionsnetzwerkkonfiguration

G. Steier, A. Heusch, J. Voigt, M. Benfer, G. Lanza

Globale Produktionsnetzwerke von Industrieunternehmen haben sich infolge von vielfältigen strategischen Motiven über Jahrzehnte weiterentwickelt. Diese Motive können sowohl klar quantifizierbar als auch eher qualitativer Natur sein, wie etwa der Zugang zu Fachkräften und Kompetenzen. Es stellt sich die Frage, welche Entscheidungsfaktoren zur Bewertung, Gestaltung und Optimierung von Produktionsnetzwerken für die Unternehmenspraxis von Relevanz sind. Dieser Beitrag zeigt die Ergebnisse einer Reihe von Experteninterviews und gibt somit eine Antwort auf die genannte Fragestellung.

STICHWÖRTER

Produktionsmanagement, Strategie

Decision factors in production network configuration

Global production networks of industrial companies have evolved over decades as a result of a variety of strategic motives. These motives can be both clearly quantifiable and of a more qualitative nature, such as access to skilled labour and to competences. Thus, the question arises which decision factors for evaluating, designing and optimizing production networks are relevant for business practice. This paper presents the results of a series of expert interviews and thus provides an answer to the mentioned question.

1 Einleitung

Ein globales Produktionsnetzwerk setzt sich im Kern aus geografisch verteilten Produktionsstandorten eines global agierenden Unternehmens zusammen, welche das gemeinsame Ziel verfolgen, einen höheren Kundennutzen und somit unternehmerischen Erfolg zu erzielen. Die einzelnen Produktionsstandorte sind durch Material-, Informations- und Finanzströme miteinander verbunden und werden in den meisten Fällen durch eine Struktur von Lieferanten und Distributionszentren gestützt. [1]

Die Netzwerkgestaltung beschreibt den komplexen Planungs- und Entscheidungsprozess, in dem ein Unternehmen die eigene Netzwerkkonfiguration definiert. Die Konfiguration umfasst die Anzahl und geografische Lage der Produktionsstandorte, deren Austauschbeziehungen sowie die Zuordnung von Kapazitäten und Fertigungsstufen. [2]

Durch die komplexe und schnelllebige Umwelt sind Entscheidungsträger hohen Unsicherheiten ausgesetzt, die eine holistische Bewertung der Netzwerkgestaltung erfordern. Eine ausschließliche Berücksichtigung monetärer Aspekte einer Netzwerkkonfiguration greift zu kurz, da weitere und insbesondere auch qualitative Entscheidungsfaktoren einen erheblichen Einfluss auf die Netzwerkgestaltung haben. Somit ergibt sich die Frage, welche Entscheidungsfaktoren aktuell in der Industrie für die Netzwerkgestaltung relevant sind. [3]

Im zweiten Kapitel dieses Beitrags wird zunächst der für diese Fragestellung relevante Literaturstrom beleuchtet. Dabei werden existierende Modelle aus der Literatur vorgestellt und Entscheidungsfaktoren abgeleitet. Im dritten Kapitel wird schließlich das Forschungsdesign der Studie skizziert, welche die oben genannte Fragestellung beantworten soll. Dabei wird auf Forschungsmetho-

den, Expertenauswahl sowie die Datenerhebung und -analyse eingegangen. Die Ergebnisse der Studie werden im vierten Kapitel vorgestellt, bevor im letzten Kapitel die Studie zusammengefasst und eine Handlungsempfehlung gegeben wird.

2 Stand der Forschung

In den letzten Jahrzehnten haben sich zahlreiche Publikationen mit der Netzwerkgestaltung auseinandergesetzt [4]. Die Anzahl betrachteter Entscheidungskriterien stieg über die Zeit [5]. Eines der ältesten Modelle liefern [6], welches die geografische Verteilung eines Produktionsnetzwerks, die Beziehung zwischen Standorten sowie die Mobilität von Produktionsressourcen in Verbindung mit vier übergeordneten Netzwerkfähigkeiten setzt. Die vier Fähigkeiten sind Ressourcen, Sparsamkeit, Produktionsmobilität sowie Lernfähigkeit.

Viele Autoren haben auf diesem Modell aufgesetzt und es weiterentwickelt. So operationalisiert [7] die vier Netzwerkfähigkeiten durch acht Stellhebel in der Netzwerkwerkgestaltung, welche er in strukturelle (beispielsweise vertikale Integration) und infrastrukturelle Hebel unterteilt (Wissenstransfer).

Oft gehen die Modelle von Zielkonflikten aus. So zeigen [8] mit ihrem Sandcone-Modell eine weitere Perspektive, indem sie die Komplementarität von Zielgrößen angeben. Es beruht auf den vier Fähigkeiten Qualität, Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit und Kosteneffizienz, die in einer Hierarchie zueinanderstehen. Die Kernidee ist, dass sich ein produzierendes Unternehmen erst auf eine Fähigkeit fokussieren und diese bis zu einem hohen Reifegrad absichern sollte, bevor die nächste Fähigkeit erreicht werden kann. Die Grundlage für Wettbewerbsvorteile bildet die Qualität, auf die sich Unternehmen zuerst konzentrieren sollten. Es folgt



Bild 1. Strategische Netzwerkfähigkeiten. Grafik: eigene Darstellung

die Lieferzuverlässigkeit und dann die Liefergeschwindigkeit. Letztlich schafft dies die Rahmenbedingungen, um nachhaltig Kosteneffizienz im Unternehmen zu erreichen. Ein Fokus nur auf Kostenreduktion, ohne zunächst Qualität und Lieferfähigkeit sicherzustellen, wäre demnach nicht zielführend.

[9] differenziert die Entscheidungskriterien auf zwei Ebenen und operationalisiert diese für die Netzwerkgestaltung. Die Ebene der Produktionsstrategie wird durch die strategischen Differenzierungsfaktoren Preis, Lieferung, Service, Innovation und Flexibilität konstituiert. Die nachgelagerte Ebene der Produktionsnetzwerkstrategie umfasst in Anlehnung an [6] Zugang zu Märkten, Zugang zu Ressourcen, Mobilität, Effizienz und Lernen.

Am Institut für Produktionstechnik (wbk) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wurden die strategischen Netzwerkfähigkeiten von [9] weiterentwickelt und um die Fähigkeiten der Resilienz und Nachhaltigkeit explizit erweitert, um den aktuellen Anforderungen aus der Unternehmenspraxis gerecht zu werden [10]. Die Nachhaltigkeit wurde entsprechend der Triple Bottom Line gemäß [11] in die Teilespekte Ressourcenersparnis sowie ökologische und soziale Nachhaltigkeit untergliedert. Die Unterscheidung zwischen interner und externer sozialer Nachhaltigkeit erlaubt zudem eine differenzierte Betrachtung zwischen einer mikroökonomischen Perspektive des fokalen Unternehmens sowie einer makroökonomischen Perspektive. Die Resilienz wird als Fähigkeit des Produktionsnetzwerkes verstanden, nach einer Veränderung wieder in einen stabilen Systemzustand zurückzukehren [1].

Im Literaturstrom des Operations Management existiert eine Vielzahl an Ansätzen zur Systematisierung der Resilienz, welche in den letzten Jahren durch die erhöhte Aufmerksamkeit in der Unternehmenspraxis weiter anstieg. So lässt sich der Begriff Resilienz in Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Agilität unterteilen, um unterschiedliche Ausmaße der Veränderungen zu unterscheiden [12, 13]. Flexibilität wird dabei eher mit einer kurzfristigen schnellen Veränderung assoziiert, wobei Wandlungsfähigkeit oft

mit strukturellen Maßnahmen und Investitionen verbunden ist und so eine gewisse Latenzzeit aufweist [14].

In der Praxis lassen sich Veränderungsmaßnahmen nicht immer trennscharf der Flexibilität oder der Wandlungsfähigkeit zuordnen. Aus diesem Grund wird die Resilienz nicht entlang des Veränderungsausmaßes, sondern entlang der zu verändernden Entscheidungsdimension strukturiert. Diese geht auf die ursprünglichen Überlegungen von [15] zurück, der drei Arten der Standortstrukturierung vorsieht: Mengenteilung, Produkttteilung und Prozessteilung. [12] nennt diese Strukturierungsarten Veränderungsbefähiger und erweitert diese um eine örtliche Dimension. Aufgrund ihrer späteren Bedeutung für die in diesem Beitrag vorgestellte Studie sind die sechs Netzwerkfähigkeiten mit den jeweiligen Subfähigkeiten dargestellt (Bild 1).

Die 21 Subfähigkeiten werden im Nachfolgenden als Entscheidungsfaktoren bezeichnet, da davon ausgegangen wird, dass Unternehmen mit ihren Konfigurationsentscheidungen auf die Umsetzung dieser Fähigkeiten abzielen. Für eine weiterführende Diskussion von strategischen Zielen, Fähigkeiten und Entscheidungsfaktoren sei auf [5] verwiesen.

3 Forschungsdesign

3.1 Studienteilnehmer

Zur Beantwortung der Frage, welche Entscheidungsfaktoren aktuell in der Industrie für die Netzwerkgestaltung relevant sind, wurde ein qualitatives Forschungsdesign mit multiplen Fallstudien nach Yin gewählt [16]. Insgesamt wurden für die Studie im November und Dezember 2022 sechs Interviews mit Experten aus der Industrie geführt. Die Dauer betrug jeweils zwischen 30 und 60 Minuten. Die befragten Experten wurden anhand ihrer Erfahrung im Bereich der Netzwerkgestaltung von Industrieunternehmen ausgewählt. Eine Übersicht über die Experten sowie die Rahmendaten der Unternehmen sind in Bild 2 aufgeführt.

Interview	Position des Experten	Branche (inkl. Code)	Umsatz	# Mitarbeiter	# Produktionsstandorte
1	Business Unit Manager – Supply Chain Analytics	Ingenieurtechnische Tätigkeiten und damit verbundene Beratung (71)	10-50 Mio. EUR	> 250	-
2	Leiter CoE Pre-Manufacturing	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27)	0,5-2 Mrd. EUR	> 10.000	11-15
3	Director Order Fulfillment	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27)	0,5-2 Mrd. EUR	> 10.000	11-15
4	Head of Operations Planning & Processes / Head of Efficiency Team	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27)	0,5-2 Mrd. EUR	> 10.000	6-10
5	Head of Production Network	Herstellung von Metallerzeugnissen (25)	2-5 Mrd. EUR	> 15.000	21-30
6	Factory Design Manager	Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) im Bereich FMCG	5-10 Mrd. EUR	> 20.000	11-15

Bild 2. Übersicht der interviewten Experten. Grafik: eigene Darstellung



Bild 3. Kategoriensystem zur qualitativen Inhaltsanalyse. Grafik: eigene Darstellung

Die aktuellen Produktionsstandorte der fünf produzierenden Unternehmen sind weltweit verteilt, der Hauptsitz ist in jedem Fall in Deutschland. Jedes Unternehmen verfügt über mindestens einen Produktionsstandort in Europa, Nordamerika und Asien. Lediglich eines der fünf Unternehmen produziert nicht in Südamerika.

3.2 Methodik

Die Datenerhebung erfolgte anhand von leitfadengestützten, semi-strukturierten Interviews. Der Interviewleitfaden enthielt erzählungsgeneratorende Fragestellungen, bei denen keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren [17]. Die im Leitfaden vorstrukturierte Reihenfolge der Interviewfragen musste nicht zwangsläufig eingehalten werden und konnte individuell angepasst werden. Durch die offene Gestaltung hatten die Studienteilnehmer die Möglichkeit, frei von ihren persönlichen Erfahrungen und Expertenwissen zu berichten.

Bei der Auswertung der Interviewreihe wurde auf die Methodik der qualitativen Inhaltsanalyse nach [18] zurückgegriffen. Kern dieser Methodik ist es, die Bestandteile eines Textes zu kodieren und dann zu extrahieren, wofür ein zuvor definiertes Kategoriensystem verwendet wird. In diesem Fall wurde ein Kategoriensystem (**Bild 3**) aus 26 Kategorien aufgestellt.

Die einzelnen Kategorien wurden aus den im zweiten Kapitel präsentierten strategischen Netzwerkfähigkeiten abgeleitet. Zu den 21 in der Literatur gefundenen Netzwerkfähigkeiten wurden fünf weitere Faktoren mit Entscheidungsrelevanz in Vorgesprä-

chen mit Praktikern ergänzt. Die 26 Kategorien wurden gemäß der sechs Netzwerkfähigkeiten gruppiert. Die Kodierung der Transkriptionen der Interviewtexte erfolgte anhand eines Leitfadens, durch den die Textbestandteile einer Kategorie zugeordnet wurden. Durch die Häufigkeit der Kodierungen kann die Relevanz der Kategorien abgeleitet werden.

4 Ergebnisse

Insgesamt wurden aus allen Interviews 564 Nennungen beziehungsweise Textbestandteile extrahiert und den jeweiligen Netzwerkfähigkeiten und deren Subfähigkeiten zugeordnet. Diese Fähigkeiten repräsentieren Entscheidungsfaktoren im Rahmen der Netzwerkkonfiguration.

4.1 Analyse nach Netzwerkfähigkeiten

Bild 4 zeigt die Häufigkeit, mit der die sechs strategischen Netzwerkfähigkeiten in Summe, je Interview sowie je Branche genannt wurden.

Rote Flächen indizieren häufige Nennungen, grüne seltene. Mit insgesamt 203 Nennungen ist der „Zugang zu Märkten“ die wichtigste Netzwerkfähigkeit, gefolgt vom „Zugang zu Ressourcen“ mit 174 Nennungen. Damit entfallen etwa zwei Drittel aller extrahierten Nennungen auf diese beiden Fähigkeiten. Diese Tendenz konnte in allen Branchen bestätigt werden. Die Netzwerkfähigkeit „Effizienz“ besitzt eine mittlere Relevanz, die „Lernfähigkeit“ spielt nach Auswertung der Interviews eine untergeord-

Strategische Netzwerkfähigkeiten	Gesamt	Interviewpartner						Engineering Activities (70%)	Electrical Equipment (27%)	Metal Products (25%)	Chemicals/ FMCG (20%)
		1	2	3	4	5	6				
Zugang zu Märkten	203	28	24	51	29	42	29	28	104	42	29
Zugang zu Ressourcen	174	30	22	38	25	40	19	30	86	40	19
Lernfähigkeit	14	0	2	7	0	2	3	0	9	2	3
Effizienz	104	15	17	27	11	13	21	15	55	13	21
Nachhaltigkeit	22	5	1	3	0	3	10	5	4	3	10
Wandlungsfähigkeit	47	3	4	7	12	2	19	3	23	2	19

Bild 4. Auswertung der Subfähigkeiten. Grafik: eigene Darstellung

nete Rolle. „Nachhaltigkeit“ besitzt nur im Rahmen der Branche „Chemikalien (FMCG)“ eine vergleichsweise höhere Relevanz.

4.2 Analyse nach Subfähigkeiten

Nach dem Blick auf die Netzwerkfähigkeitsebene zeigt **Bild 5** die zwölf am häufigsten genannten Subfähigkeiten.

Aufgrund der geringen Anzahl der Nennungen der übrigen Subfähigkeiten wurde sich auf die Darstellung der „TOP 12“ beschränkt, welche insgesamt über 90 % aller Nennungen ausmacht. Auf die restlichen 14 Subfähigkeiten entfallen weniger als 10 % der Nennungen, vier Subfähigkeiten wurden in keinem der sechs Interviews erwähnt. Die Farbgebung orientiert sich an den Netzwerkfähigkeiten, die Prozentangabe bezieht sich auf die relative Häufigkeit einer Subfähigkeit. Insgesamt wurden 17,0 % aller extrahierten Nennungen den „Skalen- und Verbundeffekten (Fertigung)“ zugeordnet, womit es die am häufigsten genannte Subfähigkeit ist. Mit ähnlicher Bedeutung folgen die Subfähigkeiten „Marktpotenzial“, „Zugang zu Fachkräften“ und „Marktanbindung“. Nachfolgend werden ausgewählte Entscheidungsfaktoren noch genauer beleuchtet.

4.2.1 Marktpotenzial

Mehrere Experten beschrieben, dass das bestehende Produktionsnetzwerk eine Struktur aufweist, die sich historisch aufgrund der Kundennachfrage in den Regionen entwickelt hat. So berichtet Experte 4 beispielsweise: „Ja, das ist bei uns eine gewachsene Struktur. Grundsätzlich richten wir uns nach den Märkten.“ Auch Experte 5 bestätigt: „Wir sind marktgetrieben. Gibt es den Markt, dann produzieren wir auch da.“ Die Nähe zum Kunden sowie die einhergehende schnelle und präzise Bedienung des Marktes sind erfolgskritisch für die gewählte Produktionsstrategie.

4.2.2 Zugang zu Fachkräften

Der Zugang zu Ressourcen bedeutet nicht nur die Verfügbarkeit von Lieferanten oder Materialien, sondern auch menschliche Ressourcen, um Prozesse in einem Land zu lokalisieren. Durch ihre Qualifikation in der jeweiligen Branche ermöglichen Fachkräfte eines Unternehmens eine hohe Qualität der Produkte sowie der Prozesse. Bei der Herstellung von Metallerzeugnissen sowie der Herstellung von elektrischer Ausrüstung ist die Bedeu-

tung von qualifizierten Fachkräften am höchsten. Gleichzeitig stehen produzierende Unternehmen aufgrund des Fachkräftemangels und der hohen Konkurrenz auf dem Arbeitsmarkt vor großen Herausforderungen. So zeigt Experte 4 klar die Abhängigkeit von den lokal verfügbaren Humanressourcen in der Netzwerkgestaltung auf: „Ich muss mir [...] gezielt überlegen, kann ich das entsprechende Know-how bekommen, [...] um die Produkte dort produzieren zu können.“

4.2.3 Skalen- und Verbundeffekte

Für die Gestaltung von Produktionsnetzwerken ist nach den Analyseergebnissen eine kosteneffiziente Produktion weiterhin eines der wichtigsten Ziele in der Netzwerkgestaltung. Das Erreichen einer hohen Effizienz, kann auf verschiedene Wege erfolgen. So berichtet Experte 4 etwa über die Strategie, Skaleneffekte durch Prozessähnlichkeiten zu schaffen: „Wenn wir den Standort aufwachsen lassen, dann gucken wir uns die Produktionstechnologien an. Es ergibt ja Sinn, dass ich verwandte Technologien schneller aufwachsen lasse und Synergien erreichen kann, bevor ich 10 oder 20 völlig unterschiedliche Techniken aufbaue.“

Experte 3 hingegen zeichnet aus einer Historie mit Fokus auf Markt- und Kundennähe kommend die Tendenz zur Konsolidierung, um dem wachsendem Kostendruck in der Branche gerecht zu werden: „Und deswegen ist es jetzt gerade erstmal eher die Tendenz, dieses sehr weit ausgerollte Produktionsnetzwerk wieder ein Stück zurückzufahren und sich auf weniger Standorte zu fokussieren.“

4.2.4 Wandlungsfähigkeit

Die Interviews zeigen ebenfalls, dass Wandlungsfähigkeit und Resilienz Einzug in die strategische Netzwerkgestaltung halten. Insbesondere sehen die Unternehmen die Anforderung, schnell die Wertschöpfung anpassen zu können, um auf veränderte Nachfrage zu reagieren: „Letztendlich wollen wir die resiliente Produktion haben. [...], und da müssen wir die Möglichkeit haben, Produktion zusammenschalten zu können, um schnell reagieren zu können.“ (Experte 2). Ein weiterer Experte berichtet von der Strategie, die Produktionsanlagen wandlungsfähiger zu machen, um im Fall von Störungen in der Lieferkette und Engpassen, im Netzwerk Produktionsvolumen „zu atmen“: „Wir wollen zukünftig die Produktionen so gestalten, dass wir nicht mehr pro Produktfamilie eine Linie haben, sondern, dass wir Linien

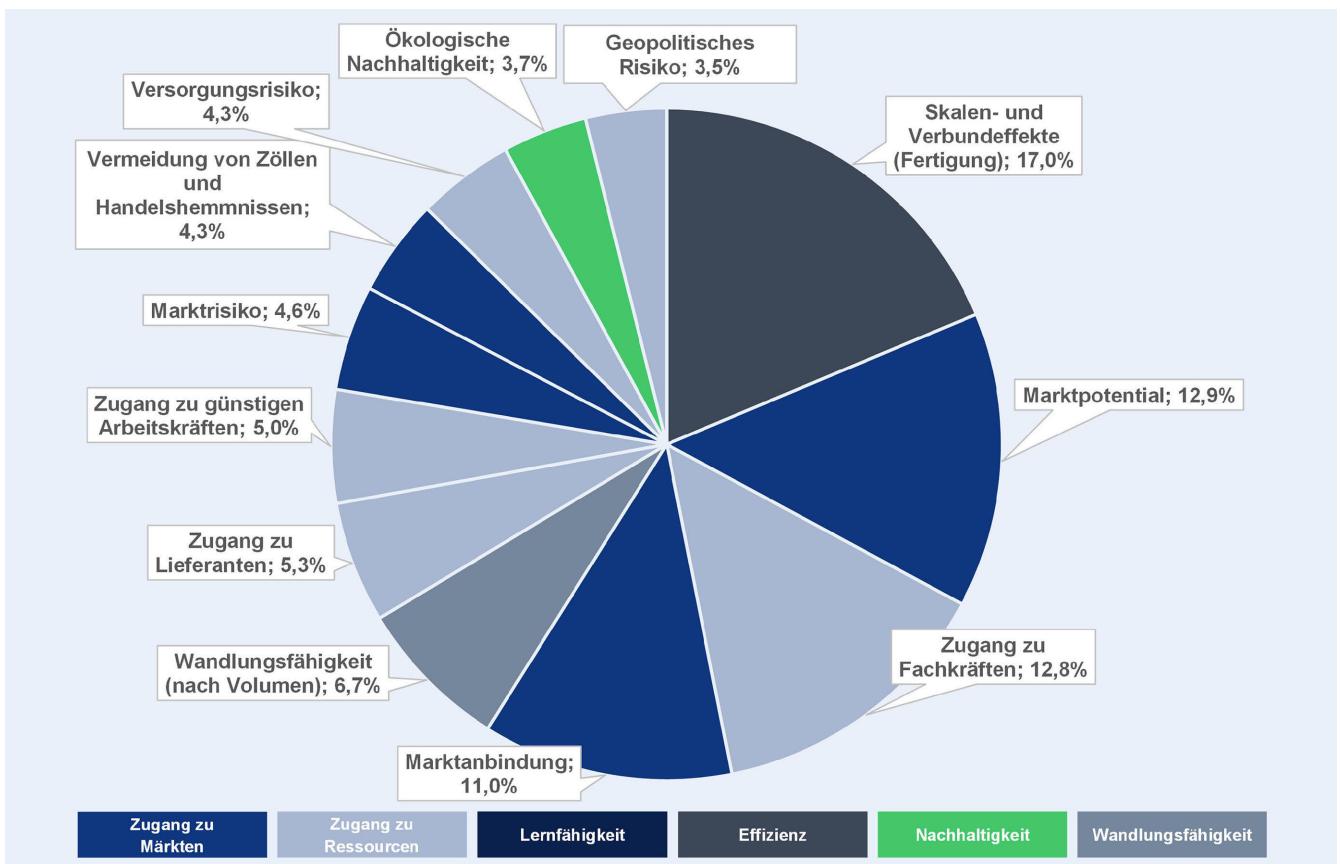


Bild 5. Auswertung der Netzwerkfähigkeiten. Grafik: eigene Darstellung

haben, über die wir mehrere Produktfamilien laufen lassen können.“ (Experte 4).

Entsprechend der eingangs eingeführten Unterscheidung in Wandlungsdimensionen zeigt die erste Strategie eine Wandlungsfähigkeit in Bezug auf die Ausbringungsmenge. Die zweite Strategie zeigt eine Steigerung der Wandlungsfähigkeit hinsichtlich der produzierbaren Variantenanzahl. In Bezug auf den Umfang der Veränderung würde die erste Strategie gemäß [12, 14] als Wandlungsfähigkeit im eigentlichen Sinne bezeichnet werden, da ein Zusammenschalten der Produktion mit einem initialen Aufwand erst ermöglicht wird. Die zweite Strategie lässt sich hingegen eher der Flexibilität zuordnen, da durch den Vorhalt von Varianten eine gewisse Veränderungsfähigkeit direkt zur Verfügung steht, ohne dass zusätzliche Aufwendungen getötigt werden müssen. Innerhalb des definierten Produktionsprogramms kann schnell zwischen einzelnen Varianten gewechselt werden. Soll eine neue Variante integriert werden, die bislang nicht im Produktionsprogramm vorgesehen ist, ist dies mit zusätzlichen Aufwendungen verbunden, da Betriebsmittel und Anlagen erst angepasst werden müssen.

5 Zusammenfassung

Die richtige Ausgestaltung des Produktionsnetzwerks hat einen erheblichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und den Erfolg international agierender Industrieunternehmen. Bei der Gestaltung der Netzwerke spielen verschiedene strategische Motive eine Rolle. In diesem Beitrag wurden die Ergebnisse einer

Studie vorgestellt, für die zum Ende des Jahres 2022 insgesamt sechs Experten aus der Industrie befragt wurden. Die Studie war der Fragestellung gewidmet, welche Entscheidungsfaktoren in der Produktionsnetzwerkconfiguration eine hohe Relevanz aufweisen. Die Studie zeigt, dass die drei wichtigsten Netzwerkfähigkeiten der Zugang zu Märkten und zu Ressourcen sowie die Effizienz sind. Demnach sollten global agierende Unternehmen bei der Netzwerkgestaltung neben Kosten auch auf die Faktoren Marktbindung und Marktpotenzial sowie den Zugang zu Fachkräften und auf Skalen- und Verbundeffekte in der Fertigung fokussieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Fachkräftezugang, nicht nur für komplexe Produktionen, ein zunehmend kritischer Entscheidungsfaktor in der Netzwerkgestaltung ist. Die herausgearbeiteten und nach ihrer Relevanz eingestuften Kriterien können zudem von Unternehmen im Rahmen der Bewertung, Gestaltung und Optimierung von Netzwerkconfigurationn genutzt werden.

FÖRDERHINWEIS

Diese Forschung wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert: „Dezentralisierungsniveau globaler Produktionsnetzwerke – strategieorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie“ (513193218).

L i t e r a t u r

- [1] Lanza, G.; Ferdows, K.; Kara, S. et al.: Global production networks: Design and operation. *CIRP Annals* 68 (2019) 2, pp. 823–841
- [2] Neuner, C.: Konfiguration internationaler Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung von Unsicherheit. Dissertation, Universität Bayreuth, 2009
- [3] Steier, G. L.; Silbernagel, R.; Maier, T. et al.: The Role of Intangible Influencing Factors in Strategic Network Decision-Making. Book of Proceedings of 29th International EurOMA Conference 2022, Berlin, 2022, doi.org/10.5445/IR/1000149698
- [4] Steier, G. L.; Lanza, G.; Benfer, M. et al.: Decision support models for strategic production network configuration – A systematic literature analysis. *Procedia CIRP* 107 (2022), pp. 1433–1438
- [5] Brennan, L.; Vecchi, A.: International Manufacturing Strategy in a Time of Great Flux. Cham: Springer International Publishing 2017
- [6] Shi, Y.; Gregory, M.: International manufacturing networks-to develop global competitive capabilities. *Journal of Operations Management* 16 (1998) 2–3, pp. 195–214
- [7] Miltenburg, J.: Setting manufacturing strategy for a company's international manufacturing network. *International Journal of Production Research* 47 (2009) 22, pp. 6179–6203
- [8] Ferdows, K.; Meyer, A. de: Lasting improvements in manufacturing performance: In search of a new theory. *Journal of Operations Management* 9 (1990) 2, pp. 168–184
- [9] Friedli, T.; Mundt, A.; Thomas, S.: Strategic Management of Global Manufacturing Networks. Heidelberg: Springer-Verlag 2014
- [10] Steier, G. L.; Gleich, K.; Peukert, S. et al.: A Fuzzy Inference System-Based Approach For Assessing Strategic Capabilities In Global Production Networks. In: Herberger, D.; Hübner, M.; Stich, V. (Eds.): Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023 – 1, 2023, pp. 698–707, doi.org/10.15488/13489
- [11] Henriques, A.; Richardson, J.: The triple bottom line, does it all add up? Assessing the sustainability of business and CSR. Hoboken: Earthscan 2012
- [12] Erlach, K.; Berchtold, M.-A.; Kaucher, C. et al.: Gestaltung resilenter Produktionsnetzwerke mit Agilitätsbefähigern. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 118 (2023) 4, S. 217–221
- [13] Wiendahl, H.-P.; Reichardt, J.; Nyhuis, P.: Handbook Factory Planning and Design. Heidelberg: Springer-Verlag 2015

- [14] Nyhuis, P. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme. Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH Produktionstechnisches Zentrum 2008
- [15] Hagedorn, A.: Modellgestützte Planung und Kontrolle von Produktionsstandorten. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1994
- [16] Yin, R. K.: Case study research. Design and methods. Los Angeles: Sage 2009
- [17] Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W.: Interviews mit Experten. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2014
- [18] Mayring, P.; Fenzl, T.: Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, S. 633–648. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2019

**G w e n S t e i e r , M . S c .**

Foto: Autor

A n t o n i u s H e u s c h , M . S c .**Dipl.-Phys. J a a k o b V o i g t****M a r t i n B e n f e r , M . S c .****Prof. Dr.-Ing. G i s e l a L a n z a**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

wbk Institut für Produktionstechnik

Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe

Tel. +49 721 / 608-44005

gwen.steier@kit.edu

www.wbk.kit.edu

L I Z E N Z

Dieser Fachaufsatzz steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)