

Gestaltung effizienter Produktionssysteme

Zukünftigen Entwicklungen und Herausforderungen in der Fertigung optischer Systeme begegnen

*Tobias Hiller,
Lasse Härtel und
Peter Nyhuis, Hannover*)*

Im Rahmen des Exzellenzclusters PhoenixD wird an der Leibniz Universität in Hannover die Produktion optischer Systeme erforscht, die sich derzeit noch durch komplexe, mehrstufige Prozesse und einen geringen Automatisierungsgrad auszeichnet. Ziel ist es, neuartige Technologien und Fertigungsprozesse zu entwickeln, die eine individualisierte, additive sowie adaptive Produktion optischer Systeme zu geringen Kosten ermöglichen. Neuartige Produktionsabläufe erfordern auch eine Neugestaltung und -bewertung bestehender Produktionssysteme. Neben einer hohen logistischen Leistungsfähigkeit muss dabei zukünftig zudem eine hohe Ressourceneffizienz im Fokus der Betrachtung stehen. **)

Einleitung und Motivation

Ziel des Exzellenzclusters PhoenixD ist es, das Design und die Herstellung von Präzisionsoptiken neu zu definieren. Zudem sollen neue Ansätze zum Produktionsmanagement und zur Fabrikplanung entwickelt werden, welche die Anforderungen neuer Fertigungsmethoden sowie kommende globale Megatrends, die sich auf die Produktionssysteme auswirken, berücksichtigen. Es ist ein systematischer und ganzheitlicher Ansatz für die Fertigung der nächsten Generation von optischen Systemen, die für eine Vielzahl von alltäglichen Anwendungsmöglichkeiten geeignet sind. Die Produktion komplexer optischer Systeme beruht heute häufig auf Handarbeit und mühevoller Justage. Durch disruptive Innovationen im Bereich der Produktionstechnik, hier sind insbesondere die Schlagworte Industrie 4.0 und additive Fertigung zu nennen, ergeben sich neue Möglichkeiten zur individualisierten Fertigung zu geringen Kosten. Dieses

Potenzial soll durch den Exzellenzcluster PhoenixD gehoben und ein Paradigmenwechsel in der Herstellung optischer Systeme erreicht werden.

Die im Rahmen des Clusters angestrebten Entwicklungen in der Fertigungstechnik führen zu einer grundlegenden Veränderung der Prozessabläufe in der Produktion optischer Systeme. Unternehmen müssen auf diese Veränderungen durch eine ideale Gestaltung, Planung und Steuerung ihrer Produktionssysteme und -netzwerke reagieren. Dabei ist zu erwarten, dass neben einer hohen Kosten- und Logistikeffizienz insbesondere ein verantwortungsbewusster Umgang mit den eingesetzten Ressourcen an Bedeutung gewinnt. Um frühzeitig die Auswirkungen zukünftiger technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen zu prognostizieren und diesen durch die Ableitung effektiver Maßnahmen begegnen zu können, ist die effiziente Gestaltung und eine dafür erforderliche anwendungsgerechte Bewertungsmethodik für das gesamte Produktionssystem notwendig. Daher wird am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) im Rahmen dieses Forschungsprojekts ein ganzheitlicher Ansatz entwickelt, diesen Herausforderungen zu begegnen und die angestrebten Entwicklungen hinsichtlich der Produktionsorganisation zu ermöglichen.

Ein Produktionssystem kann als ein soziotechnisches System bezeichnet werden, das Inputfaktoren in wertschöpfenden Prozessen zu Produkten transformiert. Grundlegend kann ein Produktionssystem vertikal in folgende Ebenen eingeteilt werden: Netzwerk, Werk, Fabrik, Bereich und Arbeitsstation [1]. Ziel ist es zunächst, ein Konzept zu entwickeln, das bei der Bewertung von Lieferketten, also das Netzwerk der organisatorischen Einheiten eines Produktionssystems, sowohl logistische Zielgrößen als auch ökologische Aspekte berücksichtigt. Die modellbasierte Methodik soll Aussagen über unternehmensinterne und -übergreifende Lieferkettenkonfigurationen erlauben. Eine Lieferkette (engl. „Supply Chain“) setzt sich gewöhnlich aus Produktions-, Montage- und zwischengeschalteten Lagerstufen zusammen [2]. Bei der modellbasierten Analyse soll auf die bekannten logistischen Modelle zurückgegriffen werden (vgl. [2]).

*) Hinweis

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen von den Mitgliedern des ZWF-Advisory Board wissenschaftlich begutachteten Fachaufsatz (Peer-Review).

**Danksagung

Dieses Forschungsprojekt wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder innerhalb des Exzellenzclusters PhoenixD (EXC 2122, Projekt-ID 390833453).

Herausforderungen in der Gestaltung von Produktionssystemen und -netzwerken

Die Globalisierung und die damit verbundene, wachsende Verflechtung von politischen und wirtschaftlichen Beziehungen führt zu einer Dezentralisierung der industriellen Produktion und fördert die Emergenz komplexer Produktionssysteme. Lieferketten sind zunehmend global. Die Gründe dafür finden sich vor allem in Kosteneinsparungspotenzialen, marktnaher Produktion zur Kapitalisierung der Auslandsnachfrage und der damit verbundenen Kompensation von fehlender Inlandsnachfrage, technologischen Treibern und Skalenvorteilen sowie politischen und makroökonomischen Anreizen [3].

Global agierende Unternehmen müssen einer Vielzahl von Anforderungen genügen, um sich im Wettbewerb zu behaupten. Aspekte wie die Kapazitätsabstimmung bei schwankenden Nachfragemengen [4], eine bedarfsgerechte Konfiguration der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) [5], die Wahl der optimalen Produkt-Standortallokation [6] oder die Wahl der Auftragsabwicklungsstrategie und Positionierung der Kundenauftragsentkopplungspunkte (KEP) [7] müssen bei der Gestaltung von Produktionssystemen und -netzwerken berücksichtigt werden. Um erfolgreich am Markt zu agieren, ist neben der Produktqualität und dem Preis die logistische Leistungsfähigkeit eines Unternehmens entscheidend. Diese wird speziell durch die Leistungsmerkmale Liefertreue und Lieferzeit aufgezeigt [2]. Jedoch gehen mit einer hohen Logistikleistung meist auch hohe Logistikkosten einher (z.B. bedarf eine hohe Liefertermintreue ausreichend hohe Lagerbestände entlang der Lieferkette).

Ferner fordert der Kunde vermehrt umweltbewusstes Handeln der Wirtschaft. Im Spannungsfeld globaler Entwicklungen wie Urbanisierung, Globalisierung und Ressourcenknappheit hat sich Nachhaltigkeit in der Produktion daher zu einer der wichtigsten, strategischen Zielgrößen von Unternehmen etabliert [8]. Hinsichtlich der Produktion ist insbesondere der effiziente Umgang mit den genutzten Ressourcen von Bedeutung (vgl. [9]). Jedoch zeigen sich auch hier Widersprüche zwischen den Kundenanforderungen. So können beispielsweise kurze Lieferzeiten durch eine kun-

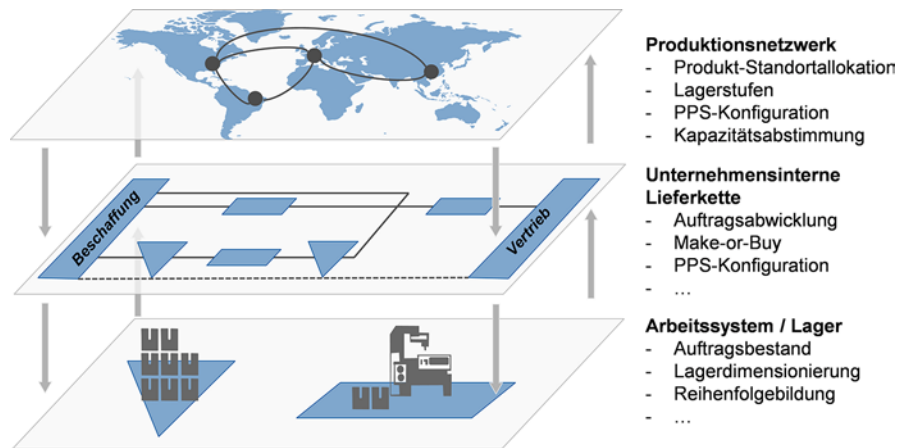


Bild 1. Betrachtungsebenen der Lieferkettenkonfiguration

dennahe Positionierung von Distributionszentren oder die Wahl des Transportmittels beeinflusst werden. Die Belieferung der Distributionszentren und die anschließende Auslieferung an die Kunden kann jedoch im Vergleich zu einer zentralen Distribution mit erheblich steigenden Transportaufwänden und zusätzlichen Lagerungsprozessen verbunden sein. Werden zur Reduktion der Lieferzeit Verkehrsmittel mit geringerer Transporteffizienz (z.B. Flugzeug, Express-Kurier) gewählt, steigen die CO₂-Emissionen. Diese kurzen, simplen Beispiele verdeutlichen die vorherrschende Komplexität, die es bei der Gestaltung von Produktionssystemen zu berücksichtigen gilt. Unternehmen stehen vor der Herausforderung die vielfältigen Wechselwirkungen und Spannungsfelder zwischen den einzelnen Zielgrößen bei der Planung und Steuerung ihrer logistischen Abläufe angemessen zu berücksichtigen.

Es mangelt bislang an praxisorientierten Ansätzen die Unternehmen bei der Produktionssystemgestaltung angemessen unterstützen. Indessen existieren vielfältige Modelle zur Gestaltung von Lieferketten (vgl. [10]). Der Begriff Modell wird heute zumeist als Abbildung eines Ausschnitts der Realität definiert. Mithilfe (mathematischer) Modelle wird versucht, informelle Probleme durch mathematische Objekte zu quantifizieren, um ein System, Effekt oder Phänomen zu analysieren [11]. Ziel dieses Vorhabens ist es, ein Konzept für eine einfach zu handhabende Bewertungsmethode zu ermitteln, die mit geringem Rechenaufwand präzise Aussagen zu relevanten Fragestellungen bezüglich der Lieferkettenkonfiguration ermöglicht.

Lösungsansatz

Um einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewertung der unternehmensinternen und -übergreifenden Lieferkettenkonfiguration zu entwickeln, muss eine Betrachtung auf mehreren Ebenen erfolgen (Bild 1).

Auf der Produktionsnetzwerkebene gilt es beispielsweise zu bewerten, an welchen Produktionsstandorten welche Produkte und Komponenten idealerweise gefertigt werden sollten. Neben den standortspezifischen Rahmenbedingungen, wie z.B. der verfügbaren Kapazität und der vorhandenen Technologie, sind die resultierenden Kosten, die erreichbare Logistikleistung hinsichtlich Lieferzeit und Liefertermintreue sowie strategische Faktoren wie die Markterschließung bei dieser Entscheidung zu berücksichtigen. Erfolgt die Produktion einzelner Produkte über mehrere Werke verteilt, sind zudem sinnvolle Entkopplungsstufen in Form von Lagern zu definieren, falls die geforderten Lieferzeiten dies erfordern oder die Versorgungssicherheit der Produktion aufgrund auftretender Prozessstörungen nicht anders gewährleistet werden kann. Die resultierenden Logistikkosten und die Logistikleistung eines Produktionsnetzwerks werden weiterhin durch die Konfiguration der standortübergreifenden PPS beeinflusst. So können beispielsweise Lieferzeiten und die Liefertermintreue positiv beeinflusst werden, wenn bei auftretenden Kapazitätsengpässen innerhalb des Produktionsnetzwerks flexibel auf Kapazitäten anderer Werke zurückgegriffen werden kann. Ein transparentes Bestandsmanagement auf Produktionsnetzwerkebene kann im Vergleich zu einer dezentra-

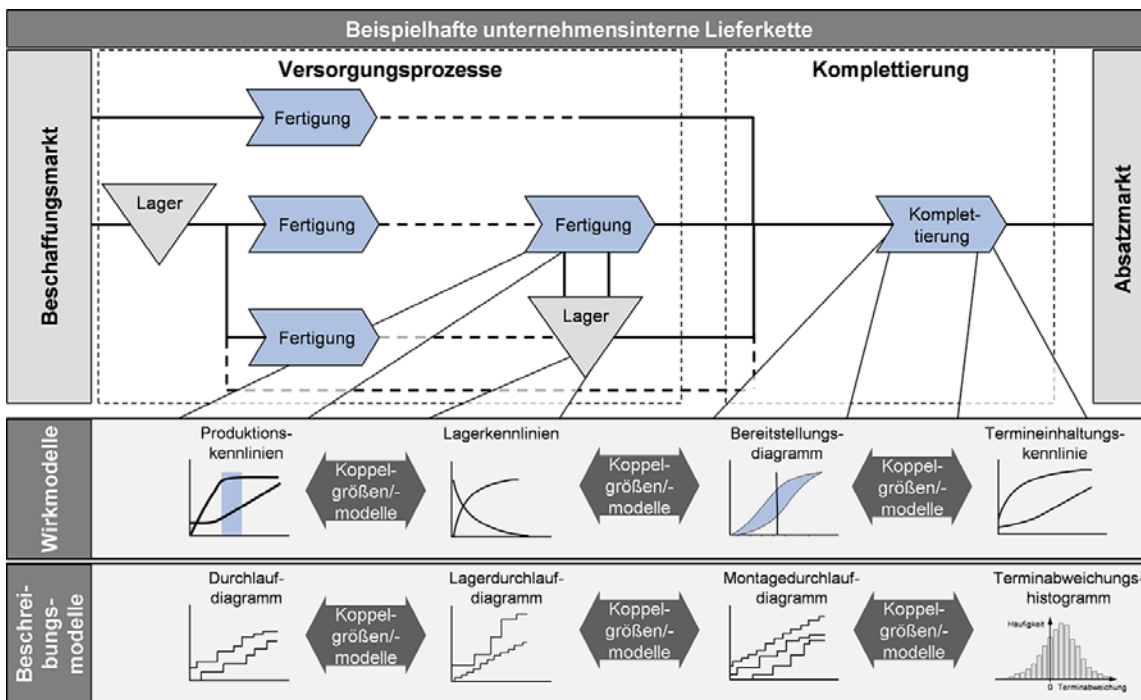


Bild 2. Logistische Modelle in der unternehmensinternen Lieferkette

len Bepflanzung einzelner Standorte zu einer deutlichen Reduktion der Bestands- und Beschaffungskosten führen. Die Gestaltung und Konfiguration des Produktionsnetzwerks hat darüber hinaus einen maßgeblichen Einfluss auf die realisierbare Ressourceneffizienz und die ökologische Nachhaltigkeit. So resultieren beispielsweise aus der Netzwerkgestaltung die Transportwege und -mittel und somit der CO₂-Fußabdruck des Gesamtnetzwerks. Weiterhin unterscheiden sich die einzelnen Standorte hinsichtlich der eingesetzten Technologien oder des bereitgestellten Energiemix, was bei einer ganzheitlichen Betrachtung ebenfalls zu berücksichtigen ist.

Auf einer zweiten Ebene sollen einzelne Standorte mit ihren unternehmensinternen Lieferketten einer Bewertung hinsichtlich logistischer und ökologischer Zielgrößen zugänglich gemacht werden. Neben der Produkt- und Produktionsstruktur (z.B. Fertigungsprinzipien und Produktionslayout) werden diese im Wesentlichen durch die vorliegenden Auftragsabwicklungsstrategien und die Konfiguration und Parametrierung der PPS beeinflusst. Fragestellungen, die auf dieser Ebene zu beantworten sind, sind somit beispielsweise die ideale Lage des KEP für einzelne Produktgruppen, benötigte Lieferzeitpuffer bzw. Sicherheitszeiten zur Erzielung einer hohen Liefertermineinhaltung oder die Auswahl geeigneter Beschaffungskonzepte. Auch hier

gilt es, mittels geeigneter Methoden und Werkzeuge die Auswirkungen unterschiedlicher Lieferkettenkonfigurationen zu bewerten, um die Auswirkungen von Prozessänderungen auf die Zielerreichung zu prognostizieren und frühzeitig geeignete Maßnahmen ableiten zu können. Die Ergebnisse der Bewertung können anschließend verdichtet und wiederum als Inputgrößen in die Bewertung auf Netzwerkebene zurückgespielt werden.

Wichtige Eingangsgrößen zur Bewertung der Zielgrößen der unternehmensinternen Lieferkette sind die Kosten- und Leistungsgrößen der einzelnen Lieferkettenelemente. Die Bewertung und Auslegung dieser Einzelelemente ist Gegenstand der dritten Bewertungsebene. Zu betrachtende Elemente sind im Wesentlichen Lager, Arbeitssysteme (Fertigungs- oder Montagestationen), Transportprozesse und Komplettierungspunkte. In einem Komplettierungspunkt konvergieren dabei verschiedene Versorgungsprozesse für einen einzelnen Auftrag, wie beispielsweise vor einem Montage- oder Versandprozess. In einem Lager definiert der Lagerbestand die resultierende Logistikleistung in Form des Servicegrads und die anfallenden Lager- und Lagerhaltungskosten. Die Leistung eines Arbeitssystems sowie die Durchlaufzeit sind abhängig von der Höhe des Auftragsbestands. Zudem sind auch hier die Auswirkungen der PPS-Konfiguration auf die

Zielerreichung zu berücksichtigen. So hat beispielsweise die Abarbeitungsreihenfolge der Produktionsaufträge einen maßgeblichen Einfluss auf die Streuung der Durchlaufzeit und damit auf die resultierende Termintreue. Können die Ausprägungen der Zielgrößen der einzelnen Lieferkettenelemente bei unterschiedlichen Konfigurationen quantifiziert werden, so können diese Informationen wiederum in die zweite Bewertungsebene rückgekoppelt werden. Im Gesamtergebnis wird somit eine durchgängige Bewertung ermöglicht, die es erlaubt, die Auswirkungen technologischer, prozessualer oder marktseitiger Veränderungen über alle Betrachtungsebenen zu bewerten.

Als Grundlage der Bewertung sollen bestehende logistische Modelle dienen, mit denen sich die grundlegenden logistischen Wirkbeziehungen für die zentralen Lieferkettenelemente quantitativ abbilden lassen (Bild 2). Durch Fokussierung auf die wesentlichen Einflussfaktoren und Zusammenhänge helfen Modelle dabei, auch bei hoher Systemkomplexität schnell und aufwandsarm Erkenntnisse über das Systemverhalten zu gewinnen. Sie unterstützen somit ideal bei einer schnellen und transparenten Entscheidungsfindung zur Ableitung effektiver Maßnahmen und können in der Praxis einen zentralen Beitrag zur logistischen Zielerreichung leisten [12]. Eine Kopplung der bestehenden Partialmodel-

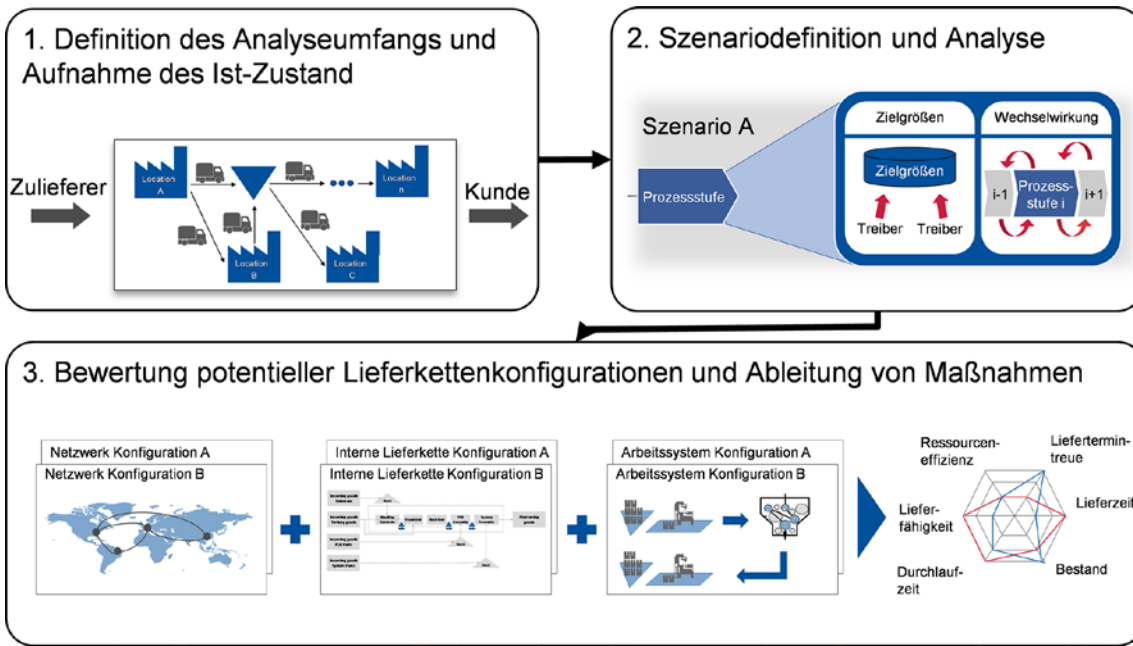


Bild 3. Konzept zur Produktionssystembewertung

le ermöglicht eine logistische Bewertung unterschiedlicher Lieferkettenstrukturen [13]. Eine wesentliche Hauptaufgabe besteht im Forschungsvorhaben zunächst darin, die Auswirkungen der angestrebten technologischen Veränderungen zur Fertigung optischer Systeme (z.B. additive Fertigung in Verbindung mit einem Reel-to-Reel-Prozess) auf die Produktionsorganisation zu identifizieren. Weiterhin fokussieren die bestehenden Modelle die Gestaltung unternehmensinterner Lieferketten, sodass im Rahmen des Forschungsvorhabens Modellweiterungen bzw. Konzepte zur Anwendung der Modelle auf Produktionsnetzwerkebene entwickelt werden müssen, um den Anforderungen einer global verteilten Produktion gerecht zu werden. Darüber hinaus sind Ansätze zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit zu entwickeln (vor allem Ressourceneffizienz). Die Entwicklung erfolgt dabei in enger Zusammenarbeit mit interessierten Industrieunternehmen. Durch die Modell- und Methodenentwicklung anhand praktischer Fragestellungen und realer Industriedaten soll die Anwendbarkeit des Bewertungsansatzes sichergestellt werden.

Angestrebtes Ergebnis und Vorgehen

Im Ergebnis soll ein Konzept zur ganzheitlichen Produktionssystembewertung vorliegen. Eine systematische Darstellung kann Bild 3 entnommen werden.

Im ersten Schritt ist es erforderlich, den Analyseumfang zu definieren und den Ist-Zustand der zu betrachtenden Ebenen und Prozesse aufzunehmen. Dazu gehören zum Beispiel die Produktions-, Lieferanten- und Distributionsstruktur. Im zweiten Schritt erfolgt die Definition von zu bewertenden Szenarien hinsichtlich der Lieferkettenkonfiguration. Die Lieferkettenkonfiguration lässt sich in zwei Bestandteile unterteilen: die generelle Lieferkettenstruktur bzw. -gestaltung und die Konfiguration der PPS inkl. Einstellung relevanter Parameter. Hinsichtlich der Lieferkettenstruktur gilt es, je nach betrachtetem Szenario festzulegen, welche Auftragsabwicklungsstrategie (Lage der KEP) verfolgt wird oder wie viele Lagerstufen eingerichtet werden. Im Rahmen der PPS-Konfiguration gilt es vor allem zu ermitteln, welche PPS-Verfahren geeignet sind (z.B. innerhalb der PPS-Aufgabe Eigenfertigungssteuerung: Auftragsfreigabe nach Termin oder belastungsorientierte Freigabe). In Bezug auf die Einstellung der Parameter gilt es Sicherheitszeiten festzulegen oder Bestände zu berechnen. Im Ergebnis sollen die definierten Szenarien hinsichtlich der logistischen und ökologischen Zielgrößen bewertet und somit die Auswahl von effektiven Maßnahmen unterstützt werden.

Zur Realisierung dieses Vorhabens ist es erforderlich die bestehenden logistischen Modelle zur Betrachtung des Produktionsnetzwerkes anzuwenden. Dafür ist eine Kopplung über die verschiede-

nen, vorgestellten Ebenen notwendig. Zu diesem Zweck sollen im Verlauf des Forschungsprojekts zunächst die Kernprozesselemente eines Produktionsnetzwerkes definiert und relevante Zielgrößen zur Gestaltung festgelegt werden. Durch Modellierung der Zielgrößen sollen Wechselwirkungen innerhalb des Netzwerkes verstanden werden. Dieses Verständnis soll auf die bestehenden Modelle und Konzepte zur Gestaltung der nachfolgenden Ebenen angewandt werden, um ein ganzheitliches Konzept zur Produktionssystembewertung zu entwickeln. Zudem gilt es, ein bedarfsgerechtes Portfolio an zu betrachtenden Szenarien und Maßnahmen innerhalb der Bewertungsmethodik festzulegen. Dabei kann zum Beispiel auf Vorarbeiten zur PPS zurückgegriffen werden, in denen Wirkzusammenhänge zwischen den PPS-Aufgaben und logistische Zielgrößen modelliert wurden [14]. Abschließend sollen die identifizierten Anforderungen der angestrebten technologischen Veränderungen zur Fertigung optischer Systeme im Rahmen von Szenarien zusammengefasst und mithilfe des erstellten Konzepts potentielle Auswirkungen sowie Maßnahmen ermittelt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Produktion komplexer optischer Systeme beruht heute häufig auf Handarbeit und mühevoller Justage. Ziel des Exzellenzclusters PhoenixD ist es, einen Pa-

radigmenwechsel in der Herstellung optischer Systeme einzuleiten und eine individualisierte Fertigung zu geringen Kosten zu ermöglichen. In diesem Rahmen soll ein Konzept zur ganzheitlichen Bewertung von Produktionssystemen unter Berücksichtigung von logistischen und ökologischen Zielgrößen entwickelt werden. So kann sichergestellt werden, dass die notwendigen Werkzeuge vorhanden sind, um Unternehmen eine frühzeitige Anpassung ihrer Produktionssysteme an die neuen Prozessabläufe zu ermöglichen und die angestrebten Entwicklungen des Clusters zu realisieren. Darüber hinaus kann es schon jetzt für bestehende Lieferketten angewendet werden und ist nicht auf die Fertigung optischer Systeme beschränkt. In Kooperation mit interessierten Partnern besteht die Möglichkeit zur Identifikation weiterer relevanter Fragestellungen, die es im Rahmen von PhoenixD zu betrachten gilt. Derzeit sind u.a. Themen wie urbane Fabrikplanung sowie die Qualifizierung und Kompetenzentwicklung der Mitarbeiter auf dem Shop Floor vorgesehen.

Literatur

1. Nyhuis, P.; Deuse, J.; Rehwald, J.: Wandlungsfähige Produktion – Heute für morgen gestalten. PZH Verlag, Garbsen 2013
2. Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien. Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, Heidelberg 2012, S.1–13, S. 275–282
DOI: 10.1007/978-3-540-92839-3_9
3. Kouvelis, P.; Su, P.: The Structure of Global Supply Chains: The Design and Location of Sourcing, Production, and Distribution Facility Networks for Global Markets. *Foundation and Trends in Technology, Information and Operations Management* 1 (2005) 4, S. 233–374
DOI: 10.1561/02000000003
4. Quirico, M.; Winkens, M.: Optimale Gestaltung von Produktionssystemen bei schwankender Nachfrage. *ZWF* 111 (2016) 4, S. 204–207
DOI: 10.3139/104.111492
5. Wiendahl, H.-H.: Stolpersteine der PPS – Ein sozio-technischer Ansatz für das industrielle Auftragsmanagement. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2008
6. Katayama, N., Yurimoto, S.; Yun, S.: A Product-to-Plant Allocation Problem in Logistics Network Design. In: Proceedings of the 19th International Conference on Production Research, 2013
7. Olhager, J.: Strategic Positioning of the Order Penetration Point. *International Journal of Production Economics* 85 (2003) 3, S. 319–329
DOI: 10.1016/S0925-5273(03)00119-1
8. Westkämpfer, E.; Löffler, C.: Strategien der Produktion – Technologien, Konzepte und Wege in die Praxis. Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, Heidelberg 2016, S. 202–228
9. Kuznetsov, A.; Koriath, H.-J.; Kalyashina, A.; Langer, T.: Equivalence Assessment Method for the Resource Efficiency of Equipment, Technologies and Production Systems. *Procedia Manufacturing* 21 (2018), S. 525–532
DOI: 10.1016/j.promfg.2018.02.153
10. Meixell, M.; Gargeya, V.: Global Supply Chain Design: A Literature Review and Critique. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 41 (2005) 6, S. 531–550
DOI: 10.1016/j.tre.2005.06.003
11. Bungartz, H.-J.; Zimmer, S.; Buchholz, M.; Pflüger, D.: Modellbildung und Simulation – Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2013, S. 1–15
DOI: 10.1007/978-3-642-37656-6
12. Nyhuis, P.; von Cieminski, G.; Fischer, A.; Feldmann, K.: Applying Simulation and Analytical Models for Logistic Performance Prediction. *CIRP Annals* 54 (2005) 1, S. 417–422
DOI: 10.1016/S0007-8506(07)60135-8
13. Bussemer, F.; Hübner, M.; Herberger, D.; Nyhuis, P.: Bewertung der Logistikkosten und -leistung von Fabrikstrukturvarianten. *ZWF* 112 (2017) 9, S. 544–550
DOI: 10.3139/104.111767
14. Schmidt, M.; Schäfers, P.: The Hanoverian Supply Chain Model: Modelling the Impact of Production Planning and Control on a Supply Chain's Logistic Objectives. *Production Engineering: Research and Development* 11 (2017) 4–5, S. 487–493
DOI: 10.1007/s11740-017-0740-9

Die Autoren des Beitrags

Tobias Hiller, M.Sc., geb. 1990, studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (B.Sc.) sowie Unternehmensführung an der Georg-August-Universität Göttingen (M.Sc.) und arbeitet seit 2019 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe Produktionsmanagement am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover.
Lasse Härtel, M.Sc., geb. 1988, studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der RWTH Aachen und arbeitet seit 2016 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe Produktionsmanagement am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover.
Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis, geb. 1957, studierte Maschinenbau an der Leibniz Universität Hannover und arbeitete im Anschluss als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover. Nach seiner Promotion zum Dr.-Ing. wurde er habilitiert, bevor er als Führungskraft im Bereich Supply Chain Management in der Elektronik- und Maschinenbaubranche tätig war. Seit 2003 leitet er das IFA.

Summary

Design of Efficient Production Systems – Facing Future Developments and Challenges in the Production of Optical Systems. Within the PhoenixD Cluster of Excellence, the production of optical systems is being researched at the Leibniz University Hanover. Currently, the manufacturing of optical systems can be characterized by complex, multi-stage processes and a low degree of automation. The goal is therefore the development of novel technologies and manufacturing processes that enable an individualized, additive and adaptive production of optical systems at minimal costs. Novel production processes also require a redesign and reassessment of existing production systems. In addition to a high logistic performance, a high resource efficiency needs to be the focus of attention in the future.

Bibliography

DOI 10.3139/104.112223
ZWF 114 (2019) 12; page 802–806
© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG
ISSN 0947-0085