

# **Vorgehensmodell zur unternehmensspezifischen Ausgestaltung Ganzheitlicher Produktionssysteme für industrielle Betriebe**

Frank Krummheuer  
Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Fabrikorganisation,  
Leonhard-Euler-Straße 5, 44227 Dortmund

## **Abstract**

In der industriellen Produktion vollziehen sich tiefgreifende Wandlungsprozesse. Die Wandlungsgeschwindigkeit der Unternehmen mit ihren Strukturen wird beispielsweise durch steigende Konkurrenz, zunehmender Globalisierung der Wirtschaft oder steigendes Umweltbewusstsein sowie Konjunkturschwankungen bestimmt. Unternehmen mit variantenreicher Serienfertigung sind davon ebenso betroffen wie kleine und mittlere Unternehmen mit vorwiegend Einzel-, Klein- und Mittelserienproduktion. Die Wandlungsprozesse spiegeln sich in veränderten Wertschöpfungsprozessen und damit einhergehend in den Produktions-, Fabrik- und Kooperationsstrukturen wieder. Damit die Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen bestehen bleibt, ist es wichtig die Strukturen eines Unternehmens den sich ändernden Bedingungen anzupassen. Im Bereich der Massen- und Serienproduktion haben sich bei der Gestaltung der Fabrikstrukturen unter anderem Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS) bewährt, die auf dem Prinzip der konsequenten Vermeidung von Verschwendung beruhen. Dazu werden verschiedene Methoden und Instrumente benutzt – welche größtenteils aus dem Bereich des Lean- Managements bekannt sind – und in einem System organisiert und aufeinander abgestimmt. Damit ein solches Produktionssystem individuell an die Gegebenheiten eines Betriebes angepasst werden kann, ist es zweckmäßig ein Vorgehensmodell zu erarbeiten, anhand dessen systematisch Handlungsempfehlungen zur Ausgestaltung eines GPS erarbeitet werden.

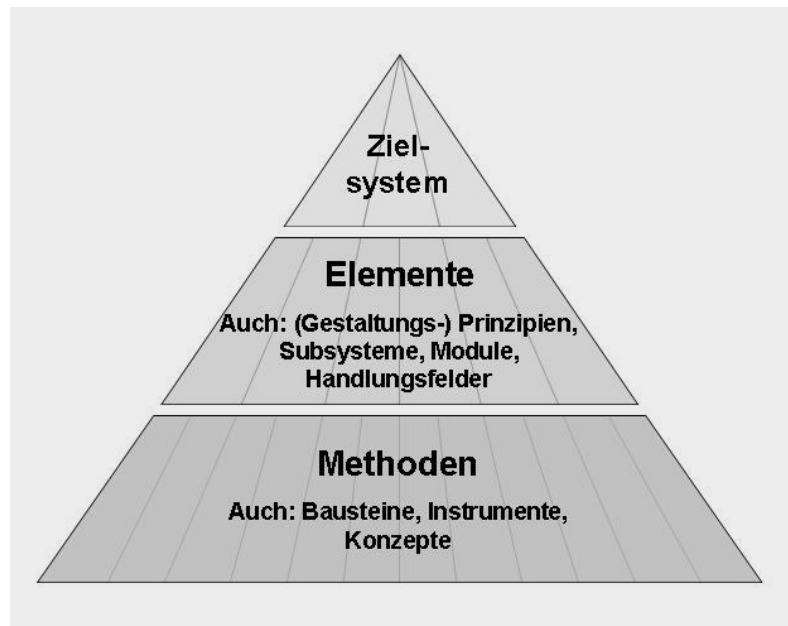
## *Schlüsselwörter*

Ganzheitliche Produktionssysteme, Lean-Management, Produktionsmanagement

## **1 Einführung**

Ganzheitliche Produktionssysteme bauen auf dem Prinzip des „Lean- Gedankens“ auf und finden ihren Ursprung bei dem japanischen Automobilhersteller Toyota. Der Aufbau von GPS orientiert sich anhand der hierarchischen Struktur des Produktionsmanagements und ist daher in drei Ebenen untergliedert [1-16]. Diese drei Ebenen sind zum Einen das Zielsystem in dem die Ziele, die Leitgedanken und sowie die strategische Ausrichtung festgelegt sind. Daraus lassen sich die Elemente – die zweite Ebene – mit den Leitlinien zur Gestaltung ableiten. Mit Hilfe der Methoden – der dritten Ebene – werden schließlich die Elemente umgesetzt und realisiert. Der Erfolg eines GPS hängt jedoch von der spezifischen Ausgestaltung ab. Das

Produktionssystem sollte an die individuellen Rahmenbedingungen des Unternehmens, in dem es implementiert wird, angepasst werden.



**Abbildung 2: Hierarchischer Aufbau eines GPS [17]**

Um eine individuelle Anpassung und Ausgestaltung des GPS zu ermöglichen, ist es notwendig den Betrieb, in dem das GPS implementiert wird, zu charakterisieren. Es ist sinnvoll Merkmale zu bestimmen, welche die individuellen Gegebenheiten hervorheben, um somit Informationen für die Auswahl von Methoden zur Verfügung zu stellen. Eine Typologisierung der Auftragsabwicklung anhand von charakteristischen Merkmalen bietet das betriebstypologische Grundmuster nach SCHOMBURG [18]. Mit diesem morphologischen Schema lassen sich Unternehmen individuell charakterisieren. Dieses Grundmuster ist darüber hinaus auch durch weitere Merkmale erweiterbar, was eine detailliertere Charakterisierung des Betriebes ermöglicht.

Ein Vorgehensmodell bietet die Möglichkeit, durch einfache Handhabung aufgrund eines strukturierten Ablaufs, systematisch unternehmensspezifische Lösungsansätze zur Implementierung eines GPS zu erarbeiten. Die Handlungsempfehlungen sollen als Hilfe dienen, um zu entscheiden, welche Methoden als Bestandteil des Produktionssystems für ein Unternehmen zu wählen sind. Mittels der relevanten Methoden können somit wiederum Rückschlüsse auf die Elemente zur Ausgestaltung der Ganzheitlichen Produktionssysteme gezogen werden.

## 2 Idee einer Bewertungssystematik

Da die Gestaltung der Produktionssysteme von den Randbedingungen abhängig ist, sollte dem zur Folge jedes Unternehmen ein individuelles Produktionssystem, welches auf die vorliegenden Gegebenheiten abgestimmt ist, realisieren. Zwar kann es möglich und auch zweckmäßig sein, von Unternehmen eines ähnlichen Typs zu lernen, jedoch ist es

unabdingbar, eine unternehmensspezifische Anpassung und Ausgestaltung vorzunehmen [19]. Denn verschiedenartige Produkte, Marktanforderungen, Technologien und Unternehmenskulturen bedürfen unterschiedlicher Gestaltungsstrategien und bewirken somit Unterschiede in der Auswahl und Anpassung der Gestaltungsbausteine, also den Prinzipien und Methoden. Diesen Weg haben die meisten deutschen Automobilhersteller eingeschlagen, indem sie das Toyota Produktionssystem an ihre jeweiligen Verhältnisse angepasst haben. Um bereits in der Industrie gebräuchliche Methoden anwenden zu können, stellt sich die Frage, wie eine sinnvolle Auswahl der Methoden getroffen werden kann.

Eine Idee ist es, das Prinzip des Quality Function Deployment in Form des House of Quality auf die gegebene Problematik zu adaptieren. Bei dem House of Quality werden systematisch anhand eines grafischen Schemas Kundenanforderungen in technische Merkmale umgesetzt. Außerdem wird eine Rangfolge erstellt, welche technischen Merkmale einen hohen Nutzen für die Umsetzung der Kundenwünsche aufweisen [20]. Anstelle dieses Zieles, soll bei diesem Vorgehensmodell eine Rangfolge der Methoden erstellt werden, die nach dem Beitrag der jeweiligen Methode für die Ausgestaltung eines unternehmensspezifischen GPS geordnet ist. Dazu sind die Methoden, die für ein Unternehmen infrage kommen zu untersuchen und zu bewerten. Dies soll auch den Aufwand beinhalten, der mit der Implementierung der jeweiligen Methoden einhergeht, um diesen in der Rangfolge berücksichtigt zu können. Damit eine standardisierte und strukturierte Vorgehensweise ermöglicht wird, soll zu diesem Zweck das grafische Schema des House of Quality genutzt und an die Problemstellung angepasst werden.

### **3 Vorbereitende Maßnahmen zur Durchführung des Vorgehensmodells**

Um ein individuelles GPS zu entwickeln, ist es notwendig vorab die GPS- Grundlagen zu erarbeiten. Denn darauf aufbauend kann erst mit einer sinnvollen Planung der Implementierung eines GPS begonnen werden. Dazu sollte zunächst das Zielsystem umfassend betrachtet werden, da sich darin in der Regel Rahmenbedingungen eines Betriebes widerspiegeln. Erst danach sollte mit detaillierten Überlegungen bezüglich der Ausgestaltung des GPS mittels der Gestaltungselemente und der Implementierung von Methoden begonnen werden. Um eine genaue Gegenüberstellung und Bewertung der Methoden durchführen zu können, ist es notwendig die Funktionsweise der Methoden zu verstehen. Dies ist auch notwendig, um den Aufwand bei einer möglichen Implementierung der Methode beurteilen zu können.

Neben den GPS- Grundlagen ist die Charakterisierung des Unternehmens ein wichtiger Faktor. Denn es gilt ein unternehmensindividuelles Produktionssystem zu entwickeln, welches an die speziellen Gegebenheiten angepasst werden soll. Aus diesem Grund, sollten zur Durchführung der Bewertungssystematik umfassende Kenntnisse über den Betrieb, insbesondere aus der Auftragsabwicklung, vorhanden sein.

## 4 Durchführung der Bewertungssystematik

Ziel bei der Entwicklung der Bewertungssystematik war es, eine strukturierte Vorgehensweise zu ermöglichen. Aus diesem Grund wurde ähnlich wie beim House of Quality eine grafische Vorlage erstellt, anhand derer die einzelnen Schritte bearbeitet werden können. Die Vorgehensweise kann in zwölf einzelne Schritte unterteilt werden, die in unterschiedlichen Teams bearbeitet werden können. Jedoch ist die Reihenfolge zu beachten, da die Ergebnisse die in einem Schritt erzielt werden, die Grundlage für Folgeschritte darstellen können. Die einzelnen Schritte mit deren Inhalt sind:

### 1. Ausarbeiten der gestalterischen Elemente für ein GPS

Die gestalterischen Elemente eines GPS ergeben sich aus den im Zielsystem formulierten Teilzielen. Dabei ist es das oberste produktionsrelevante Ziel kundenorientiert und wirtschaftlich zu produzieren. Das bedeutet, dass die gesamte Wertschöpfung am Kundennutzen ausgerichtet werden muss und die Erfolgsfaktoren Qualität, Zeit und Kosten zu erfüllen sind [21]. Während die Ziele verschiedener Unternehmen in vielen Fällen die gleichen Bestrebungen haben, kann mit Hilfe der Elemente das GPS individuell und unternehmensspezifisch ausgestaltet werden. Diese Ebene umfasst in der Regel fünf bis zehn Elemente, welche die vielfältigen GPS- Bestandteile bündeln und inhaltlichen Themen- bzw. Handlungsfeldern zuordnen und somit einen erheblichen Beitrag zur Ausgestaltung des GPS liefern [22]. Das heißt, dass bereits in diesem Schritt eine erste Abstimmung bezüglich den individuellen Gegebenheiten des Unternehmens erfolgen kann.

### 2. Ableiten der Methoden zur Ausgestaltung eines GPS

Aus den Gestaltungsprinzipien lassen sich Methoden ableiten. Mit Hilfe der Methoden werden die Prinzipien realisiert [23]. Wenn möglich, ist es sinnvoll Methoden auszuwählen, die sich bereits in der Praxis bewährt haben. Darüber hinaus, ist es jedoch auch zweckmäßig, die Methodenliste zu erweitern, um eine umfangreiche Betrachtung zu ermöglichen. Die Methoden, die in diesem Schritt ausgewählt werden, sind diejenigen, die auch in der Bewertungssystematik betrachtet werden. Zur Vereinfachung der weiteren Vorgehensweise ist es hilfreich die ausgewählten Methoden anhand der Prinzipien zu kategorisieren. Dabei ist es ratsam, diesen Schritt sehr ausführlich und in einem „Expertenteam“ durchzuführen, um einen umfassenden Überblick über die Methodenvielfalt von GPS zu erlangen und um in der weiteren Vorgehensweise ausführliche Informationen über die Methoden zu haben. Jedoch ist zu bedenken, dass der Aufwand der Durchführung mit zunehmender Methodenanzahl steigt. Denn in einem weiteren Schritt ist der Aufwand jeder Methode abzuschätzen, wobei es dann sinnvoll ist bereits diese Information gesammelt zu haben.

### 3. Charakterisierung des Unternehmens anhand von Merkmalen

Dem Durchführungsschritt der Charakterisierung des Unternehmens kommt eine entscheidende Rolle zu. Dieser Schritt bildet die Grundlage für eine individuelle Betrachtung

und somit auch Ausgestaltung des GPS. In einem interdisziplinären Team sollte das Unternehmen anhand von Merkmalen charakterisiert werden. Diese Merkmale werden dann im nächsten Schritt den Methoden gegenübergestellt. Zur Auswahl der Merkmale bietet das betriebstypologische Grundmuster nach Schomburg eine Möglichkeit [18]. Zudem werden dabei unterschiedliche Merkmalsausprägungen angegeben, die für jedes Unternehmen eigens ausgewählt werden können. Diese vorgegebenen Merkmale können beliebig erweitert werden, was eine genauere Charakterisierung des Betriebes zur Folge hat.

#### **4. Gegenüberstellung der Methoden und Unternehmensmerkmale und Bewertung der Korrelationen**

Anhand der in Schritt 2 herausgestellten Methoden und den in Schritt 3 erarbeiteten charakteristischen Merkmale kann nun eine Gegenüberstellung dieser Punkte in einer Schnittstellenmatrix erfolgen. Ziel dieser Gegenüberstellung ist die Ermittlung von Korrelationen. Das heißt, es soll überprüft werden, in welchem Maße die Methoden für die einzelnen Merkmale des Unternehmens eine Unterstützung darstellen. Dabei wird davon ausgegangen, dass Methoden auch einen negativen Einfluss in Bezug zu einem Unternehmensmerkmal ausüben können. Eine Methode mit einem solchen Einfluss würde kontraproduktive Auswirkungen haben und einem effizienten Einsatz entgegenwirken.

Innerhalb der Korrelationsmatrix müssen dann sämtliche Methoden den Unternehmensmerkmalen gegenübergestellt werden und eine Aussage über das Ausmaß an Unterstützung getroffen werden. Dazu können die Zahlenwerte 1, 3 und 9 verwendet werden, die je nach Stärke der Korrelation zu wählen sind. Je größer dabei die Korrelation ist, desto höher ist die jeweilige Zahl zu wählen. Bei einem negativen Einfluss wird ebenso nach der Stärke ein Zahlenwert gewählt und mit einem negativen Vorzeichen versehen. Ist kein Einfluss vorhanden, ist der Wert Null zu wählen.

#### **5. Berechnung des summarischen Nutzens**

Als erster Schritt des mathematischen Berechnungsschemas kann die Berechnung des summarischen Nutzens angesehen werden. Dabei werden für jede Methode die Werte der Korrelationen aufsummiert. Somit entsteht für jede Methode ein Wert. Allgemein kann gesagt werden, dass je höher dieser Wert ist, desto höher auch der Nutzen dieser Methode für ein GPS in dem Unternehmen ist. Sollte bei einer Methode ein negativer Wert auftreten, ist es zweckmäßig diese Methode in der weiteren Vorgehensweise nicht weiter zu berücksichtigen.

#### **6. Berechnung des prozentualen Nutzens**

Um die Handhabung mit den Zahlen zu vereinfachen und die Übersichtlichkeit zu erhöhen wird in diesem Schritt der summarische Nutzen in den prozentualen Nutzen umgerechnet. Dabei wird der Wert des summarischen Nutzens einer Methode prozentual bezogen auf die Methode mit dem maximalen Wert umgerechnet.

#### **7. Vergleich der Methoden untereinander**

Auch die Methoden von Ganzheitlichen Produktionssystemen können untereinander korrelieren, also Abhängigkeiten aufweisen. Es ist sinnvoll, diese Abhängigkeiten ebenfalls zu erfassen und in die Bewertung mit einfließen zu lassen. Durch eine Betrachtung können durchaus Konflikte zwischen den Methoden identifiziert werden, die möglicherweise bei der Implementierung oder der Durchführung auftreten würden. Andererseits können ebenso positive Abhängigkeiten auftreten. Das heißt, dass die Implementierung und die Anwendung einer Methode durch eine weitere Methode begünstigt oder gar erst ermöglicht werden kann. Diese Abhängigkeiten sollten im Rahmen des Vorgehensmodells grafisch dargestellt und in den Ergebnissen der Bewertungssystematik berücksichtigt werden.

### **8. Bewertung des Aufwandes der Methoden**

Ein entscheidendes Kriterium für die Implementierung von Methoden in einem GPS ist der Aufwand, der mit der Implementierung und dem Durchführen der Methoden einhergeht. Denn es kann zweckmäßig sein, Methoden eher zu berücksichtigen falls ihr Nutzen nicht allzu groß, ihr Aufwand jedoch sehr gering ist.

Die Bewertung des Aufwandes sollte zudem integrativ durchgeführt werden. Das heißt, dass durch die Kombination oder Verknüpfung von Methoden Synergieeffekte auftreten und genutzt werden können. Zum Beispiel könnte der Aufwand für die Implementierung und Anwendung einer Methode geringer ausfallen, wenn eine weitere Methode zugleich eingeführt wird. Bei der Bewertung gilt es also dies zu beachten. Damit dieser Schritt in das Berechnungsschema eingegliedert werden kann, ist auch der Aufwand zu quantifizieren. Dazu sind je nach geringem, mittlerem oder großem Aufwand die Zahlenwerte 1, 3 und 9 zu verwenden.

### **9. Berechnung des Nutzens bezogen auf den Aufwand**

In diesem Schritt wird der zuvor bestimmte Aufwand in das Berechnungsschema aufgenommen. Zu diesem Zweck ist es notwendig, den Kehrwert aus dem Wert der für den Aufwand steht, zu bilden. Dieser Kehrwert wird anschließend mit dem Wert des prozentualen Nutzens multipliziert.

### **10. Erstellen einer Rangfolge**

Nachdem der Nutzen der Methoden mit dem Aufwand, den die Methoden bei der Implementierung und Anwendung mit sich bringen, bereinigt wurde, ist für jede Methode ein Zahlenwert vorhanden. Diesem Zahlenwert wohnt die Eigenschaft inne, dass je höher dieser Wert ist, die Methode welcher der Wert zugeordnet ist, eine höhere Relevanz für ein individuelles GPS besitzt. Dem zur Folge kann mittels der Werte eine Rangfolge der Methoden erstellt werden.

### **11. Ableiten von Handlungsempfehlungen**

Durch die Berechnungen und Auswertungen der Korrelationen zwischen den Methoden und den Unternehmensmerkmalen, sowie durch die Betrachtung des Aufwandes, sind Ergebnisse

erzielt worden, die es an dieser Stelle zu interpretieren gilt. Anhand der Rangfolge ist erkennbar, welche Methoden für ein GPS von Bedeutung sein können. Anhand der Methoden lassen sich auch außerdem Rückschlüsse auf die Ausgestaltung der Prinzipien ziehen. Dabei ist erkennbar, welche Prinzipien einen besonderen Wert bei der Implementierung eines GPS aufweisen.

Als Hilfe zur Durchführung kann eine grafische Vorlage verwendet werden, in der die Ergebnisse der einzelnen Schritte dokumentiert werden können. Diese Vorlage ähnelt dem House of Quality und lässt eine einfache und strukturierte Vorgehensweise zu. Abbildung 1 zeigt eine solche Vorlage und veranschaulicht zudem, an welcher Stelle der jeweilige Schritt durchzuführen bzw. einzutragen ist.

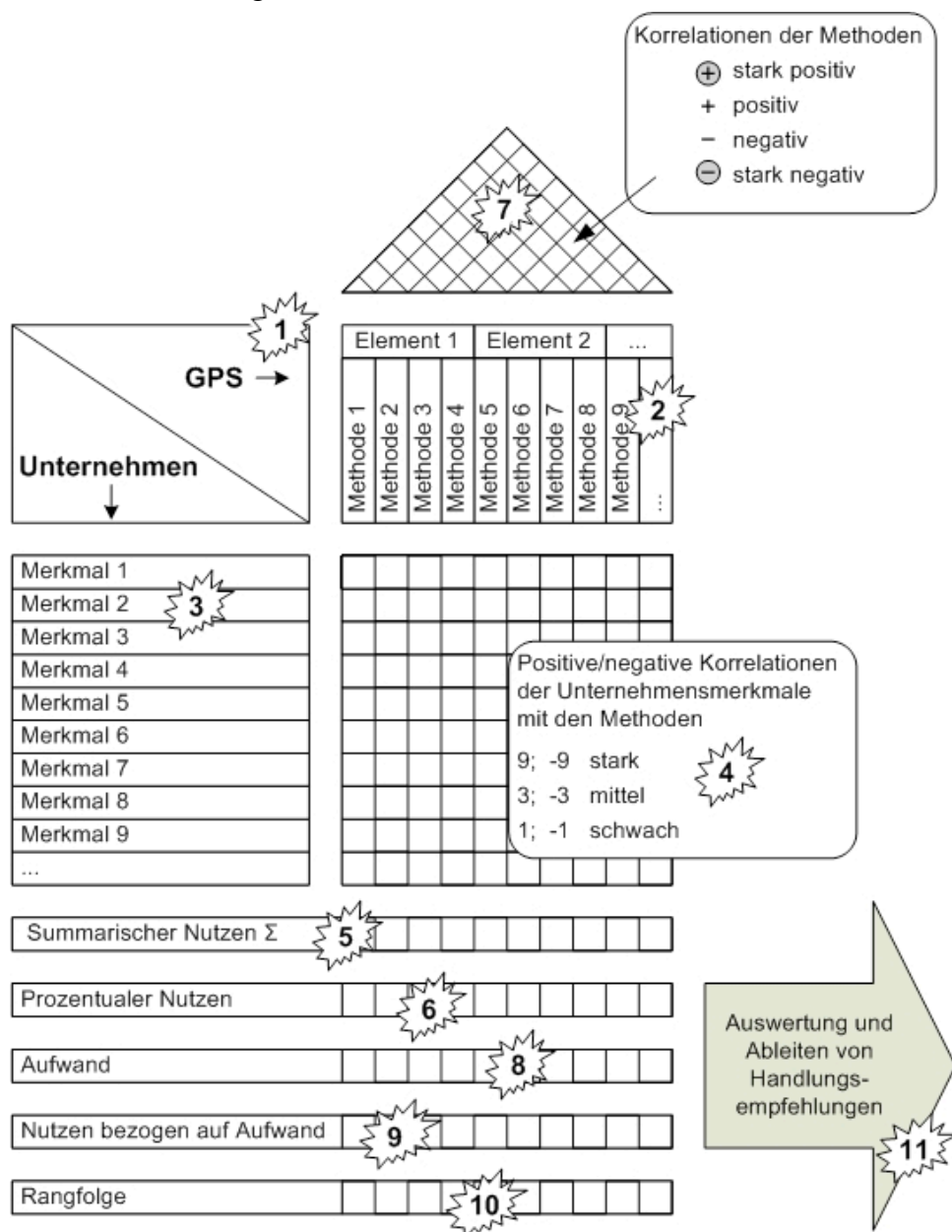


Abbildung 2: Grafische Vorlage zur Durchführung der Bewertungssystematik

Mit den erarbeiteten Handlungsempfehlungen ist ein hilfreicher Schritt bei der Planung der Implementierung eines GPS vollzogen worden. Mit dieser Hilfe kann eine erste Auswahl der Methoden und Gestaltungsprinzipien erfolgen. Außerdem ist es möglich bereits bestehende und in Unternehmen eingesetzte Methoden abzuwandeln und auf die eigenen Gegebenheiten anzupassen. Somit ist es möglich weitere Gestaltungsmöglichkeiten für ein GPS in Betracht zu ziehen.

## 5 Fazit und Ausblick

Dieses Vorgehensmodell bietet ein standardisierbares Werkzeug mit einem vorgegebenen Ablauf zur Ausgestaltung von GPS. Mit dieser Methodik können Ganzheitliche Produktionssysteme erarbeitet werden, die an den unternehmensspezifischen Gegebenheiten ausgerichtet sind. Aufgrund der Ausarbeitung der individuellen Unternehmensmerkmale wird die Anwendung bei industriellen Betrieben sämtlicher Branchen ermöglicht. Es ist jedoch zu bemerken, dass das Vorgehensmodell nur einen Teil bei der Implementierung eines GPS darstellt. Bei diesem Schritt werden auch lediglich Handlungsempfehlungen erarbeitet, die bei der Implementierung eine Hilfe darstellen können. Darüber hinaus ist außerdem der Faktor der Subjektivität bei der Anwendung anzumerken. Diesem kann zwar durch eine Durchführung in einem interdisziplinären entgegengewirkt werden, jedoch ist es nicht möglich diesen vollends auszuschließen. Auch die Entwicklungen im Zuge intelligenter und vernetzter Produktionssysteme, wie in [24-29] dargelegt, kann einen Einfluss auf die Ausgestaltung haben.

## 6 Literatur

- [1] Baumgärtner, G.: Reifegradorientierte Gestaltung von Produktionssystemen., TCW, Transfer-Centrum, München, 2006.
- [2] Keßler, S.; Stausberg, J.; Uygun, Y. 2007. „Ganzheitliche Produktionssysteme entlang der Wertschöpfungskette“. In: PPS-Management, 1/2007, pp. 58-60.
- [3] Uygun, Y., Keßler, S., Stausberg, J. R. 2009. “Verbreitung Ganzheitlicher Produktionssysteme Erkenntnisse aus einer deutschlandweiten Studie.” In: Werkstattstechnik online, 3/2009, pp. 136-140.
- [4] Uygun, Y., Keßler, S., Droste, M. 2010. “Ganzheitliche Produktionssysteme bei Logistikdienstleistern - Eine empirische Analyse.” In: Industrie Management 01/2010, pp. 45-48.
- [5] Kortmann, C. & Uygun, Y. 2007. “Ablauforganisatorische Gestaltung der Implementierung von Ganzheitlichen Produktionssystemen.” In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 10/2007, pp. 635-639.
- [6] Uygun, Y. & Straub, N. 2011. “Human-centred Model for Application of Lean Production in Networks”. In: H. ElMaraghy (Ed.): Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability. Springer: New York, pp. 660-665.



- [7] Uygun, Y. & Wagner, S. U. 2011. "Guidelines for Human-based Implementation of Lean Production". In: N. Duffie (Ed.): Proceedings of 44th CIRP International Conference on Manufacturing Systems - New Worlds of Manufacturing. Omnipress: Madison, Wisconsin.
- [8] Uygun, Y.; Hasselmann, V.-R.; Piastowski, H. 2011. "Diagnose und Optimierung der Produktion auf Basis Ganzheitlicher Produktionssysteme." In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 1-2/2011, pp. 55-58.
- [9] Uygun, Y. & Straub, N. 2013. "Supply Chain Integration by Human-centred Alignment of Lean Production Systems." In: H.-J. Kreowski, B. Scholz-Reiter, K.-D. Thoben (Eds.): Lecture Notes in Logistics. Springer: Berlin, pp. 93-112.
- [10] Droste, M.; Kessler, S.; Uygun, Y. 2008. „Ganzheitliche Produktionssysteme für Logistikdienstleister“. In: ZWF Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 9/2008, pp. 594 – 597.
- [11] Uygun, Y. 2013. "Entwicklung eines Diagnosesystems für Ganzheitliche Produktionssysteme". Shaker Publishing: Aachen.
- [12] Uygun, Y.; Ringeln, M.; Straub, N. 2015. "Das Pull-Prinzip". In: U. Dombrowski (Ed.): Ganzheitliche Produktionssysteme. Springer: Berlin, pp. 110-128.
- [13] Keßler, S. & Uygun, Y. 2007. „Ganzheitliche Produktionssysteme. Systematische Entscheidungsunterstützung beim Implementieren.“ In: Industrie Management, 3/2007, pp. 63-66
- [14] Uygun, Y. & Straub, N. 2013. „Supply Chain Integration by Human-Centred Alignment of Lean Production Systems“. In: Kreowski HJ., Scholz-Reiter B., Thoben KD. (eds): Dynamics in Logistics. Lecture Notes in Logistics. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 93-112.
- [15] Uygun, Y. 2011. GPS-Diagnose - Diagnose und Optimierung der Produktion auf Basis Ganzheitlicher Produktionssysteme. Abschlussbericht zum AiF-Forschungsvorhaben 16269. Dortmund
- [16] Uygun, Y. 2017. „Systematic Support for Continuous Optimization of Lean-Based Manufacturing Systems“. <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-18153>, 2016
- [17] Kämpf, R.: Ganzheitliche Produktionssysteme. In: Gienke, H., Kämpf, R. & Aldinger, L. (Hrsg.): Handbuch Produktion. Hanser Verlag, München, 2007, S.227-241.
- [18] Schomburg, E.: Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau, Dissertation, Technische Hochschule Aachen, o.V., Aachen 1980.
- [19] Spath, D.: Ganzheitlich produzieren, LOG X Verlag, Stuttgart, 2003.
- [20] Linß, G.: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl, München [u.a.], 2005.
- [21] Bullinger, H.: Handbuch Unternehmensorganisation. Springer Verlag, Berlin [u.a.], 2009.
- [22] Winnes, R.: Die Einführung industrieller Produktionssysteme als Herausforderung für Organisation und Führung. Seminarreihe 2002. Karlsruhe: Technische Hochschule.
- [23] Heinz, K. / Eichmann, S.: Ganzheitliche Servicesysteme – Anwendung und Nutzen von Prinzipien ganzheitlicher Produktionssysteme zur Organisationsgestaltung im

- Service. In: Luczak, H (Hrsg.) Betriebliche Tertiarisierung. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2004, S. 233-258.
- [24] Reynolds, E.B. & Uygun, Y. 2017. „Strengthening Advanced Manufacturing Innovation Ecosystems: The Case of Massachusetts“. In: Technological Forecasting and Social Change – An International Journal. 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.003>
- [25] Güller, M.; Karakaya, E.; Uygun, Y. & Hegmanns, T. 2017. „Simulation-based Performance Evaluation of the Cellular Transport System“. In: Journal of Simulation. <https://doi.org/10.1057/s41273-017-0061-1>, pp. 1-14, 2017.
- [26] Karakaya, E.; Uygun, Y.; Güller, M. & Kuhn, A. 2016. „Development of an Agent-based Simulation for the Cellular Transport System and Scenario-based Performance Analysis“. In: International Journal of Electrical, Electronics, and Data Communication. Vol. 4 No. 1, pp. 17-20, 2016.
- [27] Güller, M.; Uygun, Y.; Noche, B. 2015. „Simulation-based Optimization for a Capacitated Multi-Echelon Production-Inventory System“. In: Journal of Simulation. Vol. 9 No. 4., pp. 325-336, 2015.
- [28] Besenfelder, C.; Kaczmarek, S. & Uygun, Y. 2013. „Process-based Cooperation Support for Complementary Outtasking in Production Networks of SME“. In: International Journal of Integrated Supply Management. Vol. 8, Nos. 1/2/3, pp. 121-137, 2013.
- [29] Uygun, Y. & Schmidt, A. 2011. „Performance Measurement for Interorganisational Collaborations of SMEs“. In: H.-J. Kreowski, B. Scholz-Reiter, K.-D. Thoben (Eds.): Dynamics in Logistics. Springer: Berlin et al., pp. 169-190, 2011.