
Kurzfassung

Schlüsselwörter Produktionsprogrammplanung, Produktionsbedarfsplanung, Flexibilität, digitaler Zwilling, Simulation

Themen Flexibilitätsbewertung, Produktionsplanung und -steuerung, Modellierung und Simulation

Ziel

Das Ziel der Arbeit ist es, einen technischen Entwurf für Simulationsstudien zur Flexibilitätsbewertung zu entwickeln, der die Grundlage für die Implementierung der Flexibilitätsbewertung in die Produktionsprogramm- (PPP) und die Produktionsbedarfsplanung (PBP) darstellt. Dabei ist der Entwurf so zu gestalten, dass die Bewertung mit Hilfe eines digitalen Zwillings durchgeführt werden kann.

Als Adressaten stehen Planer und Betreiber von Produktionssystemen im Fokus, die durch den Entwurf in ihrer täglichen Arbeit unterstützt werden. Mit Hilfe von Berechnungsvorschriften für fünf Flexibilitätstypen, die aus dem logistischen Zielsystem abgeleitet werden, wird es ihnen ermöglicht, die Ergebnisse der PPP und PBP um eine Bewertung ihrer Flexibilität zu erweitern und die Auswirkungen der Flexibilität auf die Wirtschaftlichkeit einzuschätzen.

Methode

Basierend auf einem deduktiven Vorgehen beginnt die Arbeit mit einer theoretischen Grundlagendiskussion über Flexibilität, Produktionsprogramm- und Produktionsbedarfsplanung sowie relevante Instrumente und Modelle der Logistik (*Schuh et al. 2006, Kuhn 1999, Luft 2013*). Aus dem Stand der Technik werden Anforderungen abgeleitet, die an eine simulativ unterstützte Bewertung der Flexibilität bei der PPP und PBP gestellt werden. Nach Analyse und Bewertung bestehender Bewertungsverfahren auf Basis der abgeleiteten Anforderungen wird der Forschungsbedarf ermittelt, der zu der Entwicklung des angesprochenen technischen Entwurfs führt. Die Entwicklung wird mit Hilfe des Vorgehensmodells zur Simulation (*Gutenschwager et al. 2017*) umgesetzt, das einen gut strukturierten Leitfaden für die Konzeptentwicklung darstellt.

Ergebnisse

Hauptanforderungen an die Flexibilitätsbewertung sind die zielorientierte Bewertung sowie die Abdeckung der Daten und Planungszeiträume, die der PPP und PBP zugrunde liegen. Der Abgleich mit bestehenden Bewertungsverfahren zeigt, dass die PPP und PBP nur unzureichend unterstützt werden. Dies ist vor allem auf die Vernachlässigung des „Faktors Mensch“ sowie die starke Abgrenzung bestehender Bewertungsverfahren auf einzelne Teilaspekte und somit auf eine unvollständige Betrachtung von Produktionssystemen zurückzuführen. Auch die Dynamik von Produktionssystemen wird nicht hinreichend präzise abgebildet, und oftmals ist kein konkreter Zielbezug festzustellen.

In der Folge werden die logistische Kennlinientheorie (Nyhuis und Wiendahl 2012) um Kennlinien der Flexibilität erweitert, Berechnungsvorschriften für die Flexibilität im Hinblick auf Durchlaufzeit, Termintreue, Menge, Bestand und Wirtschaftlichkeit (logistisches Zielsystem) abgeleitet und ein Simulationskonzept inkl. Datenarchitektur entwickelt, mit dessen Hilfe gängige PPS-Maßnahmen bewertet werden können. Zu betonen ist, dass mit der Einführung

des Begriffs der Blindflexibilität erstmalig ein Maß zur Bewertung verschwendeter Flexibilität erarbeitet wird. Dieses Maß kann direkt mit Ineffizienzen im Unternehmen in Verbindung gebracht werden.

Zusammenfassend fördert der erarbeitete technische Entwurf ein tiefgreifendes Verständnis über Flexibilität sowie die notwendigen Schritte zur Ermittlung von Kenngrößen über vorhandene Flexibilitätpotenziale von Produktionssystemen. Die Überführung des technischen Entwurfs und der Flexibilitätsbewertung als fester Bestandteil in die PPP und PBP ist Anknüpfungspunkt für weiterführende Forschungsarbeiten.

Relevanz

Durch globale Megatrends, wie z. B. digitale Transformation, verändertes Kundenverhalten, Protektionismus (*Fornaserio et al. 2019*), unstete Konjunkturlagen sowie disruptive Ereignisse wie die Corona-Krise 2020 stehen Verantwortliche für die PPP und PBP vor der Herausforderung, binnen kürzester Zeit die Produktion auf eine nicht prognostizierbare Zukunft vorzubereiten. Die hieraus entstehende Anforderung, komplexe Analysen alternativer Planungsszenarien innerhalb eines immer kürzeren Planungszeitraumes durchführen zu können und ein angemessenes Maß an Flexibilität zu definieren, überschreitet oftmals die analytischen und kapazitiven Fähigkeiten der Verantwortlichen. Entsprechend erscheint eine simulativ unterstützte Durchführung von Planungsaufgaben der PPS notwendig. Dieser Ansatz ermöglicht es, die Flexibilität zu bewerten, die das Produktionssystem auf Basis der Ergebnisse der PPP und PBP enthält.

Quellen

- Fornasiero, Rosanna; Zangiaco, Andrea; Marchiori, Irene; Barros, Ana Cristina; Pires, Keryly; Campos, Pedro et al. (2019): D2.1: Report on trends and key factors. Dortmund
- Gutenschwager, Kai; Rabe, Markus; Spieckermann, Sven; Wenzel, Sigrid (2017): Simulation in Produktion und Logistik. Grundlagen und Anwendungen. Berlin: Springer Vieweg.
- Kuhn, A. (1999): Prozesskettenmanagement. Erfolgsbeispiele aus der Praxis. Dortmund: Praxiswissen.
- Luft, Nils (2013): Aufgabenbasierte Flexibilitätsbewertung von Produktionssystemen. Dissertation. Technische Universität, Dortmund. Lehrstuhl für Fabrikorganisation.
- Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Logistische Kennlinien. Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. In: Logistische Kennlinien.
- Schuh, Günther (2006): Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. Aufl. Dordrecht: Springer (VDI-Buch).

Abstract

Keywords: Planning of production programme, Planning of production needs, Flexibility, Digital twin, Simulation

Topics: Flexibility measurement, production planning and scheduling, modelling and simulation

Purpose

The purpose of this research is to implement flexibility measurement into the planning production programme (PPP) and needs (PBP) tasks as well as to develop basics to measure flexibility using a digital twin simulation. The results will be used to compile a technical draft of a simulation based study.

This research addresses both, planning and operating staff of production systems, whose daily tasks will be supported by the results of the technical draft. Formulas taking five types of flexibility into account, which will be derived from the logistical system of objectives, can be used to scale flexibility within the planning results of PPP and PBP and, furthermore, to assess flexibility impact on the profitability of the production system.

Approach

The research begins with the theoretical investigation of flexibility, production planning and scheduling as well as relevant logistical instruments and models and is thereby considered deductive (Schuh et al. 2006, Kuhn 1999, Luft 2013). Requirements concerning a simulation supported assessment of flexibility planning within PPP and PBP will be derived from this investigation. Comparing existing flexibility measurement approaches with those requirements leads to a research gap, which specifies the development task of this paper. This task will be solved using the procedure model for simulation (Gutenschwager et al. 2017) and lead to the mentioned technical draft.

Findings

A target oriented flexibility measurement can be considered the main requirement, together with the requirement of full synchronicity with the tasks of PPP and PBP concerning level of detail and planning period. The comparison of existing measurement approaches with these requirements show that PPP and PBP are not supported in a sufficient manner, as existing approaches are mostly strictly focused on specific tasks and problems and thus on small parts of production systems. Missing modelling production systems dynamics as well as a missing link to the production systems objectives are also ascertained.

Hence, the theory of logistical curves (Nyhuis und Wiendahl 2012) will be enhanced in this paper towards flexibility curves, formulas for objectives like cycle time, adherence to schedule, inventory and amount of output. At the same time, profitability will be derived and a simulation concept will be developed, with which common schemes from PPP and PBP can be evaluated. It has to be emphasized that the introduction of inefficient flexibility (i.e. the level of wasted flexibility) constitutes a new contribution to flexibility theory.

Summarizing the developed technical draft enables a thorough comprehension of flexibility as well as necessary steps for measuring existing flexibility level of production systems. Ongoing

research enables the implementation of the flexibility measurement concept as a steady part of PPP and PBP.

Relevance

Global megatrends (digital transformation, switched consuming patterns, protectionism etc.) (Fornaserio et al. 2019), unsteady economic development as well as disruptive events (e.g. Corona pandemic 2020) form a challenge when preparing production within short time in a non-predictable future. It follows that complex analyses of alternative planning scenarios have to be fulfilled within the remaining planning period. This requirement exceeds the cognitive and analytical capabilities of the persons in charge.

Thus, simulation supported production planning and scheduling is considered necessary, enabling the assessment of flexibility, which will be allocated to the production system based on the results of PPP and PBP.

References

- Fornasiero, Rosanna; Zangiacomi, Andrea; Marchiori, Irene; Barros, Ana Cristina; Pires, Kereily; Campos, Pedro et al. (2019): D2.1: Report on trends and key factors. Dortmund
- Gutenschwager, Kai; Rabe, Markus; Spieckermann, Sven; Wenzel, Sigrid (2017): Simulation in Produktion und Logistik. Grundlagen und Anwendungen. Berlin: Springer Vieweg.
- Kuhn, A. (1999): Prozesskettenmanagement. Erfolgsbeispiele aus der PRaxis. Dortmund: Praxiswissen.
- Luft, Nils (2013): Aufgabenbasierte Flexibilitätsbewertung von Produktionssystemen. Dissertation. Technische Universität, Dortmund. Lehrstuhl für Fabrikorganisation.
- Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Logistische Kennlinien. Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. In: Logistische Kennlinien.
- Schuh, Günther (2006): Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. Aufl. Dordrecht: Springer (VDI-Buch).