

Kurzfassung

Die zunehmende Komplexität in der Planung und Steuerung von Supply Chains bedingt die Notwendigkeit einer Steigerung der Effizienz und Transparenz besonders an der operativen Schnittstelle zwischen Produktion und Distribution mit Fokus auf den Transport. Eine digitale Transformation durch den Einsatz von Technologien wie Cyber-Physischen Systemen (CPS) verspricht die Unterstützung dieser kollaborativen Planungs- und Steuerungsprozesse, führt jedoch auch zu grundlegenden Veränderungen für Mensch, Technik und Organisation. In diesem Zusammenhang stellt die interdisziplinäre Gestaltung und Nutzenbewertung solcher CPS-basierten Lösungen eine Vielzahl von Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis dar, da keine strukturierten Vorgehen und Lösungsansätze existieren. Dabei bilden die Produktionsnetzwerke der Stahlindustrie aufgrund ihrer komplexen Planungs- und Steuerungsprozesse in Produktion und Transport ein prädestiniertes Anwendungsbeispiel.

Folglich ist das Forschungsziel der vorliegenden Arbeit die Entwicklung eines Vorgehensmodells zur digitalen Transformation von kollaborativen Planungs- und Steuerungsprozessen unter Einsatz von CPS an der operativen Schnittstelle zwischen Produktion und Transport. Hierzu werden zunächst die sich ergebenden Veränderungen für die Planungs- und Steuerungsprozesse im Zuge einer digitalen Transformation, bezogen auf die Schnittstelle, durch eine literaturbasierte Analyse identifiziert. Die Ergebnisse werden in einen reifegradbasierten Industrie-4.0-Anforderungsrahmen zur unternehmensspezifischen Bestimmung des Ist-Zustandes und des Ziel-Zustandes einer Planung und Steuerung in Produktion und Transport integriert. Auf dieser Basis werden prozessbezogene sowie technologiebezogene Merkmale im Kontext einer kollaborativen Planung und Steuerung unter Einsatz von CPS identifiziert. Diese werden in einen morphologischen Kasten mit verschiedensten Merkmalsausprägungen zusammengeführt, um CPS-basierte Lösungen gestalten zu können. Im Anschluss werden die möglichen Digitalisierungseffekte bei Einsatz eines CPS in der Planung und Steuerung von Produktion sowie Transport mit Hilfe einer Literaturanalyse ermittelt. Für die Überführung dieser qualitativen und quantitativen Nutzeneffekte in monetäre Effekte wird eine Systematik entwickelt. Die konzeptionierten Instrumente werden in einen Modellrahmen, der die digitale Prozesstransformation unter Einsatz von CPS adressiert, zusammengeführt, sodass das angestrebte Vorgehensmodell inhaltlich ausgestaltet werden kann.

Das entwickelte Vorgehensmodell wird bei einem Unternehmen aus der Stahlindustrie erprobt. Das ausgewählte Unternehmen ist einer der führenden Anbieter für Qualitätsflachstahl und besitzt weltweit Kunden, bspw. aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Automobil- und Bauindustrie. Die Durchführung des Vorgehensmodells erfolgt an einem Engpassprozess an der operativen Schnittstelle zwischen Produktion und Transport zum Kunden. Zusammenfassend gelingt es, mit dem Vorgehensmodell einen wesentlichen Beitrag für die digitale Transformation von kollaborativen Planungs- und Steuerungsprozessen in Produktionsnetzwerken zu leisten und somit einen Mehrwert sowohl für Wissenschaft als auch Praxis zu erzielen.

Abstract

The growing complexity in the planning and control of supply chains requires an increase of efficiency and transparency, especially at the operational interface between production and distribution with a focus on transport. A digital transformation through the use of technologies such as Cyber-Physical Systems (CPS) promises to support these collaborative planning and control processes, but also leads to fundamental changes for people, technology and organization. In this context, the interdisciplinary design and benefit analysis of such CPS-based solutions poses further challenges for science and practice, as no structured procedures and solutions exist. Due to their complex planning and control processes in production and transport, the production networks of the steel industry are a predestined application example.

Consequently, the research goal of this thesis is the development of a procedure model for the digital transformation of collaborative planning and control processes using CPS at the operational interface between production and transport. For this purpose, the resulting changes in planning and control processes in the course of a digital transformation, related to the interface, will be identified by a literature-based analysis. The results will be integrated into a maturity-based Industry 4.0 requirements framework for company-specific determination of the actual and target states of planning and control in production and transport. On this basis, process-related and technology-related characteristics are identified in the context of collaborative planning and control using CPS. These are combined in a morphological box with a wide variety of characteristic values, enabling to design CPS-based solutions. Subsequently, the possible digitalization effects by using a CPS in the planning and control of production and transport are determined based on a literature analysis. A system is developed for the transfer of these qualitative and quantitative benefit effects into monetary effects. The conceptual instruments are combined into a model framework that addresses the digital process transformation using CPS, so that the desired procedure model can be designed contentwise.

The developed procedure model is applied at a company in the steel industry. The selected company is one of the leading suppliers of carbon flat steel and has customers all over the world, e.g. in mechanical and plant engineering as well as in the automotive and construction industries. The procedure model is conducted in a bottleneck process at the operational interface between production and transport to the customer. In summary, the procedure model makes a significant contribution to the digital transformation of collaborative planning and control processes in production networks and thus generates added value for both science and practice.