



Bild: © ipopba - stock.adobe.com

Produktionsregelung

Perspektiven der Produktionssteuerung
im Kontext der Digitalisierung

Positionspapier



Produktionsregelung

Perspektiven der Produktionssteuerung
im Kontext der Digitalisierung

Positionspapier

Impressum

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

Autoren:

Katharina Berwing, M.Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen
Ben Lütkehoff, M.Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen
Markus Fischer, M.Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen
Moritz Schröter, M.Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen
Felix Steinlein, M.Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildnachweise:

Titelbild: ©ipopba – stock.adobe.com; S. 2:© wi6995 – stock.adobe.com; S. 6: ©AndreasG – fotolia.com; S. 10: ©www.industrieblick.net – fotolia.com; S. 14: ©denis-ismagilov – stock.adobe.com; S. 16: ©kras99 – fotolia.com; S. 17: ©Olivier Le Moal – fotolia.com; S. 19: ©eventfotograf.in – JRF; Grafiken: ©FIR e. V. an der RWTH Aachen

Korrektorat/Lektorat:

Simone Suchan M.A., FIR e. V. an der RWTH Aachen

Gestaltung, Bildbearbeitung, Satz und Layout:

Birgit Kreitz, FIR e. V. an der RWTH Aachen

Lizenzbestimmungen/Copyright

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© 2019

FIR e. V. an der RWTH Aachen

Campus-Boulevard 55

52074 Aachen

Tel.: +49 241 47705-0

Fax: +49 241 47705-199

E-Mail: info@fir.rwth-aachen.de

www.fir.rwth-aachen.de

Produktionsregelung

Positionspapier

Inhaltsverzeichnis

1	Management-Summary	7
2	Das Konzept der Produktionsregelung	8
3	Die vier Entwicklungsfelder der Produktionsregelung	11
3.1	Hochauflösende Auftragsüberwachung	12
3.2	Datengestützte Produktionssteuerung	13
3.3	Production-Analytics	13
3.4	Produktionsregelung	15
4	Produktionsregelung als Wettbewerbsfaktor	16
5	Zusammenfassung	17
6	Literaturverzeichnis	18
7	Das FIR als kompetenter Partner in der Praxis	19



1 Management-Summary

Produzierende Unternehmen sehen sich zwei gegenläufigen Trends ausgesetzt: Einerseits ermöglichen globale Wertschöpfungsnetzwerke die Reduzierung der Eigenfertigungstiefe und damit der Fertigungskomplexität. Andererseits ist ein nicht abnehmender Trend zur Nachfrage nach individualisierten, spezialisierten Produkten zu verzeichnen, welcher sich negativ auf die Losgrößen und damit die Nutzbarkeit von Skaleneffekten auswirkt. Hiervon sind Hersteller von Maschinen und Anlagen ebenso betroffen wie ehemalige Serienfertiger mit nun höherem Individualisierungsgrad. Die Beherrschung einer derartigen Produktion auf Ausführungsebene, also in der Fertigung und Montage, zur Vermeidung und Minimierung von Störungen wird damit immer komplexer. Glücklicherweise erlauben moderne betriebliche Anwendungssysteme wie Manufacturing-Execution-Systeme (MES) und Identifikations- und Lokalisierungstechnologien die Schaffung eines digitalen Abbildes der Produktion zur Erfassung der Ist-Zustände.

Im vorliegenden Positionspapier wird das Konzept einer Produktionsregelung beschrieben.

Zunächst wird der Begriff der Produktionsregelung erläutert. Durch die kontinuierliche Erfassung und Überwachung des Ist-Zustands und den Abgleich mit den Soll-Werten werden Anpassungen am Produktionssystem möglich.

Zur erfolgreichen Einführung dieses Konzepts sind zwei Dimensionen in folgenden vier Handlungsfeldern zu entwickeln:

- Hochauflösende Auftragsüberwachung,
- datengestützte Produktionssteuerung,
- Production-Analytics,
- Produktionsregelung.

Für produzierende Unternehmen ergeben sich hieraus folgende Vorteile:

- Höhere Transparenz über betriebliche Abläufe auf dem Shopfloor,
- Erhöhung der Reaktionsfähigkeit (geringe Reaktionszeit, bessere Lösungsqualität) der Fertigungssteuerung,
- Steigerung der Stamm- und Plandatenqualität durch kontinuierlichen Abgleich,
- Steigerung der logistischen Leistungsfähigkeit des Produktionssystems.

2 Das Konzept der Produktionsregelung

Unter dem Begriff Produktionsregelung wird die Übertragung des Prinzips eines Regelkreises auf die Planung und Steuerung von Produktionsaufträgen verstanden (siehe Bild 1). Hierzu zählen neben den typischen Aufgaben der Disposition, also der Einlastung von Aufträgen nach verschiedenen Kriterien, auch angrenzende Aufgabenbereiche wie die Prozessplanung, die Personaleinsatzplanung und das Produktionscontrolling. Die Arbeit dieser Funktionen ist demnach geprägt von einer kontinuierlichen Auswertung und Überwachung des Ist-Zustands im Vergleich zum Soll-Zustand. Erfasste Abweichungen werden bei künftigen Entscheidungen, sofern möglich, automatisch berücksichtigt und führen unter Umständen zu einer Änderung der Eingangsdaten für künftige Planungen.

Für produzierende Unternehmen ergibt sich bei der Umsetzung eines solchen Konzepts immer noch eine Vielzahl an Herausforderungen: So wer-

den auch jetzt schon Kennzahlen wie Materialbestände, Zeitanteile und Ressourcenauslastung erfasst. Eine systematische Bewertung der Abweichungen hinsichtlich ihrer Kritikalität und kurzfristig möglicher Gegenmaßnahmen ist jedoch trotz gesteigertem IT-Einsatz auch heute noch mit hohem Abstimmungsbedarf verbunden (s. SPATH 2013, S. 91). Es bleibt ein hoher koordinativer Aufwand, der wertvolle Ressourcen für längerfristige Optimierungsmaßnahmen der Produktionsabläufe bindet. Zudem kann ein erhöhter Aufwand zur Erstellung nützlicher Reports dazu führen, dass diese Aufgabe im Verhältnis zum stets wichtigeren Tagesgeschäft zu wenig Beachtung findet.

Ausgehend von dem Grundgedanken, dass eine Planung nur so gut sein kann wie die Annahmen, auf denen sie beruht, beinhaltet das Konzept einer Produktionsregelung außerdem die Erzeugung und Überwachung valider Plandaten

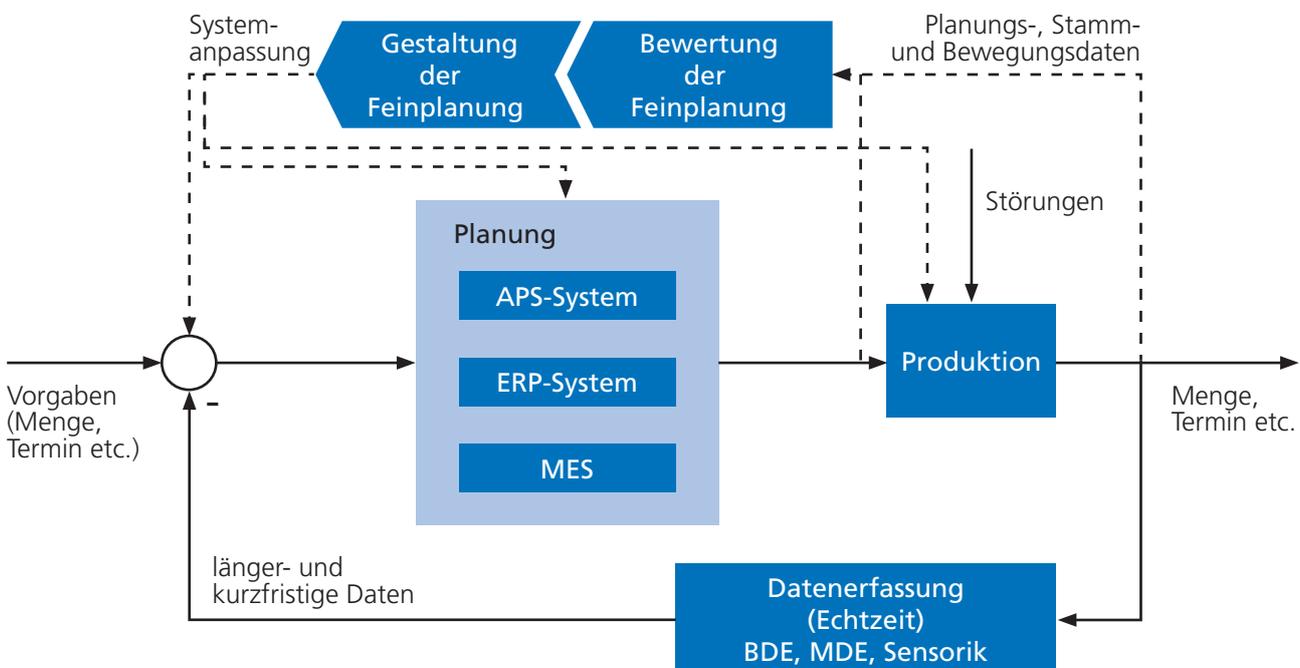


Bild 1: Prinzipdarstellung des kaskadierten Regelkreises der Produktion (HAUPTVOGEL 2015, S. 94)

(s. SCHUH ET AL. 2017, S. 82). Zwar wirkt das Komplexitätsmanagement auf Seiten der Produktentwicklung der steigenden Planungs- und Herstellungskomplexität durch eine hohe Variantenzahl mittels Konzepten modularer Produktstrukturen und damit einer Komplexitätsreduktion entgegen (SCHUH 2014, S. 99 ff.), nichtsdestotrotz erhöht sich die Zahl der Arbeitspläne und damit der Aufwand zur Erstellung derselben. Hierbei getroffene Annahmen müssen gerade bei kürzeren Produktlebenszyklen in Zukunft noch schneller validiert und überführt werden, um eine hohe Ressourceneffizienz zu erreichen.

Neben der Aktualisierung von Stammdaten ermöglicht der Aufbau eines Regelkreises zugleich eine schnellere Anpassung der Kapazitätssituation an unvermeidliche Abweichungen. Lang- und mittelfristige Reaktionen umfassen dabei nicht selten die Anpassung und Optimierung von Informations- und Materialflüssen. Kurzfristige Maßnahmen waren in der Vergangenheit in der Regel durch erheblichen Mehraufwand gekennzeichnet. In Unternehmen gibt es hierfür immer noch sogenannte Teile- und Terminjäger, welche mit hohem manuellen Suchaufwand und teils mündlicher Kommunikation Abweichungen zu kompensieren versuchen. Als Hilfsmittel wird mit Fehlteillisten gearbeitet, welche häufig aufgrund unklarer Bestände manuell erzeugt und korrigiert werden. Die Erzeugung eines realitätsnahen Abbildes der Auftrags- und Ressourcenzustände durch Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien sowie eine entsprechend gestaltete Ablauforganisation reduzieren diese Aufwände. Neben der Reduzierung des Aufwands in der Produktionssteuerung wird auch die Robustheit gegenüber Störeinflüssen erhöht, da diese im Konzept der Regelung in die Planung rücküberführt werden. Die Robustheit der Planung bestimmt, wie groß oder gering die Auswirkungen von Störungen auf die Durchführung der Planung sind.

Bereits durch die Implementierung verschiedener Lean-Prinzipien ist eine Reihe von Regelkreisen in Unternehmen eingeführt worden. Populärstes Beispiel zur Steuerung der Produktion ist der Einsatz von Kanban-Kreisläufen. Allerdings sind diese nur für ein begrenztes Teilespektrum realisierbar und werden in der Praxis häufig nicht konsequent genug umgesetzt (s. DICKMANN 2007, S. 293 ff.). Vielmehr dient Kanban in vielen Fällen als Kommunikationsform (insbesondere in Form des eKanban) für eine Bestandsunterschreitung ohne die Verstetigung des Pull-Prinzips. Der auf die Produktion beruhigend wirkende Effekt bleibt somit häufig aus. Gerade bei hoher Teilevielfalt und schwankenden Verbrauchsmengen hat die Disposition von Fertigungsaufträgen damit auch in Zukunft einen hohen Einfluss auf die Einhaltung der definierten logistischen Zielgrößen.

Ebenfalls angelehnt an den Gedanken der Lean Production haben viele Unternehmen Shopfloor-Meetings eingeführt, in welchen die Entwicklung von Fehlteilen und Produktivität mithilfe von Kennzahlenbords etc. regelmäßig diskutiert wird. Nicht selten werden in diesen Runden Maßnahmen entwickelt, welche das Problem abstellen sollen. Bei einer hohen Varianz von Teilen und Produkten sind zielgerichtete Aussagen über die Begleitumstände und die Trennung systematischer und unsystematischer Abweichungen nur schwer zu bewerkstelligen. Durch kürzer werdende Produktlebenszyklen wird dabei nicht selten das Betriebsmittel/die Anlage als Bezugsobjekt herangezogen, und weniger die Gesamtheit der Fertigungsaufträge. Abweichungen durch Unachtsamkeit oder Störungen in der Materiallogistik oder ungenaue Arbeitspläne sowie falsche Annahmen bei der Planung bleiben hierbei unentdeckt. Diese können häufig nur durch das Erfahrungswissen der Disponenten aufgeklärt werden. Für eine Produktionsregelung ist es demnach erforderlich, Rückmeldedaten und Plandaten so auszuwerten, dass nicht nur Zusammenhänge für die Fertigungsressourcen betrachtet werden.

Vielmehr sind auch bisher weniger betrachtete Eigenschaften wie beispielsweise Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen sowie Eingangsmaterialien zu berücksichtigen, um Kausalitäten aufzudecken (s. HAUPTVOGEL 2015, S. 71).

Auch die Art und Weise der Datenerfassung rückt dabei in den Fokus der Betrachtung. So erfassen viele Unternehmen bereits heute einen Großteil von Rückmeldedaten. Die Qualität der Daten im Sinne der Vollständigkeit und Konsistenz ist für die Anwendung von Verfahren der Datenauswertung jedoch häufig unzureichend. In anderen Fällen sind die gemeldeten Ereignisse im Fertigungsablauf ungünstig definiert und dienen zwar dem

Anstoßen von Folgeprozessen, liefern jedoch kein hinreichend genaues Bild über die Realität im Sinne der Auftragsstatusüberwachung (s. SCHUH ET AL. 2015, S.202f).

Vor diesem Hintergrund ist die Produktionsregelung so zu gestalten, dass sie auf geänderte Rahmenbedingungen reagieren kann. Die Produktionsregelung hält also Methoden bereit, mit denen sich die Produktionsabläufe – im Idealfall auf Arbeitsgangebene – kontinuierlich überwachen und beeinflussen lassen. Neben der Auswahl geeigneter Technologien und Informationssysteme sind Aufbau- und Ablauforganisation entsprechend zu gestalten.



3 Die vier Entwicklungsfelder der Produktionsregelung

Für die Entwicklung einer Produktionsregelung in produzierenden Unternehmen lassen sich zwei Hauptstoßrichtungen ausmachen: die Weiterentwicklung und Anwendung von Verfahren der Datenanalyse sowie die Anpassung und Auswahl geeigneter Verfahren der Produktionssteuerung (siehe Bild 2).

Ausgangspunkt ist die Schaffung eines hochauflösenden Abbildes des Auftragsfortschritts und der Ressourcenverfügbarkeit für eine „hochauflösende Auftragsüberwachung“. Hochauflösend meint in diesem Kontext sowohl die Bestimmung des notwendigen Detailgrads in Abhängigkeit von den zu treffenden Entscheidungen und verfügbaren Handlungsoptionen als auch die erforderliche Aktualität. Hierbei gilt es den Begriff der Echtzeitfähigkeit gemäß den Aufgaben entsprechend zu definieren; während für die technische Prozessüberwachung Verzögerungen im Millisekundenbereich notwendig sind, ist der Begriff für die Produktionssteuerung eher als Verzögerung zur Erfassung definierter Ereignisse zu verstehen. Neben der Bestimmung der Datenbedarfe fällt auch die Gestaltung einer prozessintegrierten Datenerfassung im Sinne cyberphysischer Systeme in diesen Themenkomplex.

Anknüpfend an ein möglichst umfassendes Datenmodell über die Abläufe in der Produktion beschreibt das Konzept der datengestützten Produktionssteuerung die Verknüpfung der Datenlage mit einer automatisierten Entscheidungsfindung. Hierzu werden die verschiedenen, auftretenden Abweichungen und relevante Lösungsoptionen möglichst exakt beschrieben. Diese Entscheidungen werden anschließend bei der Verfahrensgestaltung berücksichtigt und führen nicht nur zu einer Rückführung in Form von Umplanungen, sondern sollen auch in die Planungsgrundlage für die Zukunft einfließen. Populäres Beispiel für einen solchen Regelkreis ist das Kanban-Verfahren,

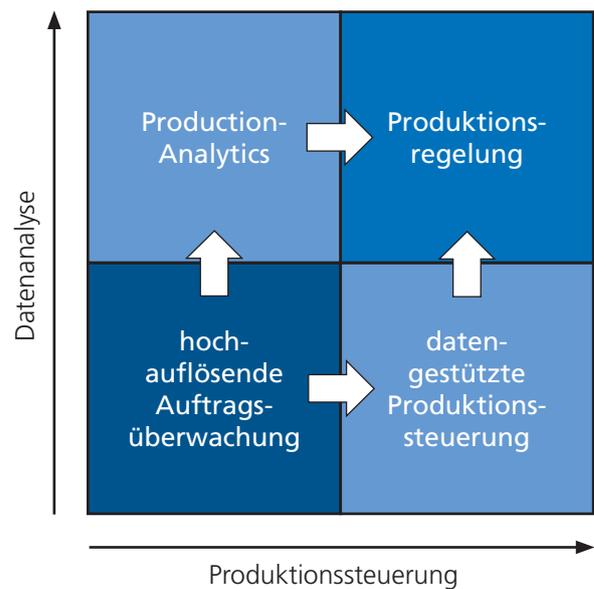


Bild 2: Ordnungsrahmen Produktionsregelung am FIR (eigene Darstellung)

welches jedoch eine hohe Robustheit gegenüber Nachfrageschwankungen und Variantenzahl voraussetzt.

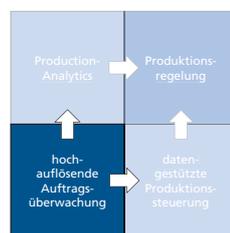
Neben der Nutzung der Daten für die Produktionsregelung ergeben sich durch neue Verfahren der Datenanalyse und die Verfügbarkeit geeigneter Softwarelösungen mit besserer Bedienbarkeit auch Potenziale für die Datenauswertung. Vor dem Hintergrund sinkender Losgrößen und einer Vielzahl neuer Produkte bzw. Produktvarianten stößt die klassische statistische Datenaufbereitung an ihre Grenzen. Vielmehr ergibt sich vor allem für die Ursachenforschung bei Abweichungen die Notwendigkeit nach einer Production-Analytics, welche Muster und damit Gemeinsamkeiten in vermeintlich unterschiedlichen Aufträgen und Störungssituationen erkennt.

Die Synthese der Erkenntnisse aus den Feldern Production-Analytics und der datengestützten Produktionssteuerung führen schließlich zu einer Produktionsregelung im Sinne einer datengetriebenen Entscheidungsunterstützung und

Elementen automatisierter Entscheidungsprozesse. Dabei werden Abweichungen kontinuierlich auf Muster untersucht, um daraus geeignete Handlungsoptionen ableiten zu können. Neben der Entscheidungsfindung ist auch der Einbezug der Mitarbeiter zur Realisierung derartiger Konzepte unabdingbar. Assistenzsysteme und fertigungsnahe betriebliche Anwendungssysteme wie wie MES stellen das Bindeglied zwischen Mitarbeiter und Informationen dar.

Im Folgenden werden diese vier Felder ausführlich erläutert.

3.1 Hochauflösende Auftragsüberwachung



1. Die hochauflösende Auftragsüberwachung basiert auf hochauflösenden Daten aus der Produktion. Diese werden beispielsweise in MES erfasst und gespeichert.
2. Die hochauflösende Auftragsüberwachung verfolgt das Ziel der Schaffung von Transparenz und der Erweiterung des Verständnisses produktionslogistischer Abläufe.
3. Im Fokus steht dabei unverändert der Mensch, dem eine intuitive und einfache Entscheidungsunterstützung im Unternehmensalltag geboten wird.

Die hochauflösende Auftragsüberwachung bildet die Grundlage für eine Echtzeit-Produktionsplanung und -steuerung. Dazu ist es erforderlich, hochauflösende Produktionsdaten zu sammeln und zu visualisieren.

Bei den für die Produktionssteuerung relevanten (Stamm-)Daten handelt es sich beispielsweise um Produktionsauftragsdaten, Ladungsträgerdaten, Materialstammdaten, Ressourcendaten, Arbeitspläne, Kundenstammdaten, Lieferantenstammdaten, Lagerbestandsdaten und Betriebsdaten. Die Lösungen für diese Datenerfassung sind vielfältig – sie reichen von einer manuellen Bestandserfas-

sung über eine automatisierte Bestandsführung mit Waagen bis hin zu einer Echtzeitortung von Produktionsaufträgen mittels eines Real-Time-Location-Systems (RTLS).

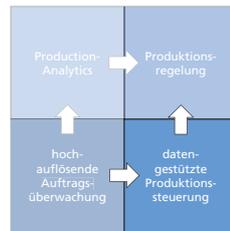
Als zentrales Element wird hierbei das MES als Intermediär zwischen der Auftragsabwicklungsebene (ERP-System) und dem Shopfloor verstanden. Echtzeitfähigkeit wird als die geeignete Ebene der Informationsauflösung verstanden, um damit Abweichungen in der Produktion zu beheben. Das Auftragsmanagement mit hoher Auflösung bietet die Grundlage für Entscheidungen in Echtzeit.

Bei der Umsetzung ergeben sich derzeit folgende technologische und organisatorische Herausforderungen:

- Die Frequenz und Genauigkeit, mit der (Rückmelde-)Daten auf dem Shopfloor aufgenommen werden, muss erhöht werden.
- Die aufgenommenen Daten müssen in einer höheren Granularität (hochauflösend) vorhanden sein.
- Um den Aufwand bei der Sammlung der Daten zu minimieren, muss der Prozess der Datensammlung automatisiert werden.

In der Produktion kann so beispielsweise eine Minimierung von Störungen in der Montagesteuerung vorgenommen werden. Dazu wird der Montagefortschritt in Echtzeit ermittelt und dabei festgestellte Abweichungen vom Plan automatisiert an die Planungsinstanz gemeldet. Ermöglicht wird dies durch eine Ausstattung der Werkstücke oder Werkstückträger mit Sensorik (z. B. RFID oder RTLS), die eine automatisierte Werkstückortung innerhalb der Linie erlaubt. Die gewonnenen Erkenntnisse können so von dem Produktionsleiter, Meister oder Schichtleiter dazu genutzt werden, die Abweichung frühzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzubringen. Der Mensch dient an dieser Stelle als ausführende und regelnde Komponente.

3.2 Datengestützte Produktionssteuerung



1. Es gibt eine Vielzahl von Verfahren zur Steuerung der Produktion, welche korrekt ausgewählt und parametrisiert werden müssen.
2. Die Abhängigkeiten zwischen Produktionsprogramm, Produktionsressourcen und der Verfahrensauswahl stellt für Unternehmen nach wie vor eine Herausforderung dar.
3. Unternehmen ziehen zu selten Rückschlüsse aus Planabweichungen und überführen diese nicht systematisch in Reaktionsstrategien zur Störungsvermeidung.

Eine datengestützte Produktionssteuerung ergänzt die Verfahren der Produktionssteuerung um eine Auswertung von Rückmeldedaten, sodass die Parameter und Planungsergebnisse regelmäßig überwacht werden. Es entstehen erste dezentrale Regelkreise. Verschiedene Verfahren (wie beispielsweise die Produktionssteuerung mithilfe von Kanban-Karten) stellen bereits eine etablierte Form dieser verhältnismäßig kleinen und verknüpften Regelstrecken dar. Gerade Kanban ist jedoch nur begrenzt robust gegenüber starken Abweichungen der Nachfrage und erfordert in diesen Einsatzbedingungen ein kontinuierliches Nachjustieren der Parameter. Eine zu hohe Änderungsfrequenz führt das Prinzip der Synchronisation, für welches Kanban vorgesehen ist, ad absurdum und sorgt im Gegenteil für Unruhe im Produktionsfluss.

Ansatzpunkt sind dabei weniger Softwareanbieter, welche neue Algorithmen vergleichsweise einfach implementieren können, sondern vielmehr die Anwenderunternehmen, welche von der Vielzahl der verfügbaren Heuristiken überfordert sind. Häufig werden die Verfahren im Rahmen der Systemimplementierung, schlimmstenfalls ohne vorhergehende Analyse, festgelegt. Im operativen Tagesgeschäft wird dann manuell nachjustiert, um

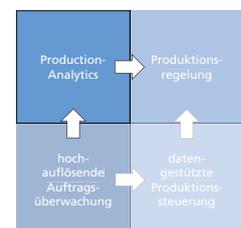
die definierten logistischen Ziele (beispielsweise eine definierte Ausbringungsmenge mit der vorhandenen technischen Kapazität) doch noch zu erfüllen. Weit entwickelte Heuristiken für die Bildung von Reihenfolgen und die Auftragsfreigabe sowie insbesondere die (Personal-)Kapazitätssteuerung konkurrieren mit bisher in der Industrie verbreiteten pragmatischen Ansätzen.

Folgende Herausforderungen bestehen hierbei:

- Die Vielzahl der Verfahren zur Produktionssteuerung erfordern eine kritische Diskussion.
- Die Parametrisierung der Verfahren zur Produktionssteuerung muss in Abhängigkeit des Produktionssystems erfolgen.

Dieser Aspekt wird im laufenden Forschungsprojekt iProd aufgegriffen: Planabweichungen werden hierbei Ereignissen in den Daten zugeordnet. Nach einer Beschreibung der Abweichungen werden die Zusammenhänge zu Randparametern entwickelt. Diese müssen hypothesenbasiert getestet werden. Nach der Aufdeckung wiederkehrender Störungsmuster werden schlussendlich geeignete Gegenmaßnahmen entwickelt und in einen Regelkreis überführt. Diese müssen nicht zwangsläufig unmittelbare Neuterminierungen sein, sondern können beispielsweise auch Handlungsempfehlungen für den Planer/Disponenten mit Hinweisen auf vergangene Situationen sein.

3.3 Production-Analytics



1. Die Verfügbarkeit von Informationstechnologien und Rechenleistung bildet den Ausgangspunkt für die Anwendung komplexer Datenauswertungen.
2. Data-Analytics ist die Grundlage zur Erhöhung der Planungsgenauigkeit durch Erschließung spezifischer Wirkungszusammenhänge.
3. Production-Analytics ermöglicht die Vorhersage verschiedener Störungsereignisse auf Basis von Vergangenheitsdaten.



Data-Analytics umfasst die Integration, Vorverarbeitung, Modellierung und Analyse von Daten sowie die anschließende Interpretation der Ergebnisse. Hierbei umfasst Data-Analytics nicht nur die Gewinnung neuer Informationen aus den Datensätzen (Data-Mining), sondern auch die Erstellung von Modellen auf Basis bestehender Daten (überwachtes und unüberwachtes Lernen), da hier bestehende Zusammenhänge schneller durch die Modelle für neue Datensätze zur Vorhersage genutzt werden. Data-Analytics wird in vielen Unternehmen eingesetzt; der Fokus in produzierenden Unternehmen liegt jedoch nicht auf der Produktionsplanung und -steuerung, sondern vielmehr auf den Themenfeldern der prädiktiven Instandhaltung und in der Vorhersage der Qualität von Produkten.

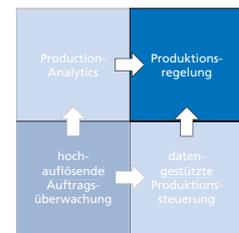
Doch auch für die kurzfristige Produktionsplanung und -steuerung bietet Data-Analytics vielversprechende Anwendungsfälle, die zu Effizienzverbesserungen und Kosteneinsparungen in der Produktion führen können. Hierbei können die Rückmeldedaten der hochauflösenden Auftragsüberwachung analysiert werden, um Erkenntnisse über Abweichungen in Prozessen und deren Ursachen datengestützt und schnell zu identifizieren. Auf Basis der durchgeführten Analyse können mit den identifizierten Kenngrößen Modelle trainiert werden, die Störungen auf Basis der historischen Daten vorhersagen. Die Vorhersagen helfen bei einer hinreichend genauen Ankündigung der Produktionssteuerung, gezielte Maßnahmen zur Verhinderung der Störung zu treffen. Ebenso können die Zahl ungeplanter Ausfallzeiten und die Reaktionszeit verkürzt werden.

Derzeit bestehen vor allem folgende Herausforderungen für die erfolgreiche Umsetzung:

- Die Anforderungen an die Qualität (Aktualität, Vollständigkeit, Korrektheit) und Quantität der Daten sind vergleichsweise hoch.
- Vorhandene IT-Systeme bzw. die dahinterliegende Infrastruktur sind häufig nicht für die schnelle Verarbeitung mit großen Datenmengen, wie sie für die experimentellen Analysen notwendig sind, ausgelegt.
- Production-Analytics-Projekte erfordern das Fach- und Methodenwissen aus der Wirtschaftsinformatik sowie das Domänenwissen der Fachbereiche.

Bei einem Kunststoffverarbeiter werden mittels Blasfolienextrusion Sackwaren und Folien hergestellt. Die detaillierte Produktionsplanung wird mithilfe eines für das Unternehmen angepassten ERP-Moduls durchgeführt. Eine hohe Anlagenauslastung könnte durch eine rüstzeitoptimierte Reihenfolgeplanung erreicht werden. Die Vielzahl der Produkteigenschaften erschwert jedoch die Bildung von Rüstfamilien. Mithilfe einer Klassifizierung von Fertigungsaufträgen und Rückmeldedaten über die Rüstdauer und Ausschussmengen können Artikelmerkmale (Material, Format, Farbe) identifiziert werden, welche Einfluss auf die Rüstzeiten haben. Diese können im ERP-System eingetragen werden.

3.4 Produktionsregelung



1. Die Kombination von Production-Analytics und einer datengestützten Produktionssteuerung bilden die Grundlage für eine Produktionsregelung.
2. Die Bereitstellung und Vorverarbeitung von Daten und Informationen durch Assistenzsysteme erhöht das Verständnis und reduziert die Zahl zu treffender Entscheidungen.
3. Der Schwerpunkt der Tätigkeit in der Produktionssteuerung kann auf die Optimierung der Abläufe gelegt werden.

Während Verfahren der Datenanalyse vor allem das Verständnis über Wirkungszusammenhänge in der Produktion erhöhen, dient die Verfahrenserweiterung der Stabilisierung der Produktion bei ungeplanten Abweichungen. Trotz dieser Bemühungen erscheint eine robuste Selbstregelung des Produktionssystems ohne menschliche Eingriffe für bestimmte Entscheidungen nicht realisierbar. Oftmals müssen Entscheidungen auch auf Grundlage nur schwer quantifizierbarer Zielsysteme (beispielsweise die Wichtigkeit eines Auftrags) getroffen werden. Der Mitarbeiter bleibt daher als finale Entscheidungsinstanz unersetzlich. Die Schaffung geeigneter Benutzerschnittstellen und die Erläuterung von Analyseergebnissen dürfen daher nicht unbeachtet bleiben. Trotzdem kann das Konzept der Produktionsregelung bei korrekter Umsetzung zu einer Reduzierung der zu treffenden Entscheidungen führen. Das umfangreiche Wissen der Planer und Steuerer kann somit effizienter genutzt werden, um nachhaltige Verbesserungsprojekte anzustoßen. Die Belastung des Tagesgeschäfts wird reduziert.

4 Produktionsregelung als Wettbewerbsfaktor

Für produzierende Unternehmen wird Lieferfähigkeit und Lieferflexibilität zunehmend ein Merkmal zur Marktdifferenzierung. Produzierende Unternehmen sind daher bestrebt, kurze Liefertermine zuzusagen und einzuhalten. Der hierfür betriebene administrative Aufwand in der Produktion und Disposition ist jedoch oftmals sehr hoch. Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung, Disposition und Logistik sind bestrebt, die zugesagten Liefertermine einzuhalten und verbringen viel Zeit mit der Störungsbehebung.

Oftmals sind es allerdings auch genau diese Mitarbeiter, die über ein umfangreiches Erfahrungswissen über die Betriebsabläufe verfügen und damit wiederkehrende Störungen und Ursachen am besten kennen. Eine Reduzierung des personellen Aufwands bei der Störungssuche und Fehlerbehebung entlastet diese Wissensträger und schafft damit zeitlichen Freiraum für Projekte zur Digitalisierung und Reorganisation der betrieblichen Abläufe in der Produktion.

Gewonnene Erkenntnisse über wiederkehrende Muster in der Produktion haben allerdings nicht nur Einfluss auf die organisatorischen Abläufe. Vielmehr können aufgeworfene Hypothesen auch für die Weiterentwicklung der Produktionsverfahren und der Produktgestaltung genutzt werden. So ergeben sich gerade bei einer hohen Variantenzahl

aus als systematisch identifizierten Störungen häufig neue Anforderungen an die Arbeitsvorbereitung oder Konstruktion. Insbesondere bei Unternehmen, die nicht über ein umfassendes Anlaufmanagement verfügen, kann dies zu einer erheblichen Steigerung der Produktqualität führen.

Mittelbarer Effekt einer Produktionsregelung ist also die Schaffung eines besseren Verständnisses der betrieblichen und logistischen Abläufe im jeweiligen Unternehmen und damit eine Entlastung der Wissensträger. Die vorhandene Expertise kann für die Weiterentwicklung der Produktionsorganisation genutzt werden und führt folglich zu Kosteneinsparungen durch reduzierte Gemeinkosten sowie einer höheren Auslastung der Fertigung. Insbesondere bei einem hohen Personalkostenanteil lassen sich damit auch in Hochlohnländern wie Deutschland signifikante Einsparungen erzielen.

Wie die Beispiele bereits gezeigt haben, lassen sich viele der Aspekte schon heute umsetzen. Oftmals fehlt es an der Auswahl und Beschreibung geeigneter Anwendungsfälle und einer strukturierten Vorgehensweise zur konsequenten Anwendung der Methoden. Die Durchführung anwendungsorientierter Forschungsprojekte und der Austausch mit industrienahen Forschungseinrichtungen können dabei die Wirkung einer Initialzündung zur Erschließung dieser Potenziale entfalten.

5 Zusammenfassung

Die Potenziale einer Produktionsregelung rücken mit der steigenden Verfügbarkeit von leistungsfähigen betrieblichen Anwendungssystemen wie MES und weiteren Anwendungsfällen von Data-Analytics in greifbare Nähe. Doch die in der Theorie schon überzeugenden Ansätze müssen in Zusammenarbeit mit Anwenderunternehmen hin zur pragmatischen und praktikablen Anwendung überführt werden. Neben der Definition geeigneter Anwendungsfälle

ist insbesondere das Entscheidungsverhalten in der Produktionssteuerung weitere Untersuchungen wert. Unser Ordnungsrahmen zeigt dabei eine Möglichkeit, die verschiedenen Fragestellungen und Lösungsbausteine anzugehen. Neben der Erarbeitung neuer Lösungskonzepte möchten wir auch für die Bedeutung des Themas und den Beitrag zur logistischen Leistungsfähigkeit einer systematisch aufgebauten Produktionssteuerung sensibilisieren.



6 Literaturverzeichnis

- BRAMBRING, F.: Steigerung der Datenintegrität in der Produktionssteuerung. Ergebnisse aus der Produktionstechnik; Bd. 2017,25. Apprimus, Aachen 2017. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2017.
- BURGER, C.: Produktionsregelung mit entscheidungsunterstützenden Informationssystemen. IWB-Forschungsberichte; Bd. 42. Springer, Berlin [u. a.] 1992. – Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 1992.
- DICKMANN, P.: Schlanker Materialfluss. Mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Springer, Berlin [u. a.] 2007.
- HAUPTVOGEL, A.: Bewertung und Gestaltung von cyber-physischer Feinplanung. Ergebnisse aus der Produktionstechnik; Bd. 2015,6. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2015.
- SCHUH, G.: Produktkomplexität managen. Strategien, Methoden, Tools. Hanser, München [u. a.] 2014.
- SCHUH, G.; NYHUIS, P.; REUTER, C.; HAUPTVOGEL, A.; SCHMITZ, S.; NYWILT, J.; BRAMBRING, F.; SCHULTE, F.; HANSEN, J.: Produktionsdaten als Enabler für Industrie 4.0. Gemeinsame Studie der produktionstechnischen Institute IFA, IPMT, Fraunhofer IWU und WZL. In: wt Werkstattstechnik online 105 (2015) 4, S. 200–203.
- SCHUH, G.; POTENTE, T.; REUTER, C.; HAUPTVOGEL, A.: Steigerung der Kollaborationsproduktivität durch cyber-physische Systeme. In: Automatisierung. Handbuch Industrie 4.0; Bd. 2. Hrsg.: B. Vogel-Heuser; T. Bauernhansl; M. ten Hompel. 2., erw. u. bearb. Auflage. Springer Vieweg, Berlin [u. a.] 2017, S. 75–92.
- SPATH, D. (HRSG.): [Studie]Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart 2013. https://microsites.schott.com/d/studentchallenge/c7d319bc-3fd9-40d2-85c2-636906b2c2f0/1.0/produktionsarbeit_der_zukunft_-_industrie_4_0__fraunhofer_studie.pdf (zuletzt geprüft: 08.01.2019)

7 Das FIR als kompetenter Partner in der Praxis



Das FIR ist eine gemeinnützige, branchenübergreifende Forschungseinrichtung an der RWTH Aachen auf dem Gebiet der Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung mit dem Ziel, die organisationalen Grundlagen zu schaffen für das digital vernetzte industrielle Unternehmen der Zukunft.

Das Institut begleitet Unternehmen, forscht, qualifiziert und lehrt in den Bereichen Dienstleistungsmanagement, Business-Transformation, Informationsmanagement und Produktionsmanagement. Als Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen fördert das FIR die Forschung und Entwicklung zugunsten kleiner, mittlerer und großer Unternehmen. Seit 2010 leitet der Geschäftsführer des FIR, Professor Volker Stich, zudem das Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus.

Das Cluster Smart Logistik ist eines der sechs Startcluster auf dem Campus Melaten. Über 350 Menschen aus Wissenschaft und Wirtschaft erforschen und entwickeln dort Lösungen, wie Waren und Informationen in einer digitalen Welt der Zukunft optimiert vernetzt werden können.

Ausgerichtet auf eine völlig neue Form der Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie werden die komplexen Zusammenhänge in realen Produktions- und IT-Umgebungen erlebbar gemacht. Neben den Innovation-Labs, in denen der inner- und überbetriebliche Daten- und Informationsaustausch live simuliert werden, bietet die angeschlossene Demonstrationsfabrik die Möglichkeit, aktuelle Forschungsergebnisse in einer echten Produktion zu erproben und zu veranschaulichen.

www.fir.rwth-aachen.de

<http://aachener-produktionsregelung.de/>

