

Intelligent geplant

Prozess-intelligente Assistenzsysteme bringen die Produktionsplanung voran

Raoul Waldburger und Adrian Specker

Die Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (MEM-Industrie) in der DACH-Region ist eine führende Technologie-Branche mit ausgeprägter Innovations-, Gestaltungs- und Wirtschaftsstärke. ERP-Systeme sind bei Stückgutfertigenden in der MEM-Industrie erfolgsrelevant und werden zusammen mit Bestellbestandsverfahren standardmäßig für die operative Produktionsplanung und -steuerung eingesetzt. Im Rahmen des nachfolgend beschriebenen Forschungsprojektes wird der Einsatz intelligenter „digitaler Zwillinge“ in der Produktionsplanung vorgestellt. Ziel ist es, durch den Einsatz von Process Mining und der damit verbundenen Kenntnis der Bearbeitungszeiten, eine systematische Reduktion der Durchlaufzeiten, eine erhöhte Flexibilität und Liefertermintreue zu erreichen – bei konstant hoher Kapazitätsauslastung. Erste Resultate zeigen, dass die Durchlaufzeiten, um mehr als 50 Prozent reduziert werden konnten.

- ✓ Process Mining-Methoden können die Produktionsplanung in der Praxis verbessern.
- ✓ Assistenzsysteme können die Produktionsplanenden bei der Auftragsfreigabe intelligent unterstützen.
- ✓ Verbesserungspotenziale in der Stückgutfertigung können gehoben werden.

ERP-Daten ermöglichen präzise Produktionsplanung

Für international positionierte Stückgutfertigende erhöhen sich die Anforderungen zur Beherrschung der marktgetriebenen Zunahme der zu bewältigenden Komplexität und Dynamik stetig. Konkret steigen die Qualitätsanforderungen, Produktvariantenvielfalt bei zunehmenden Anforderungen hinsichtlich Durchlaufzeiten und Lieferbereitschaft.

Die Stückgutfertigenden nutzen ERP-Systeme mit Bestellbestandsverfahren für die kurzfristige Produktionsplanung und Auftragsfreigabe in der Arbeitsvorbereitung. Die Planenden stützen sich bei der Auftragsfreigabe auf ihre operative

Betriebserfahrung und werden von ERP-Systemen mit heuristischen Methoden zur Auftragspriorisierung unterstützt (Bild 1). Bei der belastungs-orientierten Auftragsfreigabe (BOA) werden durchschnittliche Maschinenkapazitäten aus den ERP-Stammdaten für die Planung in die begrenzte Kapazität beigezogen [1].

Ergänzend kommen Optimierungskonzepte aus dem Operations Management (OM) zum Einsatz. Deterministische OM-Methoden führen in der Regel leicht dazu, dass die Arbeitspläne mit erhöhter Frequenz umgestellt werden. Flexible OM-Konzepte wie Lean Management und Kanban können im Zusammenspiel im ERP-System Zielkonflikte hervorrufen, die durch die operativ Planenden mangels umfassender Gesamtsysteminformationen nicht befriedigend gelöst werden können [2].

Prozess-intelligente Assistenzsysteme können die Planenden mit relevanten Planungsoptionen und belastbaren Prognosen auf Stufe Plantafel unterstützen und gleichzeitig Durchlaufzeiten verkürzen bei konstant hoher Kapazitätsauslastung (Bild 1).

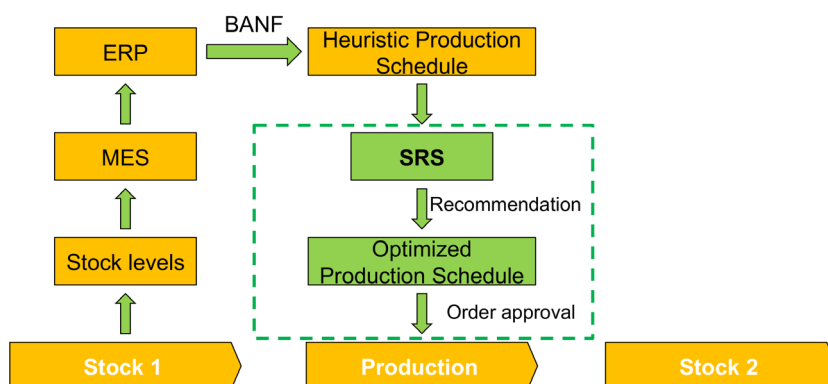
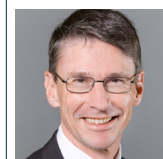


Bild 1: Freigabe der Bestellanforderung auf der Basis der Bestellbestandsverfahren mit belastungs- und prozess-orientierten Vorschlägen für optimale Durchlaufzeiten (SRS: Smart Recommender System).



Prof. Dr. Raoul Waldburger ist Leiter des Instituts für Business Engineering an der Fachhochschule Nordwestschweiz mit Fokus auf der quantitativen Analyse, Gestaltung, Optimierung und Digitalisierung von Geschäftsprozessen für Produkte und Dienstleistungen.



Prof. Dr. Adrian Specker ist Professor für Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Nordwestschweiz mit Fokus auf IT-Projektmanagement und betriebliche Anwendungssysteme.

www.fhnw.ch/ibe

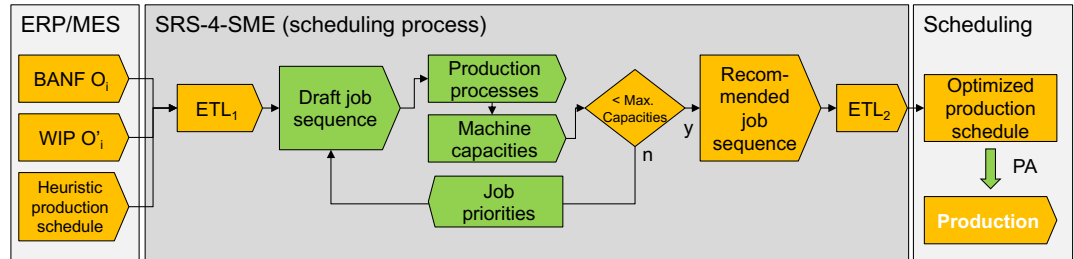


Bild 2: Planungsprozess mit Prozess- und Kapazitätsdaten für die Auftragspriorisierung (SRS: Smart Recommender System; ETL: Extract-Transfer-Load; WIP: Work-in-Progress; BANF: Bestellanforderung; PA: Produktionsauftrag).

Process Mining

Process Mining ist ein Anwendungsgebiet von Data Mining und Business Process Management (BPM) zur datenbasierten Analyse von Geschäftsprozessen. Dies erfolgt mittels Process Mining-Algorithmen und resultiert in numerischen und graphischen Darstellungen der real ablaufenden Geschäftsprozesse auf der Basis vorhandener ERP-Logdaten. Die Leitfragen fokussieren auf belastbare Verbesserung von Geschäftsprozessen bzw. der massiv verbesserten Kenntnis der tatsächlichen Bearbeitungszeiten [3]:

- Welche Geschäftsprozesse laufen in der Realität?
- Wo sind die Engpässe der realen Geschäftsprozesse, und durch welche Faktoren werden sie beeinflusst?
- Wo und wie weichen die Mitarbeitenden oder Maschinen von den geplanten Geschäftsprozessen ab?
- Welches sind die häufigsten Geschäftsprozesse?
- Welche effektiven Bearbeitungszeiten sind den Prozessen zuzuordnen?
- Welche Prozessoptimierungen können entwickelt werden?

Durch Einsatz von Process Mining-Methoden werden also in einem ersten Schritt vorhandene ERP- oder MES-Logdaten effizienter genutzt und Wettbewerbsvorteile durch detaillierte Prozesskenntnisse für Kostenoptimierung und gezielte Prozessveränderungen (Stichwort Change-to-digital) geschaffen und nachhaltig gesichert.

Taktfertigung

Die verbesserte Kenntnis der Bearbeitungszeiten ist das notwendige Mittel zur Einführung von Taktfertigungsprinzipien in der variantenreichen Fertigung, wie sie gerade die schweizerische MEM-Industrie prägt. Taktfertigungsprinzipien ermöglichen die Verkürzung der

Durchlaufzeiten bei gleichzeitiger Reduktion der Ware in Arbeit. Anstelle der für die Taktfertigung vorausgesetzten heuristischen Prozessstandardisierung ermöglicht die Process Mining-Methodik die Planung mit maximaler Prozessgranularität.

Grundsätzlich ermöglicht die Taktfertigung eine deutliche Verbesserung der Termintreue sowie eine Reduktion von Durchlaufzeiten und Umlaufbeständen. Die Taktung hingegen bietet den Vorteil konstanter und transparenter Durchlaufzeiten [4]. Für diese Praxisanwendung ist die optimale Fertigungstaktdauer identisch mit der Planungstaktdauer, wobei zwischen fixen und flexiblen Planungstakten unterschieden wird.

Bei der Auftragsfreigabe mit fixem Planungstakt werden die Aufträge über alle Prozessschritte des spezifischen Produktionsprozesses eingeplant. Die spezifische Auftragsdurchlaufzeit ist dabei das Produkt aus Planungstaktdauer und minimaler Anzahl an Prozessschritten.

Bei der Auftragsfreigabe mit flexiblem Planungstakt werden die Aufträge für den ersten oder nächsten Prozessschritt in den kommenden Planungstakt unter Berücksichtigung maximaler Maschinenkapazitätsauslastung eingeplant. Dabei können Aufträge flexibel so eingelastet werden, dass ein oder mehrere Planungstakte übersprungen werden. Damit erhöht sich die Auftragsdurchlaufzeit entsprechend der Anzahl übersprungener Planungstakte.

Algorithmen-gestützte Verbesserung der Planungsqualität

Die Basis für die optimierte Auftragsfreigabe-Empfehlung bilden die granularen und produktspezifischen Produktionsprozessdaten sowie die Maschinenkapazitäten. Diese Informationen werden aus vorhandenen ERP- oder MES-Logdaten berechnet, Planungsvorschläge

Literatur

[1] Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement, 3. Auflage, Springer (2002).
 [2] Fischer, D., Specker, A., Karlisch, N., Debrunner, U.: Koexistenz von Lean und ERP. Productivity Management (2016), 21 (1), pp. 57-60.
 [3] van der Aalst, W.: Process Mining. 2. Auflage, Springer (2016).
 [4] Schuh, G. et al.: Getaktete Fertigung im Werkzeugbau. 1. Auflage, RWTH Aachen (2015).

auf Einhaltung der begrenzten Kapazitäten abgeprüft und Planungsvorschläge entwickelt und graphisch angemessen dargestellt (Bild 2).

Das prozess-intelligente Planungs-Assistenzsystem ist der ERP-Plantafel und der Auftragsfreigabe durch den Planenden zwischengeschaltet und liefert den Planenden Prognosewerte für die gewählten Freigabevarianten. Das integrierte Assistenzsystem unterstützt die Planenden effizient und transparent bei den operativen Entscheidungen und befähigt sie gleichzeitig, ihre planerischen Fähigkeiten kontinuierlich weiter zu verbessern.

Für den Proof-of-Concept wurde ein umfangreicher Produktions-Datensatz (330 000 ERP-Logdatensätze) mit 44 000 Produktionsaufträgen und 6000 Produktionsprozessvarianten auf 90 Kapazitätspositionen eines Metallbearbeiters verwendet. Bei gleicher Kapazitätsauslastung konnte die mittlere Durchlaufzeit der Produktionsaufträge mit dem beschriebenen Algorithmus um über 50 Prozent reduziert werden.

Bereits dieser Showcase hat im betreffenden Unternehmen zu einem größeren Umdenken geführt, insofern das Potenzial zur Durchlaufzeitreduktion erkannt wurde. So werden heute von der Disposition einmal freigegebene Aufträge nicht mehr fortwährend umdisponiert, sondern verbleiben weiterhin in einer Art Taktfertigung. So konnte die Durchlaufzeit bereits massiv gesenkt werden, und interessanterweise noch ohne weitergehende Softwareunterstützung. Das weitere Projekt muss nun zeigen, auf welche Weise diese „unvollkommenen Takte“ noch besser gebildet werden und wie sich die Durchlaufzeit nochmals weiter reduzieren lässt.

Schlüsselwörter:

Process Mining, Data Mining, Assistenzsysteme, Produktionsplanung/-steuerung, PPS, Reinforcement Learning

Intelligently Planned

In the mechanical and electrical engineering industries, usually ERP modules for scheduling processes based on heuristics are applied in the production planning. Reduction of throughput time with smart digital twins in the production allows for an increase regarding flexibility and responsiveness as well as higher delivery readiness (reduced out-of-stock). First analysis results of the PoC performed with an anonymized offline data set indicated a reduction potential of average throughput times of over 50 percent.

Keywords:

Process Mining, Data Mining, Assistant Systems, Production Planning and Controlling, PPC, Reinforcement Learning