Arbeitsplanung in einer hochdynamischen Auftragsfertigung in der Metallverarbeitung

Wirtschaftszweig: Metallverarbeitung

Anwendungsfall und Projektziel

In vielen produzierenden Unternehmen basiert die Produktions- und Arbeitsplanung noch stark auf Erfahrung und manuellen Schätzungen. Insbesondere im Kontext der Auftragsfertigung in Kleinserie mit Manufakturanteilen steht die Fertigungsleitung unter dem ständigen Druck, Liefertermine einzuhalten, obwohl unvorhersehbare Ereignisse wie Maschinenausfälle, Krankheitsfälle, verspätete Materiallieferungen oder Eilaufträge die bestehenden Pläne laufend infrage stellen. In diesem hochdynamischen Umfeld sind etablierte Produktionsplanungstools, die für maschinelle Serienentwicklung in größeren Unternehmen ausgelegt sind, nicht ausreichend flexibel und leichtgewichtig.
Der hier betrachtete Anwendungsfall beschreibt die Entwicklung eines KI-Assistenten (KompassPro – Kompass für die Produktion) zur Unterstützung der Umplanung in der Auftragsfertigung im Kleinserienumfeld. Das Projektziel besteht darin, eine KI-Lösung zu entwickeln, die der Fertigungsleitung nicht nur statische Planungsunterstützung liefert, sondern dynamisch auf Änderungen im Produktionsgeschehen reagieren kann. Der KI-Assistent soll Vorschläge für alternative Produktionspläne erstellen, diese transparent erklären, Konflikte aufzeigen und verschiedene Handlungsoptionen gegenüberstellen. Die finale Entscheidung verbleibt bewusst beim Menschen (Human-in-the-loop). Damit soll die Einhaltung der Liefertermine verbessert und gleichzeitig die Auslastung der Maschinen optimiert werden. Ein Prototyp soll zunächst in einem ausgewählten Arbeitsbereich die Machbarkeit zeigen.

Lösungsansatz und Herausforderungen

Ein mathematischer Optimierungsansatz (z. B. Constraint-Programmierung/CP-SAT) erstellt zunächst optimale bzw. stark verbesserte Produktionspläne und Umplanungsvorschläge unter Berücksichtigung der relevanten Restriktionen, etwa Maschinenkapazitäten, Schicht- und Arbeitszeiten, Qualifikationsanforderungen, Materialverfügbarkeit sowie Liefertermine. Auf dieser Basis generiert das System unterschiedliche sinnvolle Alternativpläne. Ein großes Sprachmodell (LLM) übernimmt anschließend eine erklärende und moderierende Rolle und unterstützt die Fertigungsleitung bei der Entscheidungsfindung: Es zeigt die Unterschiede zwischen den Alternativen auf, weist auf mögliche Konflikte hin, die in den jeweiligen Plänen gelöst oder eventuell neu erzeugt werden, und bietet Handlungsempfehlungen für die Umplanung an. Die Interaktion erfolgt über ein Dashboard mit einem integrierten KI-Chatbot. Es handelt sich um einen bewusst semi-automatisierten Ansatz mit menschlicher Entscheidung und Freigabe, der sowohl Transparenz als auch Kontrolle sicherstellt.
Bei der Umsetzung ist vor allem die Datengrundlage herausfordernd, da unterschiedliche Datenformate aus verschiedenen Datenquellen berücksichtigt werden müssen. Gleichzeitig sind datenschutzrechtliche Anforderungen bei personenbezogenen Daten – insbesondere in Bezug auf Mitarbeiterkapazitäten, Flexibilitätsmatrix und ggf. personenbezogene Fertigungszeiten – zu beachten. Zusätzlich muss sichergestellt werden, dass die Lösung trotz der Komplexität des Problems ausreichend transparent, robust und für Nutzende intuitiv bedienbar bleibt.

Potenziale

KompassPro bietet ein erhebliches Entlastungspotenzial für die Fertigungsleitung und Abteilungsleitungen, da der Planungs- sowie Klärungs- und Koordinationsaufwand in der täglichen Planung deutlich reduziert wird. Zusätzlich erhöht sich auch die Resilienz gegenüber Ausfällen. Durch eine durchdachte Mehrfachqualifikation der Mitarbeitenden und eine entsprechende Einsatzplanung können Mitarbeitende einerseits gezielter eingesetzt werden, um Fehlerkosten und ineffiziente Personaleinsätze zu reduzieren und Ausfälle zu vermeiden. Andererseits wird dadurch die Jobrotation erhöht und so die Mitarbeitermotivation durch abwechslungsreiche Aufgaben erhöht und das Know-how langfristig gesichert. Perspektivisch kann die Lösung außerdem zur automatischen Priorisierung und Bündelung ähnlicher Aufträge genutzt werden, um Material- und Werkzeugwechsel zu reduzieren.
Es entsteht ein übertragbarer Ansatz, der insbesondere für KMU mit Kleinserien- oder Manufakturfertigung einen praxisnahen Einstieg in KI-gestützte Produktionsplanung bietet. Arbeits- und Produktionsplanung ist jedoch ein Kernproblem in produzierenden Unternehmen aller Branchen. Darüber hinaus sind weitere Transferszenarien denkbar, etwa in Handwerksbetriebe oder in die Logistik, bei der Lieferaufträge und Fahrzeuge ähnlich wie Produktionsaufträge und Maschinen disponiert werden.

Umsetzendes KMU	Forschungspartner
S&D Blechtechnologie GmbH Rotenbergstrasse 15 54313 Zemmer	Fraunhofer IESE Data Science www.iese.fraunhofer.de