

Simulationsgestützte Optimierung der Produktionsreihenfolge



Dr. Lukas, Hollenstein, Dozent, lukas.hollenstein@zhaw.ch
Melih Derman, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, melih.derman@zhaw.ch
Adrian Lötscher, Leiter Forschungsgruppe Simulation & Optimierung, adrian.loetscher@zhaw.ch

Die USM U. Schärer Söhne AG produziert seit 50 Jahren modulare Möbelbausysteme in zeitlosem Design. In Münsingen hat die USM eine hochmoderne Lackieranlage in Betrieb genommen. Das Institut für Angewandte Simulation hat schon während des Planungsprozesses eine Simulation der neuen Anlage aufgebaut. Damals diente sie dazu, den Nachweis für die geplante Leistung zu liefern. Heute ist die Simulation Kern eines Produktionsplanungstools, das eine innovative hybride Optimierungsmethode einsetzt.

Pulverbeschichtungsanlagen gehören wegen ihres Einbrennofens zu den grössten Energieverbrauchern der Schweizer Industrie, weshalb eine optimale Auslastung sehr wichtig ist. In der neuen Anlage der USM werden die zu behandelnden Bleche teils von Hand, teils von Robotern in Rahmen gehängt, welche an einer Hängebahn automatisiert durch die Pulverbeschichtungsanlage zirkulieren. Für das Aufgeben von Beschichtungsaufträgen gelten einige Restriktionen. So können z.B. gewisse Teile nicht vom Roboter aufgegeben werden, oder manche Teile sind zu breit für einzelne Puffer.

Ein spezifisches Planungstool

Folglich ist die Produktionsplanung für solch komplexe Anlagen sehr schwierig. Sie muss nicht nur mit einer diversen und sich ändernden Auftragslage zurechtkommen, sondern auch mit den erwähnten Restriktionen und den dynamischen Abhängigkeiten der Produktionsprozesse selbst. Genau diese dynamischen Abhängigkeiten machen eine Simulation notwendig, um die Durchlaufzeit eines Produktionsprogramms verlässlich vorherzusagen.

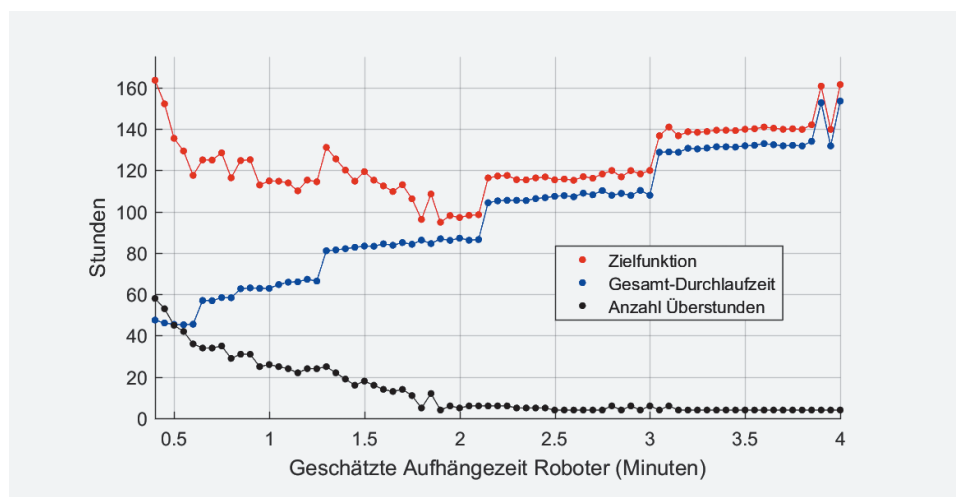
Entsprechend wurde ein simulationsgestütztes Tool entwickelt, das die USM bei der Produktionsplanung unterstützt. Allerdings ist es aus Gründen der Laufzeit unmöglich, für eine gegebene Auftragsituation die Unmenge an möglichen Produktionsreihenfolgen allesamt zu simulieren. Also wird ein zweistufiges Verfahren eingesetzt: Zunächst wird mit einem heuristischen Algorithmus eine überschaubare Anzahl plausibler Produktionspläne konstruiert. Dann wird die Performance der Vorschläge anhand der Simulation möglichst realitätsnah beurteilt.

Hybrides Optimierungsverfahren

Die Heuristik berücksichtigt bei der Konstruktion von Produktionsplänen alle Restriktionen für die Aufgabe von Teilen. Zudem benutzt sie ein vereinfachtes Modell der Bearbeitungszeit eines Auftrags. Dieses beinhaltet unter anderem die Aufhängezeiten und die Zeit, die für Farbwechsel in der Pulverkabine verloren geht. Das Modell hängt von diversen Parametern ab.

Die hybride Optimierung variiert diese Parameter, um verschiedene Produktionsreihenfolgen vorzuschlagen und dann der Simulation zur Berechnung der Zielfunktion zu übergeben. In der Abbildung wird für eine gegebene Auftragsituation ein Parameter des Optimierungsmodells variiert, die geschätzte Aufhängezeit des Roboters. Die Gesamt-Durchlaufzeit (blau), die Anzahl Überstunden (schwarz) und die daraus resultierende Zielfunktion (rot) sind dargestellt und werden minimiert.

Die nächste Herausforderung liegt in der Verallgemeinerung dieses Planungstools und wird in einem aktuellen KTI-Projekt angegangen. Simulationsmodelle für jegliche Pulverbeschichtungs- und Lackieranlagen sollen automatisiert erstellt werden können, um in der Planungsphase von Neu- oder Umbauten verschiedene Szenarien durchzuspielen. Auch das hybride Optimierungsverfahren wird für generische Anlagen verallgemeinert.



Optimierung einer gegebenen Auftragsliste: Die Gesamt-Durchlaufzeit (blau), die Anzahl zu leistender Überstunden (schwarz) und die daraus resultierende Zielfunktion (rot) werden als Funktion der geschätzten Aufhängezeit des Roboters minimiert.

Forschungsprojekt

Reihenfolgenoptimierung Simulation USM

Leitung: Lukas Hollenstein
Partner: USM U. Schärer Söhne AG
Förderung: drittmittelfinanziert