

Geleitwort

Mit Hinblick auf die Energiewende und die sich daraus ergebenden zusätzlichen Kosten sind die Unternehmen der stahlerzeugenden Industrie bestrebt, den mit der Produktion einhergehenden Energieverbrauch möglichst zu reduzieren. Einer der wesentlichen Produktionsprozesse der Stahlherstellung, mit dem auch ein erheblicher Energiebedarf einhergeht, ist das Warmwalzen. Beim Warmwalzen von Flachstahlprodukten werden Stahlbrammen auf hohe Temperaturen von bis zu 1.200°C erwärmt und anschließend auftragsindividuell gewalzt. Aus dem Produktionsprozess und seinen vielfältigen technologischen Rahmenbedingungen resultieren hohe Anforderungen an die Belegungsplanung von Warmwalzstraßen, welche von bestehenden Planungsmodellen nur unzureichend erfüllt werden. Eine wesentliche Forschungslücke besteht in der Berücksichtigung des Energieverbrauchs zur Brammenerwärmung, der sich aus der direkt auf die Brammen übertragenen Wärmemenge und zeitanteiligen Verlustwärmeströmen zusammensetzt.

Vor diesem Hintergrund setzt sich Frau Puttkammer im Rahmen ihrer Dissertation das Ziel der Konzeption und Ausgestaltung einer energieorientierten Walzprogrammplanung in der stahlerzeugenden Industrie. Nach einer aussagekräftigen Einleitung wird in Kapitel 2 das Produktionssystem integrierter Hüttenwerke zielgruppengerecht dargestellt und der Warmwalzprozess darin eingeordnet. Dabei werden die technologischen, energetischen und betriebswirtschaftlichen Wechselwirkungen identifiziert, aus denen Anforderungen an die energieorientierte Walzprogrammplanung abgeleitet werden. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit der Aufarbeitung und kritischen Analyse bestehender Planungsansätze des Warmwalzens. Darauf aufbauend entwickelt Frau Puttkammer in Kapitel 4 ein eigenständiges Konzept zur energieorientierten Walzprogrammplanung. Dieses erlaubt unter Berücksichtigung des dynamischen Abkühlzustands der eingesetzten Materialien einen differenzierten Blick auf den Energieverbrauch zur Brammenerwärmung. Darüber hinaus ermöglicht das Konzept durch die Berücksichtigung virtueller Produktionsaufträge ein vorausschauendes Planen und somit eine Abstimmung zwischen den Produktionsbereichen. Unter Berücksichtigung der identifizierten technologischen Anforderungen legt Frau Puttkamer mit dem Planungskonzept die Grundlage zur Erzeugung vollständiger Walzprogrammpläne. Das Planungskonzept wird unter Verwendung von Annahmen in ein umfangreiches und gut verständliches mathematisches Optimierungsmodell transformiert. Darin wird der Energieverbrauch zur Brammenerwärmung erstmalig explizit unter Verwendung einer auftragsbezogenen degressiven Energiebedarfsfunktion formalisiert. Handwerklich geschickt und jederzeit nachvollziehbar erfolgen die Validierung und Klassifikation der Modellierung, wobei der Nachweis der Problemkomplexität durch Rückführung auf das Bin-Packing-Problem besonders hervorzuheben ist. Auf Basis der sich hieraus ergebenden Anforderungen an ein geeignetes Lösungsverfahren werden von Frau Puttkammer in Kapitel 5 eine GRASP-Heuristik zur Lösung des Planungsmodells entwickelt und überzeugende Referenzwerte formalisiert. Sowohl eine effizient bestimmbare untere Schranke als auch ein an der Praxis orientiertes Referenzverfahren werden be-

schrieben und algorithmisch nachvollziehbar dargestellt. In Kapitel 6 werden das Planungsmodell und die GRASP-Heuristik im Rahmen einer umfangreichen, praxisnahen Fallstudie validiert, wobei die Lösungszeit und Lösungsgüte der Heuristik einer detaillierten Analyse unterzogen werden. Die Arbeit schließt mit einer ausführlichen kritischen Würdigung und der Formulierung von Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen zur Implementierung in der Praxis.

Frau Puttkammer deckt mit ihrer Dissertation eine sowohl unter methodischen als auch praktischen Gesichtspunkten äußerst aktuelle und anspruchsvolle Thematik ab, und dies auf höchstem Niveau. Die vorausschauende, energieorientierte Walzprogrammplanung ist eine der wesentlichen Herausforderungen auf dem Weg zu einer auftragsorientierten und gleichermaßen energieeffizienten Stahlerzeugung in integrierten Hüttenwerken. Frau Puttkammer ist es in beeindruckender Weise gelungen, sowohl ein adäquates Planungskonzept zu entwickeln und mathematisch zu formalisieren als auch ein nachvollziehbares und leistungsfähiges Lösungsverfahren zu erarbeiten. Hierbei beschreitet Frau Puttkammer insbesondere in der Modellierung des Energieverbrauchs und in der energieverbrauchsbezogenen Problemlösung wissenschaftliches Neuland. Insgesamt leistet Frau Puttkammer mit ihrer Arbeit einen methodisch stringenten und überzeugenden Forschungsbeitrag in einem bedeutenden Themengebiet an der Schnittstelle von Produktionstechnik, Betriebswirtschaftslehre und Operation Research.

Univ.-Prof. Dr. Thomas Stefan Spengler

Energieorientierte Walzprogrammplanung in der
stahlerzeugenden Industrie

Konzeption, Modellierung und Lösung

Puttkammer, K.

2017, XXV, 160 S. 15 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-18497-1