

Produktbericht: KPI-basierter Online Heat Scheduler und KI optimieren Schmelzbetrieb nachhaltig

Dekarbonisierung der Stahlproduktion

Die Abläufe im Stahlwerk sind bekanntlich komplex, da alle Produktionsschritte größtenteils voneinander abhängen und nicht isoliert betrachtet werden können. Das macht es schwierig, gleichzeitig die Produktionsabläufe zu optimieren, den Energieverbrauch und damit die CO₂-Emissionen zu senken und auch noch mit den sich ändernden Marktanforderungen wettbewerbsfähig zu bleiben. Planung, Disposition und Logistik erfordern deshalb innovative Produktionsmanagementlösungen für eine effiziente Produktion. PSI Metals hat neue Funktionen in ihre Lösungen integriert, um Kunden damit auf ihrem Weg zur Dekarbonisierung zu unterstützen.

Dies gilt insbesondere bei der Transformation der Stahlerzeugung von der klassischen BOF-Route zu BOF/EAF-Route mit grünem DRI/HBI¹, die mit einem Hybridbetrieb dieser Technologien in den kommenden Jahren, wenn nicht Jahrzehnten einhergeht. Damit unterstützt PSI den Transformationspfad hin zu einer nachhaltigen und CO₂-freien Produktion bei gleichzeitiger Senkung der Produktions- und Materialkosten.

Online Heat Scheduler generiert optimierten Schmelzplan

Die von den Planungssystemen empfangenen und im Schedule Execution Management auf Shopfloor-Ebene verwalteten Schmelzen und Gießsequenzen bilden die Grundlage für die online- und reaktive Planung der Schmelzen und der Anlagen- und Produktionsmittelbelegung im Stahlwerk. Der auf die Serviceplattform (SP) der PSI migrierte Online Heat Scheduler (OHS), erstellt auf der Basis dieser Vorgaben einen minutiösen Arbeitsplan für alle geplanten Schmelzen, der die erforderlichen Behandlungs- und Transportschritte mit deren Dauern und die

Zuordnung der erforderlichen Produktionsanlagen und Betriebsmittel enthält. Diese neue Lösung (OHS SP) reagiert automatisch auf alle Änderungen und Verzögerungen während der Produktion, um stets die Übergabe der Schmelzen einer Sequenz an die Gießanlage zum gewünschten Zeitpunkt mit der erforderlichen Temperatur sicherzustellen.

Sekundärmetallurgie zur Stranggießanlage berechnet, die richtigen Anlagen und verfügbaren Betriebsmittel ausgewählt, sowie die Start- und Endezeitpunkte für jeden notwendigen Produktions- und Transportschritt festgelegt. Das erfolgt für jede Schmelze aller für die Produktion freigegebenen Gießsequenzen.

Visualisierung des Prozessablaufs im Gantt-Diagramm

Dieser Planungsprozess wird kontinuierlich wiederholt und angepasst und reagiert damit automatisch auf alle Arten von Ereignissen, wie z. B. dem Beginn/Ende von Produktionsschritten oder Verzögerungen bei der Behandlung, die z. B. durch längeres Heizen oder zusätzlich notwendige Schritte verursacht werden können.



Die KPI-basierte Schmelzplanoptimierung ermöglicht nicht nur eine frühzeitige Vorhersage von Engpässen sowie Auswirkungen von Produktionsverzögerungen, wie z. B. das verspätete Eintreffen der Schmelzen an der Gießanlage, und deren transparente Visualisierung in einem interaktiven Gantt-Diagramm, sondern bietet vor allem auch eine Entscheidungshilfe bei der Findung der richtigen Balance zwischen ökonomischer und ökologischer Stahlwerkplanung. Dies ist ein wichtiger Pluspunkt für unsere Kunden, auf dem Transformationspfad zu nachhaltiger und CO₂-freier Stahlproduktion.

Heinz-Josef Ponten

PSI Metals Product Manager Liquid & Energy



Dazu wird ein detaillierter Ablaufplan für die gesamte Schmelzenbehandlung von der Primäranlage über die

Die Dauern der Behandlungsschritte für das Heizen oder Legieren sowie die Transporte werden im Rahmen der er-

laubten Toleranzen automatisch angepasst, um die nachfolgende Produktion jederzeit an die aktuelle Situation anzupassen. Der OHS SP erlaubt natürlich auch Bedienereingriffe zur z. B. Änderung der Schmelzenreihenfolge, der Behandlungsschritte oder Anlagenzuordnung.

Zur Visualisierung des gegenwärtigen und zukünftigen Prozessablaufs wird ein Gantt-Diagramm verwendet. Dieses Diagramm zeigt die Belegung der Anlagen durch die einzelnen Schmelzen, Probleme wie verspätetes Eintreffen einer Schmelze sowie Stillstandzeiten und Verzögerungen.



Online Heat Scheduler visualisiert im Gantt-Diagramm.

Stahlwerksoptimierung bietet nicht nur Einsparungspotenziale

Die Funktionalität des Schedulers stellt die kontinuierliche Versorgung der Gießanlagen sicher und verhindert Gießabbrüche. Eine unvorhergesehene Unterbrechung kann nicht nur zu Durchsatzproblemen und Sequenzunterbrechungen führen, sondern auch zu einem höheren Energieverbrauch durch zusätzliches Heizen oder höherer Abstichtemperatur und damit zu einem erhöhten CO₂-Ausstoß.

Mit Hilfe eines mathematischen Modells kann die Navigation aller laufenden Schmelzen durch die Anlagen des Schmelzbetriebes optimiert werden. Die jeweiligen Restriktionen hinsichtlich der Durchsatzoptimierung und der Koordination von Engpassaggregaten wie z. B. der Kräne, lassen sich einsehen. Gleichzeitig wird ein transparenter Überblick über die Verfügbarkeit von Pfannen sowie Anlagen gewährleistet. Zudem können geplante Wartungstillstände und plötzlich auftretende Störungen, sowie die Roheisen-, DRI- oder Sauerstoffverfügbarkeit, die Energiebedarfs-

prognose einschließlich deren aktuellen Verfügbarkeiten dargestellt und berücksichtigt werden.

Die Prozesse in den zukünftigen hybriden Stahlwerken werden weitaus komplexer und Prognosen von Roheisen, Schrott, DRI oder HBI und Energie unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit sowie der Transportlogistik zu wichtigen KPIs für die Planung und Anlagendisposition. Die Ergebnisse dieser Stahlwerksoptimierung sind nicht nur Durchsatzoptimierung und Einsparungen bei den Produktions- und Materialkosten, sondern unterstützen auch die zukünftigen Dekarbonisierungsziele der Stahlindustrie. Bereits heute haben mehrere globale Stahlhersteller den Online Heat Scheduler mit neuen Funktionen erfolgreich in ihre Stahlwerke integriert.

Hin zur grünen KPI-gesteuerten Stahlwerksoptimierung

Dekarbonisierung und Digitalisierung sind zwei Faktoren, die für die heutige Produktion entscheidend sind. In den kommenden Jahrzehnten müssen Stahlproduzenten mit dem Druck umgehen, ihren CO₂-Fußabdruck zu

reduzieren. Daneben zeigen aktuelle Studien, dass rund 14 Prozent des potenziellen Wertes von Stahlunternehmen gefährdet sind, wenn keine energetischen Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Stahlproduktion ergriffen werden.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Optimierung des grünen Stahlwerks, die durch gezielte KPIs gesteuert wird. Exzellente Produktion beginnt mit intelligentem Produktdesign und verbesserten Eigenschaften und setzt sich in exzellentem und intelligentem Produktionsmanagement fort.

Hierfür bietet PSImetals OHS SP neue Funktionen, die Kunden bei der Optimierung eines grünen, KPI-gesteuerten Schmelzbetriebs unterstützen. Damit können diese die Abstichtemperatur besser optimieren, Pufferzeiten reduzieren, unnötiges Aufheizen oder Abkühlen durch ein transparentes Zeitmanagement vermeiden sowie Schmelzen und Sequenzen priorisieren. So lassen sich etwa die Direkteinsatzrate erhöhen, der Medienverbrauch prognostizieren und diese Prognosen für Energiemanagementsysteme und -versorger bereitstellen.

Für die bestmögliche Unterstützung der Kunden, gestattet PSImetals OHS SP mit einer eigenständigen Service-Architektur über PSibus-Standardschnittstellen eine vereinfachte Integration in die bestehenden IT-Landschaften.

Erweiterte Konfigurationsmöglichkeiten gestatten individuelle Anpassungen

Flexibilität ist ein unverzichtbares Merkmal im Zeitmanagement der Stahlproduktion. Eine neue Funktionalität im Advanced Schedule Management sorgt für mehr Transparenz und Reaktionsfähigkeit in der Produktion. Die erweiterten Konfigurationsmöglichkeiten des Gantt-Charts erlauben es dem Anwender, seine individuellen Informationen zu konfigurieren, während er auf alle verfügbaren Attribute in der Datenbank zugreift. Zudem stehen eine erweiterte Konfiguration und transparente Visualisierung der alternativen Anlagenbelegung in Abhängigkeit von geplantem Durchsatz, Roheisen-, Energie- oder Medienbedarf und Verfügbarkeit zur Verfügung. Die verbesserte Benutzeroberfläche ermöglicht es dem Bediener durch neu integrierte Drag- and-Drop-Funktionen, Schmelzen einer Sequenz oder ganze Sequenzen einfach zu verschieben.

KI-basierte Entscheidungsunterstützung im Stahlwerk

Unternehmen sind auf Daten und KPIs angewiesen, um ihre strategischen Produktions- und Geschäftsziele zu erreichen. PSQualicision wurde entwickelt, um die Prozessqualität durch intelligente Datensammlung, -analyse und -abgleich zwischen Ziel- und Kriterienkonflikten zu sichern und zu optimieren.



KI-basiertes Scheduling mit PSQualicision.

Die KI-basierte Entscheidungsunterstützung OHS/PSQualicision umfasst drei einfache Workflow-Schritte, die so strukturiert sind, dass sie die Prozessqualität optimieren. Diese beinhalten die automatische Analyse der Inputs und die Festlegung von Einschränkungen und Geschäftszielen. Ferner umfassen sie die Ausführung des Solvers, Analyse und Abgleich der KPIs mit PSQualicision AI sowie Iteration, Vergleich und Freigabe des KI-basierten Szenario-Managements.

Optimierung der Zeiten reduziert Energieverbrauch und CO₂-Fußabdruck

Letzteres bedeutet, dass der Bediener verschiedene Szenarien zur Lösung eines Problems simulieren kann, z. B. durch Hinzufügen von Nacharbeitsschritten, Änderung der Reihenfolge der Schmelzen sowie Verkürzung von Behandlungs-, Transport oder Pufferzeiten. Insbesondere die Optimierung hinsichtlich der Zeiten hat einen wesentlichen Einfluss bei der Reduzie-

rung des Energieverbrauchs und damit des CO₂-Fußabdrucks. Die Szenarien können miteinander verglichen werden, um die richtige Lösung zu finden.

Balance zwischen ökonomischen und ökologischen Produktionsvorteilen

Zunächst werden strategische Geschäfts- und Produktionsziele an einem bestimmten KPI-Ziel gemessen. Daraufhin werden durch automatisierte Auswertungen der Prozessrohdaten qualitative Kennzeichnungen für die Optimierung erstellt. Und schließlich erfolgt durch das KPI-orientierte Qualitative Labeling, also die Modellierung durch Qualicision-Toleranz- und Nicht-Toleranz-Funktionen, deren Qualifizierung. Schließlich folgen die Vergabe der elementaren Labels und die Einstellung der Präferenzen durch Schieberegler.

Der PSQualicision AI Solver verbessert so die Qualifizierung von (Roh-) Prozessdaten zu wertschöpfenden Informationen. Er analysiert die Ge-

schäftsprozesse nach inkompatiblen KPIs und unsymmetrischen Zielrelationen und verbessert die Lernsensitivitätsanalyse der einstellbaren Präferenzen. Für den Online Heat Scheduler erleichtert er den Umgang mit Engpässen, da er eine multikriterielle Überwachung und Optimierung ermöglicht.

Die Lösung bietet eine Kombination von Vorteilen, die eine Maximierung der Effizienz und eine optimierte Schmelzdisposition ermöglicht. Damit kann zum Beispiel die Tap-to-Tap-Zeit (Zeit von Abstich zu Abstich) optimiert werden. Ein verbessertes und damit verlässlicheres Zeitmanagement ermöglicht letztendlich auch niedrigere Abstichtemperaturen und damit deutliche Energie- und CO₂-Einsparungen.

Aber was tun, im Falle von plötzlichen Produktionsstörungen? Hierfür wird auch die Lockerung „harter“ Randbedingungen berücksichtigt, bei der der Scheduler mögliche Verspätungen bei der Übergabe an die Gießanlage anzeigt. Dieser ermöglicht dem Bediener jederzeit einen transparenten Überblick über die aktuelle und zukünftige Planungssituation und gibt ihm genügend Zeit, Störungen und Zeitverluste wieder auszugleichen.

Die interne Logistik wird unterstützt und verbessert, indem konkrete Fahraufträge für die Kräne zum Transport von Stahl- und Roheisenpfannen oder Schrottkörbe abgeleitet werden. Kunden werden somit unterstützt, die

1GLOSSAR

BOF: steht für Basic Oxygen Furnace (LD-Konverter), der klassischen und derzeit noch verbreitetsten Methode zur Stahlherstellung, wobei ein Mix aus Roheisen aus dem Hochofen und Kühltzuschrott chargiert und durch Einblasen von Sauerstoff „gefrischt“ wird; dadurch werden Kohlenstoff und weitere Begleitelemente des Roheisens reduziert.

DRI: steht für Direct Reduced Iron – ein poröser Eisenschwamm, der durch Direktreduktionsverfahren – heute noch verbreitet unter Verwendung von Erdgas, zukünftig jedoch mit grünem Wasserstoff – erzeugt wird.


EAF: steht für Elektro-Lichtbogenofen, auf der sog. schrottbasierenden Route wird hauptsächlich für Herstellung von Spezialstählen recycelter Stahlschrott im Ofen wieder eingeschmolzen. Der EAF ist gegenüber dem klassischen BOF daher heute schon umweltfreundlicher und wird zukünftig mit einem Mix aus Roheisen, DRI/HBI und Schrott chargiert.

HBI: steht für Hot Briquetted Iron, nach dem Reduktionsprozess zu Briquets gepresster Eisenschwamm.

richtige Balance zwischen ökonomischen und ökologischen Produktionsvorteilen zu finden.

Fazit: Stahlproduktion befindet sich im Spannungsfeld von Dekarbonisierung und Digitalisierung

Stahl ist aufgrund seiner Eigenschaften bis heute einer der wichtigsten technischen Werkstoffe. Dekarbonisierung und Digitalisierung sind der Schlüssel zu einigen Herausforderungen der Branche. Obwohl Software den Stahlherstellungsprozess nicht verändern kann, unterstützt der Einsatz des neuen PSImetals Online Heat Scheduler mit dem integrierten

PSIqualicision AI Solver bei der Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks im Stahlwerk nachhaltig, einschließlich der Material- und Produktionskosten, der Optimierung des Energieverbrauchs und der effizienten Nutzung der Anlagen. 

PSI Metals

Heinz-Josef Ponten
Product Manager Liquid & Energy
hjonten@psi.de
www.psimetals.de

PSI FLS

Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH
Dr. Rudolf Felix
Geschäftsführer
rfelix@psi.de
www.qualicision.ai

INTRODUCING
AN INDUSTRIAL
APP STORE

