

Ökonomische und ökologische Ziele in Balance

Die Stahlindustrie muss ihre Produktion auf nachhaltigere Verfahren umstellen, Fertigungsprozesse verbessern und Emissionen senken. Dabei helfen ihr moderne Produktionsmanagementsysteme, die neben den klassischen Funktionen auch KI-basierte Lösungen bieten, die Schmelzpläne so optimieren, dass sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele erreicht werden. **VON DR. RUDOLF FELIX UND HEINZ-JOSEF PONTEN**

Stahl zählt wegen seiner Eigenschaften unverändert zu den wichtigsten technischen Werkstoffen der Welt. Gleichzeitig steht die Stahlindustrie vor großen Herausforderungen bei der Herstellung und Weiterverarbeitung des wertvollen Rohstoffs. So müssen Unternehmen neben der weiteren Digitalisierung vor allem die CO₂-Emissionen sowie den Energieverbrauch insgesamt nachhaltig senken. Bleiben Dekarbonisierungsmaßnahmen hingegen aus, sind laut aktuellen Studien rund 14 Prozent des potenziellen Wertes von Stahlunternehmen gefährdet. Kern des Transformationsprozesses in der Branche ist vor allem die Umstellung der Stahlerzeugung von der klassischen Hochofenroute auf Direktreduktion mit Wasserstoff beziehungsweise Elektro-Lichtbogenofenroute mit nachhaltigen Einsatz von Energie und Rohstoffen. Dabei ist davon auszugehen, dass dieser Wechsel in den kommenden Jahren oder sogar Jahrzehnten mit einem Hybridbetrieb einhergeht, der die Komplexität der ohnehin vielschichtigen Abhängigkeiten in der Stahlproduktion weiter deutlich erhöht. So müssen Unternehmen den parallelen Betrieb der zwei Technologien absichern, Produktionsabläufe optimieren sowie Produktions- und Materialkosten einsparen und zugleich effiziente Wege finden, um kurzfristig hoch gesteckte Dekarbonisierungsziele zu erreichen.

HOCHOFENROUTE VERSUS ELEKTROLICHTBOGENOFEN

Aktuell wird Stahl im Wesentlichen entweder im Hochofen (BF-BOF-Route) oder im Elektrolichtbogenofen (EAF) hergestellt. Der Hauptunterschied zwischen den beiden Verfahren liegt in der Art der verbrauchten Rohstoffe. Bei der BF-BOF-Route kommen vor allem Eisenerz, Kohle und recycelter Schrott zum Einsatz; bei der EAF-Route hauptsächlich recycelter Schrott und Strom. Je nach Anlagenkonfiguration und Verfügbarkeit von Recyclingschrott verwenden Unternehmen bei der EAF-Route auch andere Quellen für metallisches Eisen, darunter direkt reduziertes Eisen (DRI) oder zu Briquets gepressten, porösen Eisenschwamm (Hot Briquetted Iron, HBI). Auf nachhaltige Weise erzeugtes DRI beziehungsweise HBI ersetzen zukünftig das im Hochofen durch Reduktion mit Koks gewonnene Roheisen.

Mit der Schmelzplanoptimierung bleiben ökonomische und ökologische Planungsaspekte in der Balance.

Bild: malp/Adobe/Stock

Energieeinsatz gezielt steuern und senken

Produktionsmanagementsysteme nehmen bei der Lösung dieser Aufgabe eine zentrale Rolle ein. In der Praxis bewähren sich dabei Systeme, die neben „klassischen Funktionen“ zur Minimierung von Produktions- und Materialkosten auch Hebel bieten, mit denen Unternehmen ihren Energieeinsatz gezielt steuern und maßgeblich senken können. Der Berliner Softwarehersteller PSI Metals hat hierfür in die Schmelzplanoptimierung seiner Produktionsmanagementlösung eine KI-basierte Entscheidungsunterstützung des Schwesterunternehmens PSI FLS Fuzzy Logik und Neuro Systeme integriert. In diesem konkreten Beispiel berechnet der sogenannte Online Heat Scheduler im Zusammenspiel mit dem Produktionsmanagementsystem kontinuierlich minutöse Arbeitspläne für jede Schmelze aller für die Produktion freigegebenen Gießsequenzen. So lassen sich Verzögerungen, die schon nach wenigen Minuten zu Durchsatzproblemen oder Sequenzabbrüchen führen können, vorausschauend vermeiden. Gleichzeitig verhindert das System unnötiges Heizen und ermöglicht niedrigere Abstichtemperaturen ebenso wie einen geringeren CO₂-Ausstoß.

Einflussfaktoren in Echtzeit berücksichtigen

Dreh- und Angelpunkt der Entscheidungshilfe ist die Definition und Priorisierung von Leistungskennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) sowie das sogenannte Qualitative Labeln. Wichtige KPIs in der Stahlproduktion der Zukunft sind zum Beispiel Prognosen zur Verfügbarkeit der verschiedenen Rohstoffe, zur benötigten Energie oder präzise Informationen zur Transportlogistik. Um optimale Schmelzpläne zu erstellen, wählt die Software die passenden Anlagen und verfügbaren Betriebsmittel aus, berechnet die erforderlichen Behandlungs- und Transportschritte mit deren Dauern sowie deren exakte Start- und Endzeitpunkte über die gesamte Primär- und Sekundärmetallurgieroute bis hin zur Übergabe an die Gießanlage und balanciert automatisch Zielkonflikte aus. Darüber hinaus ist der Online Heat Scheduler auch in der Lage auf Basis des Produktionsplans eine Prognose für den elektrischen Energieeinsatz des Lichtbogenofens zu be-



QUALITATIVES LABELN VON PROZESSDATEN

Lernende KI-Verfahren für die Optimierung von Geschäftsprozessen und echtzeitfähige Entscheidungsunterstützung benötigen automatisiert aufbereitete Daten. Das heißt, ihnen muss bereits vor dem Lernvorgang eine Bedeutung zugeordnet werden. Denn anders als zum Beispiel bei der Spracherkennung entstehen hier kontinuierlich neue Datenmuster, die laufend nachgelernt werden müssen. Dies kann nur per Software und automatisch erfolgen. Das Qualitative Labeling ist ein solches Verfahren. Mit dessen Hilfe lassen sich in historisierten und aktuellen Daten automatisch mittels Zielkonfliktanalyse Zusammenhänge erkennen – und zwar in Form von selbst-berechneten Klassen von Datenmustern, die Anwendern zur Bestätigung oder zur Korrektur präsentiert werden. Qualitativ gelabelte Daten schlagen folglich eine Brücke zwischen Datenmustern in den Rohdaten und ihrer Bedeutung in der realen Welt des betreffenden Prozesses. So schaffen sie die Voraussetzung für eine kontinuierliche Prozessverbesserung in Kombination mit qualitativen, optimierungsbasierten KI-Verfahren.

rechnen und die eventuellen Limitierungen oder die Verfügbarkeit von regenerativer Energie im Algorithmus zu berücksichtigen. Änderungen und Verzögerungen während der Produktion berücksichtigt die multikriterielle Entscheidungsmaschine in Echtzeit, wodurch die Schmelzen einer Sequenz immer zum gewünschten Zeitpunkt sowie mit der erforderlichen Temperatur übergeben werden. In Summe optimieren Unternehmen hierdurch die Abstichtemperatur, reduzieren Pufferzeiten, vermeiden unnötiges Aufheizen oder Abkühlen und priorisieren Schmelzen ebenso wie Sequenzen.

Bedienen ohne KI-Know-how

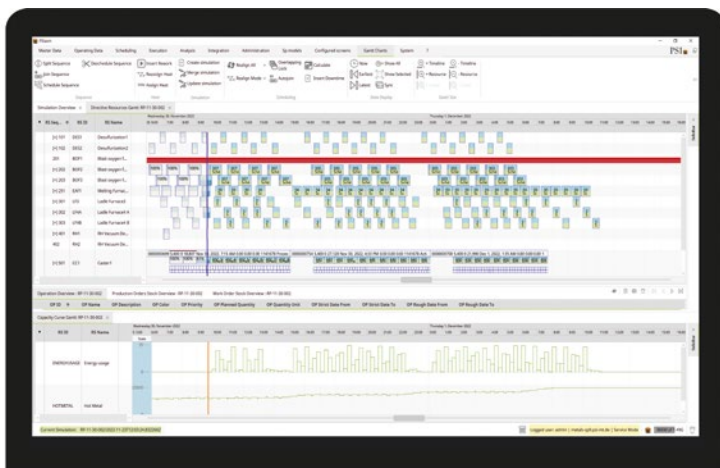
Praxistauglich ist diese Lösung auch, weil Anwenderinnen und Anwender das System und seine Lösungsvorschläge allein

auf Basis ihres Prozesswissens bedienen und nachvollziehen können. KI-spezifische Kenntnisse benötigen sie hierfür nicht. So können sie unterschiedliche Szenarien simulieren und vergleichen, indem sie zum Beispiel Nacharbeitsschritte hinzufügen, die Reihenfolge der Schmelzen ändern oder Behandlungs-, Transport- sowie Pufferzeiten verändern. Diese auf Leistungskennzahlen beruhende Steuerlogik gibt Bedienern jederzeit einen genauen Überblick über die aktuelle und zukünftige Planungssituation und verschafft ihnen gleichzeitig die notwendige Zeit, um Störungen und Zeitverluste effizient auszugleichen.

Fazit: Optimierte Schmelzpläne als Basis

Dekarbonisierung ist eine der wesentlichen Herausforderungen der Metallindustrie. Optimierte Schmelzpläne für die unter-

schiedlichen Produktionsverfahren – vor allem auch in hybriden Stahlwerken – sind hierfür das A&O. Bei ihrer Erstellung unterstützen vor allem um KI-Methoden erweiterte Produktionsmanagementsysteme. Ihr kennzahlenbasierter Optimierungskern sorgt dafür, dass ökonomische und ökologische Planungsaspekte in Balance bleiben. **KF** ↻



DR. RUDOLF FELIX ist Geschäftsführer der PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH. **HEINZ-JOSEF PONTEN** ist Produktmanager bei der PSI Metals GmbH.

Online Heat Schedule visualisiert im Gantt-Diagramm inklusive Energieverbrauchsprognose.

Bild: PSI Metals /PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme