

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)“

OptiRoDig

Aktueller Stand und erste Ergebnisse
Michael Mett & Maximilian Hoffmann, RHM

2. digitale Statuskonferenz
am 11. und 12. Mai 2021



Gliederung

- Ziel des Projekts
- Vorgehensweise
- Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse
- Herausforderungen / Nächste Schritte

Ziel des Projekts

Artikelstammdaten, insbesondere Materialattribute (chemisch/physikalisch) sowie mengen- und preisbezogene Daten, werden einem Schmelzbetrieb (Kunden) digital mittels Schnittstellen zur Verfügung gestellt

- ⇒ Weiterentwicklung der erfassten Daten eines Artikels (Erweiterung der Artikelstammdaten)
- ⇒ Bereitstellung der Daten über Schnittstellen auf Cloud-basis

Ziel des Projekts

Aufbau einer Cloud-Plattform, in der die Artikeldaten nach Optimierungsgesichtspunkten hinsichtlich der Schmelzkosten, Produktionszeiten und physikalischen Eigenschaften durch einen Algorithmus ausgewertet werden und ein optimaler Materialeinsatz aus dem Bestand des Recyclingbetriebes ermittelt wird

- ⇒ Basierend auf den IST-Daten des Schmelzwerkes werden mit Hilfe von maschinellem Lernen (ML) Prognosemodelle mit den Zielgrößen Energie- und Ressourceneffizienz entwickelt
- ⇒ Optimierung des Schmelzprozesses sowie der Kosten nach dem Total-Cost-Prinzip
- ⇒ Erhöhung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen zur Optimierung der Produktionskosten und zur Vermeidung von CO₂- Immission durch den Einsatz von Primärrohstoffen

Ziel des Projekts

Erweiterung der Plattform von Single-Use-Contacts auf Multi-Use-Contacts mit multiplen Geschäftsbeziehungen unter marktwirtschaftlichen Bedingungen

- ⇒ Ausbau des maschinellen Lernens aus IST-Daten mehrerer Schmelzwerke in Korrelation zu den Daten multipler Lieferanten
- ⇒ Aufbau eines Zugangssystems, welches unterschiedliche Rechtevergabe ermöglicht und die Nutzung von Daten limitiert
- ⇒ Schaffung eines Marktplatzes (B2B-Plattform)

Vorgehensweise

- Definieren von chemischen & physikalischen Eigenschaften (Attribute)
- Erfassung der Attribute in Laborsoftware sowie Schmelzdaten aus Induktionsofen und Bereitstellung
- Optimierung der Chargenzusammensetzung durch Algorithmen des maschinellen Lernens (ML) mithilfe der erfassten Daten und der linearen Optimierung (Simplex)

Vorgehensweise

Datenerfassung in Laborsoftware

Probenahme*			
Optik		heterogen	
Trennbar		Ja	
Magnetischer Anteil [%]		100	
OES*			
Ag OES			Σ
Al OES		0,0323	Σ
As OES	<*	0,0003	Σ
Au OES			Σ
B OES		0,00043	Σ
Ba OES			Σ
Be OES			Σ
Bi OES	<*	0,0005	Σ
C OES		1,4367	Σ
Ca OES		0,00020	Σ
Cd OES			Σ
Ce OES		0,0011	Σ
Co OES		0,0894	Σ
Cr OES		11,4800	Σ
Cu OES		0,0673	Σ
Fe OES		84,356667	Σ
H OES			Σ
Hf OES			Σ
Hg OES			Σ
La OES		0,0018	Σ
Li OES			Σ
Mg OES	<*	0,00100	Σ
Mn OES		0,3037	Σ
Mo OES		0,7273	Σ
N OES		0,0271	Σ

Schrottsortierung



10 – 20 cm



20 – 30 cm



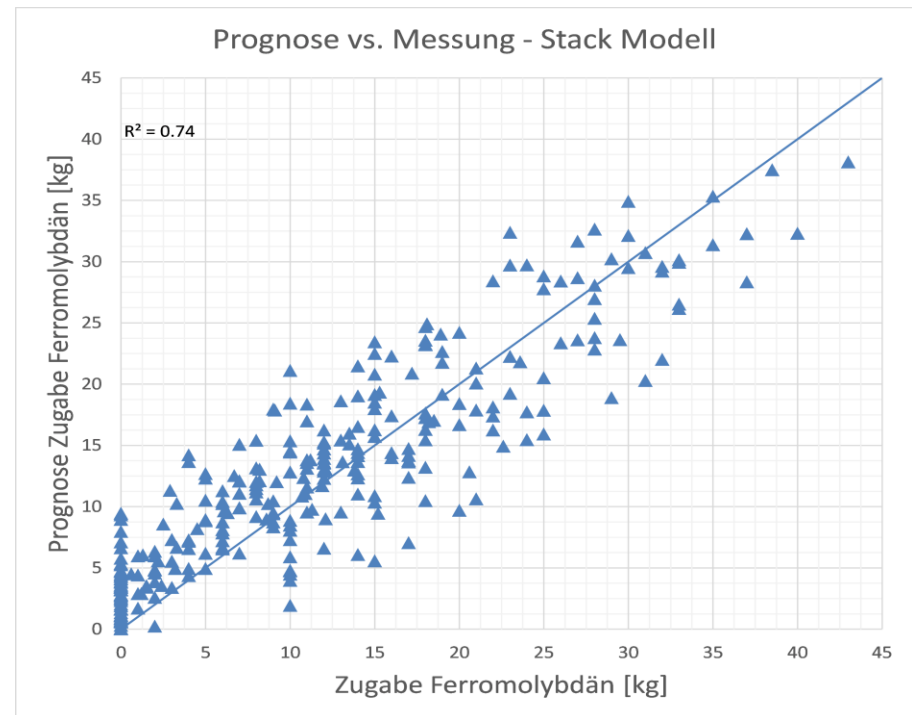
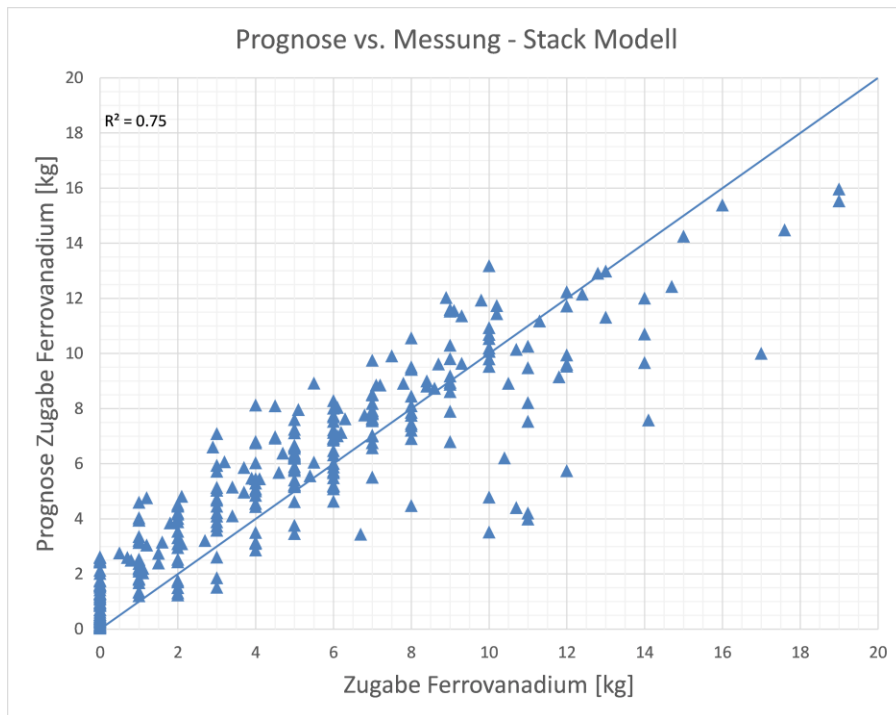
30 – 40 cm



40 – 50 cm

Vorgehensweise

Beispiel Prognosegüte eines ML-Modells zur Vorhersage von benötigten Ferrolegierungen



Vorgehensweise

Ausgabe der Schmelzoptimierung (verkürzte Form)

Material & Menge

Zielmaterial auswählen
1.2379_V1

Menge
5000

MATERIAL HINZUFÜGEN

Form-Restriktionen

Anteil Stückschrott
100 %

Anteil Späne
25 %

Ergebnis

Σ OPTIMIERUNG STARTEN

BERECHNUNGSZEIT: 0,076 SEKUNDEN

Die Berechnungen konnten erfolgreich beendet werden. Es wurde eine optimale Lösung gefunden.

EXPORTIEREN

Charge	Artikel-Nr.	Form	Kosten pro kg [EUR]	Beschreibung	1.2379_V1 [kg] ↓	Gesamtkosten [EUR]	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
S002477	2477	Umschmelzblöcke	0,09	Artikel 2477	2516	226,44	0,8	0	0,3	0,015	0,025
S002397	2397	Späne	0,07	Artikel 2397	1250	87,5	0,25	0	0	0,015	0,025
S002080	2080	Brikett	0,15	Artikel 2080	498,43	74,76	0,4	0	0,05	0,025	0,02
S002313	2313	Stückschrott	0,15	Artikel 2313	359	53,85	0	0	0	0	0
S002243	2243	Stückschrott	0,19	Artikel 2243	212	40,28	0	0	0	0	0
S002484	2484	Brikett	0,01	Artikel 2484	63,81	0,64	0,5	0,9	0,35	0,025	0,02
S002219	2219	Stückschrott	0,1	Artikel 2219	63,48	6,35	0	0	0,45	0,02	0,015
S002283	2283	Brikett	0,75	Artikel 2283	37,28	27,96	0	0	0	0	0
			Preis pro Tonne [EUR/t]:	103,56	5000	517,78	0,19	0,23	0,11	0,01	0,01

Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

- Optimierung der Zusammensetzung von Schmelzen mit Simplex-Algorithmus hinsichtlich Kosten und Form ist möglich
- Prognose der benötigten Einsatzstoffe in Schmelzen
- ML-Modelle werden für die Integration in Optimierung entwickelt
=> für Gesamtoptimierung bzgl. Metallurgie und Kosten

Herausforderungen /

Nächste Schritte

- Abwägung Kosten-Nutzen: für welche Attribute macht Erfassung Sinn
- Generieren ausreichender Mengen von Daten
- ERP-System-Anbindung
- Auf Cloud umziehen
- Bereitstellung Analysedaten von RHM an Projektpartner
- ML-Modelle in Optimierung (Simplex) integrieren

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)“

///RHM///
Die Rohstoffhändler

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Hochschule
Kempten
University of Applied Sciences



Lohmann
Qualität in Edelstahl