



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# OptiRoDig

## Digitalisierung der Schrottdisposition in der Metallurgie

Maximilian Hoffmann, RHM

REWIMET  
Symposium 2021  
Ressourcenmanagement  
25. - 26.08.2021

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

Hochschule  
Kempten  
University of Applied Sciences



**Lohmann**  
Qualität in Edelstahl

# Gliederung

- Vorstellung RHM Gruppe und Projektpartner
- Hintergrund von OptiRoDig?
- Ziel des Projekts
- Vorgehensweise
- Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse
- Herausforderungen / Nächste Schritte

Projektpartner:

Gefördert durch:

# Vorstellung RHM und Projektpartner

## Die RHM Gruppe

Gegründet	1992
Standorte	Mülheim a.d. Ruhr, Herne, Witten, Gelsenkirchen, Hagen, Münster, Dortmund, Lübeck
Geschäftsbereiche	Handel von Fe-, NE-, legierten Schrotten, deklassiertes Nutzeisen
Kunden	Stahlwerke, Gießereien
Mitarbeiter	Ca. 250
Umsatz	Ca. 500 Mio. € (konsolidiert)
Tonnage	Ca. 1,6 Mio. NE-, Fe-, legierte Schrotte
Gesellschaften	13
Gesellschafter	Dr. Arend Oetker Holding GmbH, Bötzel Holding GmbH, Udo Meynerts, Josef Heckner GmbH

## Friedr. Lohmann GmbH

Gegründet	1790
Standorte	Witten-Herbede, Witten-Annen
Geschäftsbereiche	Herstellung von Spezial- & Edelstählen
Mitarbeiter	Ca. 350
Verbindung zur RHM	Ist Kunde von RHM, bezieht legierte Schrotte für den Einsatz im Schmelzbetrieb

## Universität Duisburg Essen

Bereich Mathematik für Ingenieure  
u.a. Forschungsprojekte für Prozesssteuerung in Gießereien

## Hochschule Kempten

u.a. Forschungsprojekte für die Optimierung der Rohstoffproduktivität sowie Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz in der Gießereiindustrie

Projektpartner:

Gefördert durch:

# Hintergrund von OptiRoDig

- Bereits heute werden in der Gießerei- und Stahlindustrie rund 45 % des Rohstoffbedarfs durch Sekundärrohstoffe abgedeckt
- Mit genauerer Kenntnis der Schmelzbetriebe über chemische und physikalische Eigenschaften verfügbarer Schrottsorten soll und kann Anteil noch erhöht werden
- Um daher ein digitales Netzwerksystem zu entwickeln, wurde das Projekt OptiRoDig ins Leben gerufen

Datenaustausch ermöglichen

Recyclingindustrie ↔ Gießerei- & Stahlindustrie

Projektpartner:



Gefördert durch:



# 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

Projektpartner:

Gefördert durch:

## 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 CO<sub>2</sub>- Immission durch den Einsatz von Primärrohstoffen

Projektpartner:

Gefördert durch:

## 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)

Projektpartner:

Gefördert durch:

# 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)

Projektpartner:

Gefördert durch:

# Vorgehensweise

## Datenerfassung physikalische Parameter (Attribute) in Laborsoftware

Probenahme Stückschrott / Briketts*		
Optik		homogen
Trennbar		Ja
Wasser		nein
Magnetischer Anteil [%]		100
min. Abmessung		20 - 50 cm
max. Abmessung		20 - 50 cm
durchs. Abmessung		20 - 50 cm
min. Gewicht		50 - 100 kg
max. Gewicht		250 - 300 kg
durchs. Gewicht		150 - 200 kg
Schüttdichte [t/m³]		
Beschichtung (Zn, Sn, ...)		nein
Anhaftung (Folie, Dreck, ...)		nein



10 – 20 cm



20 – 30 cm



30 – 40 cm



40 – 50 cm

Projektpartner:

Gefördert durch:

# Vorgehensweise

Datenerfassung chemische Parameter (Attribute) in Laborsoftware

OES*			
Ag OES			
Al OES			0,0119
As OES	<*		0,0006
Au OES			
B OES			0,00014
Ba OES			
Be OES			
Bi OES	<*		0,0005
C OES			0,3894
Ca OES			0,00088
Cd OES			
Ce OES	<*	0,0003	0,0003
Co OES			0,0184
Cr OES			5,3100
Cu OES			0,0871
Fe OES			90,874000
H OES			
Hf OES			
Hg OES			
La OES	<*	0,0002	0,0003
Li OES			
Mg OES	<*		0,00100
Mn OES			0,3614
Mo OES			1,3000
N OES			0,0070
Na OES			
Nb OES	<*	0,0071	0,0018

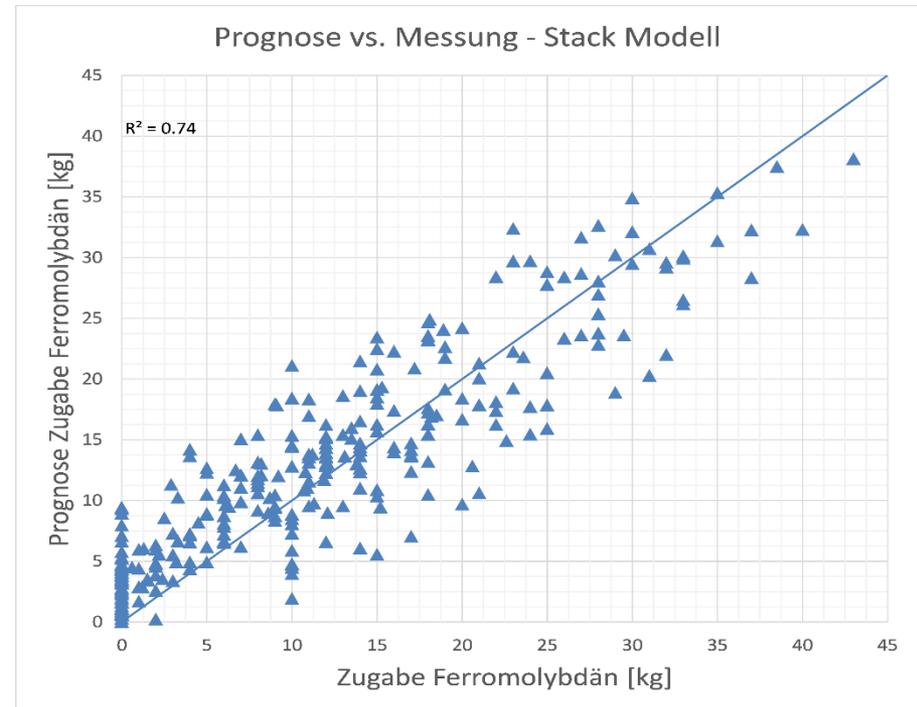
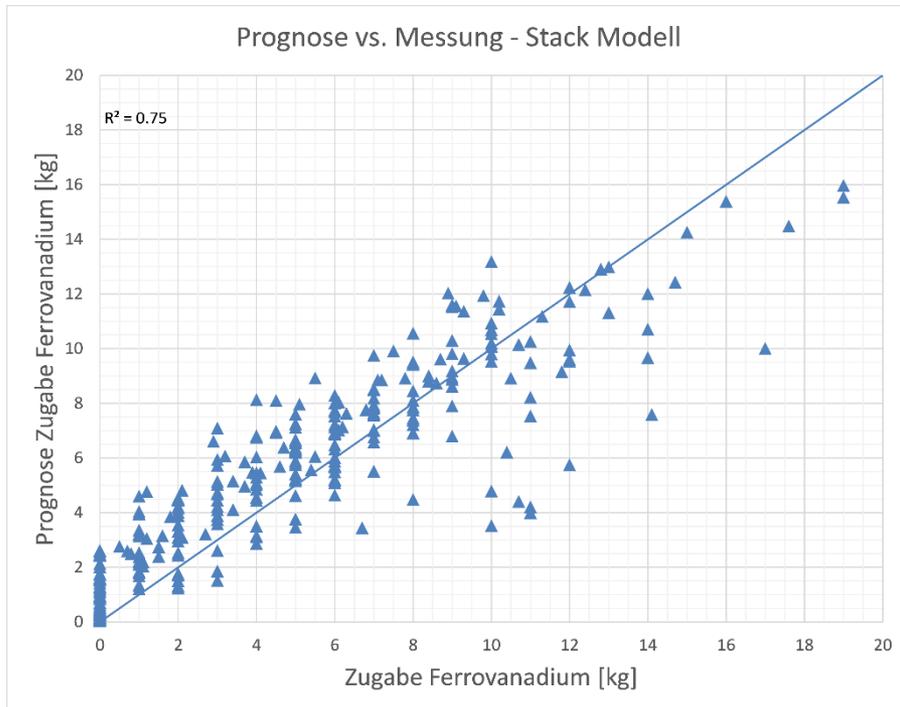
Mithilfe von OES (Optical Emission Spectroscopy)  
&  
RFA (Röntgenflueszenz-Analyse)

Projektpartner:

Gefördert durch:

# Vorgehensweise

Beispiel Prognosegüte eines ML-Modells zur Vorhersage von benötigten Ferrolegierungen



Projektpartner:



Gefördert durch:



# Vorgehensweise

## Ausgabe der Schmelzoptimierung durch Tool

### Material & Menge

Zielmaterial auswählen  Menge    MATERIAL HINZUFÜGEN

### Form-Restriktionen

Anteil Stückschrott  Anteil Späne

### Ergebnis

 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

Projektpartner:

Gefördert durch:

# 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

Projektpartner:

Gefördert durch:

# 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

Projektpartner:

Gefördert durch:



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

Trust me  
I'm an engineer

Projektpartner:

Gefördert durch: