

## OptiRoDig

### Optimierung der Rohstoffproduktivität in der Gießerei- und Stahlindustrie aus Produkten der Recyclingwirtschaft durch mathematische Verfahren, Vernetzung und Digitalisierung



### Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)

GEFÖRDERT VOM



In der Gießerei- und Stahlindustrie werden bereits heute rund 45 Prozent des Rohstoffbedarfs durch Sekundärrohstoffe abgedeckt. Dieser Anteil soll und kann erhöht werden. Voraussetzung ist, dass die Schmelzwerke die genaue Zusammensetzung verfügbarer Schrottsorten kennen und gezielt beschaffen können. Daher soll im Projekt „OptiRoDig“ ein digitales Netzwerksystem entwickelt werden, das den Datenaustausch zwischen Recyclingindustrie und Stahlwerken für optimierte Schmelzprozesse ermöglicht.

### Metallrecycling mit Potential

Metallschrotte fallen in großen Mengen als Abfälle bei der Metallverarbeitung an, z. B. Späne, Stanzabfälle, Materialreste. Üblicherweise sind deren genaue Zusammensetzung sowie eventuell enthaltene Verunreinigungen, z. B. Öle, nicht genau bekannt. Diese Informationen sind aber Voraussetzung für die Schmelzwerke, um gezielt Schrottqualitäten zur Herstellung einer bestimmten Legierung einsetzen zu können, ohne teure Legierungszuschläge zugeben zu müssen. Gießereien und Stahlwerke bzw. Schmelzwerke möchten die für ihre Schmelzprozesse geeigneten Rohstoffe gezielt und kostengünstig einkaufen. Das heute übliche Verfahren – Anfrage, Angebotsabgabe, Bestellung – ist zeit- und personalaufwendig. Zudem stehen oft die gewünschten Materialdaten nicht zeitnah zur Verfügung.

Im Zuge des Projektes „OptiRoDig“ soll zwischen der Recyclingindustrie und den Schmelzwerken ein digitales Netzwerksystem entwickelt werden. In diesem sollen umfangreiche Analysedaten verfügbarer Sekundärrohstoffe – Metallschrotte – bereitgestellt werden. Diese Datenbasis soll es den Schmelzwerken ermöglichen, geeignete Rohstoffe zu beschaffen, ihre Schmelzprozesse zu optimieren und somit gezielt höhere Anteile an Sekundärrohstoffen einzusetzen.

### Digitalisierung und Vernetzung

Zum interaktiven Datenaustausch und zur automatisierten Prozessoptimierung bei den Schmelzwerken müssen sowohl die zu erfassenden Daten als auch verschiedene

### Optimierungstool

#### Material & Menge

Zielmaterial auswählen  
 1.2379 Menge 2000 MATERIAL HINZUFÜGEN

#### Form-Restriktionen

Anteil Stückschrott 100 % Anteil Späne 100 %

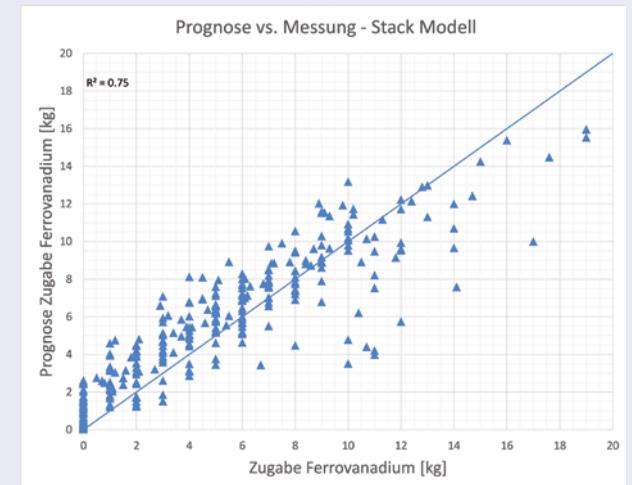
#### Ergebnis

BERECHNUNGSZEIT: 0,069 SEKUNDEN

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

Charge ↑	Form	Kosten pro kg	Beschreibung	1.2379 [kg]	Gesamtkosten [EUR]
S0016634	Stückschrott	0,13	CrMo ab 0,6% bis 1,1% Mo	790	102,7
S0016685	Stückschrott	0,12	Cr-Stahl der WN 1.4113	161,79	19,41
S0010404	Späne	0,32	HSS mit Co Schlämme	392,21	125,51
S0014766	Stückschrott	0,2	1.2379 Abfälle/Gesenke	0,5	0,1
S0016569	Späne	7,56	Mo-Staub ab 50% Mo	26,66	201,57
S0014700	Späne	0,15	HSS Späne Allgemein	7	1,05
S0016303	Stückschrott	0,16	CrMo ab 0,6% bis 1,1% Mo	390	62,4
S0014032	Späne	0,03	CrMoV-Schleifwolle	231,83	6,95
Preis pro Tonne [EUR/t]		259,85		2000	519,69

### Screenshot Optimierungstool.



Gegenüberstellung Prognose (ML) und Messung von FeV Zulegerungen.

Softwaretools entwickelt und aufeinander abgestimmt werden. Im Rahmen von „OptiRoDig“ soll hierzu ein innovatives, digitales System entwickelt werden, über das den Teilnehmenden entlang der Prozesskette die Rohstoffdaten und Prozessanforderungen durch Digitalisierung, Vernetzung, definierte Schnittstellen und Daten-

formate digital auf eine Weise zur Verfügung gestellt werden, dass diese direkt von der Planungssoftware übernommen und unter Einsatz mathematischer Verfahren ausgewertet werden können. Hierzu ist eine umfangreiche und zwischen den Partnern abgestimmte Analytik erforderlich. Nach Abschluss der Entwicklungsphase soll das digitale System für weitere Unternehmen im Rahmen einer Cloud-Lösung zugänglich gemacht werden.

## Erste Ergebnisse

In der für das Projekt erstellten cloudfähigen Web-Anwendung ist es bereits möglich, die Zusammenstellung der Schmelze mit Hilfe eines Simplex-Algorithmus hinsichtlich Kosten und Form (Anteil Späne oder Stückschrott) zu optimieren. Diese Optimierungen können beliebig mit weiteren Randbedingungen ergänzt werden. In dem links zu sehenden Screenshot ist das Ergebnis einer Kostenoptimierung aus der Web-Anwendung in verkürzter Form zu sehen.

Der Schmelzprozess in dem Ofen einer Gießerei soll mit Machine-Learning (ML) modelliert werden, um so die prozesstechnischen Einflussgrößen zu analysieren. Als Beispiel ist in dem links zu sehenden Graphen das Ergebnis der Prognose (mit ML) der benötigten Mengen an Ferrovanadium (FeV) zur Herstellung eines 1.3343-Stahls dargestellt. Als Input dienen die Prozessdaten des Projektpartners Lohmann. Die ML-Modelle werden in die Cloud-Anwendung integriert, sodass eine Gesamtop-optimierung bzgl. metallurgischer Wechselwirkungen in der Schmelze und Gesamtkosten vorgenommen werden kann.

## Zusammenführung der Kompetenzen

Im Verbundvorhaben „OptiRoDig“ sind die wesentlichen Akteurinnen und Akteure der Lieferkette zwischen den Anfallstellen der Metallabfälle und der Stahl-Herstellung zusammengeführt. Ergänzt werden diese durch das Knowhow von Hochschulinstituten.

Der Vorhabenkoordinator ist die RHM Rohstoffhandels-gesellschaft mbH, ein 100prozentiges Tochterunter-nehmen im RHM-Verbund, mit Sitz in Mülheim. Als Schrotthandelsunternehmen hat sich die RHM auf den Sektor hochwertiger Stahllegierungen und angrenzender Metalllegierungen mit seltenen Elementen wie Wolfram, Chrom, Vanadium, Cobalt, Nickel, Titan usw. spezialisiert.

Als Vertreter des „OptiRoDig“-Verbunds agieren die Schmelzwerke der Friedr. Lohmann GmbH mit Sitz in Witen. In ihren beiden Stahlwerken werden Schnellarbeits-, Werkzeug- und Spezialstähle hergestellt sowie hochver-schleißfeste und hitzebeständige Gussteile.

Das Institut für Technologien der Metalle der Universität Duisburg-Essen (UDE) sowie die Hochschule für ange-wandte Wissenschaften Kempten verfügen über lang-jährige Kompetenzen in den Bereichen der Prozessop-timierung, Datenbanksysteme, statische Auswertung und predictive manufacturing.

Von den Ergebnissen profitieren die Partner RHM und Friedr. Lohmann durch eine Optimierung ihrer Prozesse sowie der einsatzorientierten Bewertung der Rohstof-fe. Die Hochschulinstitute können entwickelte Modelle und Algorithmen in der betrieblichen Praxis testen und optimieren. Im zweiten Projektabschnitt von „OptiRo-Dig“ soll dann der Datenaustausch für weitere Betriebe der Recyclingwirtschaft sowie der Gießerei- und Stahl-industrie zugänglich gemacht werden.

Das Projekt „OptiRoDig“ wird im Rahmen der Förder-maßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)“ gefördert.

„ReziProK“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzeptes im FONA-Handlungsfeld 6: „Kreislaufwirtschaft – Rohstoffe effizient nutzen – Abfall vermeiden“ und unterstützt Pro-jekte, die Geschäftsmodelle, Designkonzepte oder digi-tale Technologien für geschlossene Produktkreisläufe entwickeln.

### Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)

Im Rahmen des FONA-Handlungsfelds 6: Kreislaufwirtschaft – Rohstoffe effizient nutzen, Abfall vermeiden

### Projekttitel

OptiRoDig – Optimierung der Rohstoffproduktivität in der Gießerei- und Stahlindustrie aus Produkten der Recyclingwirtschaft durch Nutzung moderner mathematischer Verfahren, Vernetzung und Digitalisierung

### Laufzeit

01.07.2019 – 30.06.2022

### Förderkennzeichen

033R247

### Fördervolumen des Verbundes

1.319.675 Euro

### Internet

reziprok.produktkreislauf.de

### Herausgeber und Redaktion

Vernetzungs- und Transfervorhaben „ResWiInn“

### Gestaltung

PM-GrafikDesign

### Bildnachweis

Friedr. Lohmann GmbH  
Universität Duisburg-Essen  
Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Kempten

### Stand

März 2021

Titelbild: Neuschrotte auf einem Schrottplatz.



### KONTAKT

Michael Mett  
RHM Rohstoffhandels-gesellschaft mbH  
Rheinstraße 141  
45478 Mülheim an der Ruhr  
Telefon: 0208 9992473  
E-Mail: m.mett@rhm-rohstoffe.de

### PROJEKTPARTNER

Friedr. Lohmann GmbH  
Universität Duisburg-Essen (U-DE), Institut für Technologien der Metalle  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten