

# OptiRoDig – durch Digitalisierung und Vernetzung die Sekundär-Rohstoffproduktivität optimieren

## Ausgangssituation und Zielsetzung

In der Gießerei- und Stahlindustrie werden heute bereits ca. 45 % des Rohstoffbedarfs durch Sekundärrohstoffe abgedeckt. Dieser Anteil soll und kann noch erhöht werden.

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.

## Vorgehen / Verfahrensweise

- Analyse von versch. Schrotten nach chemischen und physikalischen Attributen
- Entwicklung des Simplex-Algorithmus zur Feststellung der kostenoptimierten Zusammensetzung aus versch. Schrotten
- Optimierung mit Machine-Learning (ML) zur Erhöhung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen sowie einer Reduzierung des Energieverbrauchs
- Zusammenführung des Simplex-Algorithmus und des Machine-Learning zur Feststellung einer gesamtheitlichen Effizienz

## Ergebnisse

In dem für das Projekt erstellten cloud-fähigen Optimierungstool kann die Zusammenstellung der Schmelze hinsichtlich Kosten mit Hilfe eines Simplex-Algorithmus berechnet werden. Die Randbedingungen (z.B. Anteil Späne) sind flexibel einstellbar.

Optimierungstool

Material & Menge

WERKZEUGSTAHL - CR-MO, CR-MO-V, MO-V	1.3202	5000
WERKZEUGSTAHL - W-V, CR-W-V	1.3207	
WERKZEUGSTAHL MIT NI	1.3208	
WERKZEUGSTAHL - SONSTIGE LEGIERUNGEN	1.3209	
SCHNELLARBEITSSTAHL MIT CO	1.3230	

Restriktionen

STÜCKSCHROTT [%]: 100    SPÄNE [%]: 100    SCHLAMM [%]: 0    STAUB [%]: 0     NUR EIGENE LAGERBESTÄNDE EINBEZIEHEN.

Ergebnis

BERECHNUNGSZEIT: 1,819 SEKUNDEN  
Die Berechnungen konnten erfolgreich beendet werden. Es wurde eine optimale Lösung gefunden.

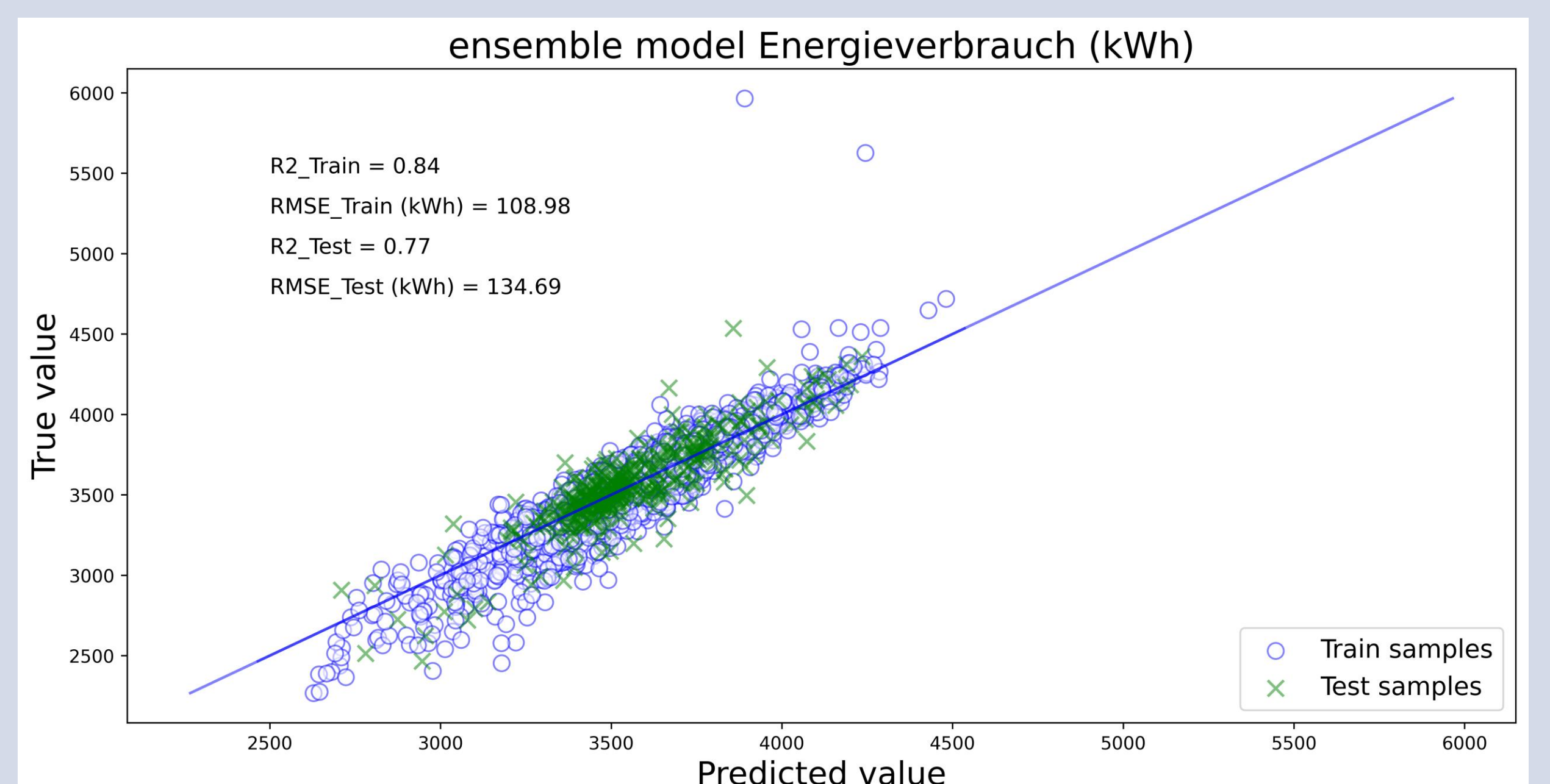
Charge	Form	Kosten [EUR/kg]	Beschreibung	1.3202 [kg]	Gesamtkosten [EUR]	C [%]	Si [%]	Mn [%]
Späne	Späne	0,5		3,08	1,54	0	0	0
WERKZEUGSTAHL - CR-MO, CR-MO-V, MO-V	Stückschrott	0,69		1309,56	903,6	0	0	1,1
WERKZEUGSTAHL - W-V, CR-W-V	Stückschrott	0,89		52,37	46,61	99,5	0	0
WERKZEUGSTAHL MIT NI	Stückschrott	9,6		28,15	270,28	0	0	2,97
WERKZEUGSTAHL - SONSTIGE LEGIERUNGEN	Stückschrott	0,68		2,58	1,75	8,2	0,57	0
SCHNELLARBEITSSTAHL MIT CO	Stückschrott	4,03		120	483,6	0	0	0
WERKZEUGSTAHL - CR-MO, CR-MO-V, MO-V	Stückschrott	21,85		72,28	1579,36	0	0	0
WERKZEUGSTAHL - W-V, CR-W-V	Stückschrott	3,35		1585,56	5311,63	0,8	0,3	0,3
WERKZEUGSTAHL MIT NI	Stückschrott	0,1		233,43	23,34	0	0	0
WERKZEUGSTAHL - SONSTIGE LEGIERUNGEN	Stückschrott	0,1		177	17,7	0	0	0
SCHNELLARBEITSSTAHL MIT CO	Stückschrott	3,04		1416	4304,64	0	0	0
	Preis pro Tonne [EUR/t]			5000	12944,05	1,3	0,1	0,4

Optimierungstool, verzerrte Darstellung (Quelle: UDE)

Die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch beim Schmelzen im MF-Induktionsofen sind:

- Direkte Faktoren der verfügbaren Schrotte (z.B. Geometrie, Schüttdichte, chemische Analyse, Verunreinigungen) ➔ Einschmelzverhalten
- Indirekte Faktoren wie z.B. Prozess-Delays, welche zu einer längeren Einschaltzeit des Ofens führen

Das Schmelzen von Stählen kann als ein nicht-linearer Prozess verstanden werden, welcher sich nur schwierig mit klassischen Methoden wie der linearen Regression modellieren lässt. Aus diesem Grund bietet sich das ML an, welches auch Nichtlinearitäten berücksichtigen kann. Eine Kombination der linearen Optimierung und dem Prozessmodell (ML) kann so eine aus ökonom. und ökolog. Sicht optimierte Gattierungszusammenstellung und Ofenfahrweise liefern.



Ensemble Modell Energieverbrauch (Quelle: HKE)

GEFÖRDERT VOM