

MatSel

Maschinelles Lernen für die Auswahl von Materialrezepten in der Feuerfestindustrie

Programm / Ausschreibung	FORPA, Dissertaionen 2024, Industrienahe Dissertationen 2026	Status	laufend
Projektstart	01.06.2026	Projektende	31.05.2029
Zeitraum	2026 - 2029	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	machine learning; materials production; mechanical properties; sustainable production;		

Projektbeschreibung

Feuerfeste keramische Werkstoffe auf Basis von Alumina und Silica sind für industrielle Hochtemperaturprozesse in der Stahl-, Glas- und Zementproduktion unverzichtbar. Die Herstellung dieser Werkstoffe basiert auf komplexen Rezepturen aus Primärrohstoffen (z. B. Bauxit, Korund), Bindern, Fasern und Rezyklaten. Aufgrund der hohen Variabilität der Rohstoffe und der strengen Anforderungen an die Anwendungseigenschaften ist die manuelle Entwicklung und Überprüfung von Rezepten derzeit extrem zeit- und kostenintensiv.

Das Ziel dieses Dissertationsvorhabens ist die Entwicklung einer datengetriebenen Methode zur Effizienzsteigerung und Automatisierung der Auswahl solcher Rezepturen für Feuerfestprodukte.

Das Vorhaben gliedert sich in drei zentrale Säulen:

1. Prädiktive Modellierung: Entwicklung leistungsfähiger Modelle des maschinellen Lernens (ML), die physikalische und mechanische Werkstoffeigenschaften präzise aus Rohmaterialrezepten und Prozessparametern vorhersagen.
2. Modellinversion zur Rezeptoptimierung: Implementierung von Methoden zur gezielten Auswahl und Optimierung von Materialrezepten. Hierbei wird das ML-Modell invertiert, um für vorgegebene Zieleigenschaften die optimale stoffliche Zusammensetzung zu identifizieren.
3. Automatisierte Workflows: Etablierung von Prozessen zur kontinuierlichen und automatisierten Anpassung der Modelle auf neue Produktgruppen oder veränderte Rohstoffqualitäten.

Durch die Kombination von werkstoffwissenschaftlichem Domänenwissen mit fortgeschrittenen ML-Methoden leistet diese Arbeit einen wesentlichen Beitrag zur Digitalisierung und Ressourcenoptimierung in der Feuerfestindustrie.

Abstract

Refractory ceramic materials based on alumina and silica are indispensable for industrial high-temperature processes in steel, glass, and cement production. The production of these materials is based on complex formulations of primary raw materials (e.g., bauxite, corundum), binders, fibers, and recycled materials. Due to the high variability of the raw materials

and the strict requirements for application properties, the manual development and testing of recipes is currently extremely time-consuming and cost-intensive.

The aim of this dissertation project is to develop a data-driven method for increasing the efficiency and automating the selection of such recipes for refractory ceramics.

The project is divided into three central pillars:

1. Predictive modeling: Development of powerful machine learning (ML) models that accurately predict physical and mechanical material properties from raw material recipes and process parameters.
2. Model inversion for recipe optimization: Implementation of methods for the targeted selection and optimization of material recipes. Here, the ML model is inverted to identify the optimal material composition for specified target product parameters.
3. Automated workflows: Establishment of processes for the continuous and automated adaptation of models to new product groups or changed raw material qualities.

By combining materials science domain knowledge with advanced ML methods, this work makes a significant contribution to digitalization and resource optimization in the refractory ceramics industry.

Projektpartner

- Materials Center Leoben Forschung GmbH