

DigiScreen

Digital Screening - Advancing Digitalisation in Raw Materials Processing with Enhanced Simulation-Driven AI Analytics

Programm / Ausschreibung	Rohstoffe 2024	Status	laufend
Projektstart	01.01.2026	Projektende	31.12.2027
Zeitraum	2026 - 2027	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Screening; Simulation; AI; Raw Materials; Mineral Processing		

Projektbeschreibung

Effizientes und zuverlässiges Sieben ist ein wesentlicher Prozessschritt in der Aufbereitung mineralischer Rohstoffe, der Produktqualität, Produktionsstabilität und Wirtschaftlichkeit direkt beeinflusst. Die Erfassung umfassender Betriebsdaten von Siebanlagen im industriellen Einsatz stellt jedoch eine große Herausforderung dar. Dies liegt unter anderem an der Komplexität dieser schüttgutverarbeitenden Anlagen und betriebsbedingten Einschränkungen, wie der begrenzten Reproduzierbarkeit kritischer Betriebszustände. Diese Faktoren erschweren ein effektives Training von KI-Analysesystemen erheblich, die jedoch wesentlich zur Betriebseffizienz, frühzeitigen Fehlererkennung, sowie Weiterentwicklung moderner Siebanlagen beitragen könnten.

Das Projekt zielt darauf ab, diese Einschränkungen durch fortschrittliche virtuelle Simulationen zu überwinden. Mithilfe moderner multiphysikalischer Partikelsimulationsmethoden wird das komplexe Betriebsverhalten von Siebanlagen realitätsnah nachgebildet, um umfangreiche Datensätze virtuell zu generieren. Dadurch lassen sich auch unübliche und kritische Betriebszustände – die experimentell kaum oder gar nicht reproduzierbar wären – ohne physischen Aufwand und Risiko simulieren und analysieren. Ein zusätzlicher Vorteil dieses virtuellen Ansatzes besteht in der vollständigen Kontrolle der Eingangsdaten, wodurch beispielsweise Eigenschaften oder Zusammensetzungen des Schüttgutstroms gar präziser definiert werden können als in realen Versuchen.

Ein zentrales Ziel ist die Integration dieser virtuell erfassten Daten in KI/ML-Modelle. So können bislang schwer oder gar nicht erfassbare Muster identifiziert und für eine entsprechend fundierte Betriebsanalyse industrieller Siebanlagen genutzt werden. Simulationen ermöglichen dabei gezielte Untersuchungen unterschiedlicher Szenarien, etwa variierende Materialströme, komplexe Schüttguteigenschaften (klebend, weich), asymmetrische Beladungen oder Störungen und Anlagedefekte.

Das Projekt gliedert sich in drei zentrale Teilbereiche:

Physisches Sieben: Implementierung und Durchführung von Messungen an Siebanlagen im industriellen Betrieb, mit naheliegender Sensorik (insb. Schwingbilderfassung) sowie potenzieller erweiterter Sensorik (insb. Akustik und Time-of-Flight), zur Datenerfassung für die Simulationsmodellkalibration und zum Training physisch-basierter KI-Modelle.

Virtuelles Sieben: Entwicklung numerischer Modelle zur Simulation virtueller Siebanlagen, um umfangreiche Betriebsszenarien realitätsnah nachzubilden und dabei synthetische Daten für Trainings virtuell-basierter KI-Modelle zu erfassen.

Datenfusion (KI/ML): Entwicklung und Training von KI-Modellen mit physischen und virtuellen Betriebsdaten sowie deren Validierung an realen Siebanlagen.

Die angestrebten Ergebnisse umfassen nicht nur ein tiefergehendes Verständnis von Siebprozessen, sondern bilden auch die Basis für fortschrittliche, simulations-getriebene, KI-gestützte Zustandserkennung, prädiktive Wartung und frühzeitige Erkennung kritischer Betriebszustände – ohne die hohen Aufwände und Risiken physischer Experimente. Darüber hinaus ermöglichen die entwickelten Modelle ingenieurtechnische Anwendung in der Forschung und Entwicklung, beispielsweise für virtuelles Prototyping. Langfristig kann dieser innovative Ansatz einen bedeutenden Beitrag zu zukünftig sichereren, zuverlässigen und wirtschaftlichen Industrieprozessen leisten und die Digitalisierung in der Rohstoffindustrie nachhaltig vorantreiben.

Abstract

Efficient and reliable screening is a fundamental process step in the processing of mineral raw materials, directly impacting product quality, production stability, and economic efficiency. However, measuring comprehensive operational data from industrial screening equipment poses a significant challenge, mainly due to the complexity of bulk material processing systems as well as operational constraints, such as the limited reproducibility of critical operating conditions. These factors severely hinder effective training of AI-based analysis systems, which could significantly contribute to operational efficiency, early fault detection, and engineering advancements in modern screening technology.

The project aims to overcome these limitations through advanced virtual screening simulations. Using state-of-the-art multiphysics particle simulation methods, the complex operational behaviour of screening equipment is realistically modelled to generate extensive virtual datasets. This enables the simulation and analysis of not only typical but also unusual and even critical operating conditions, i.e., scenarios that would be difficult or even impossible to reproduce experimentally – without the physical efforts or risks. An additional key advantage of this virtual approach is the complete control over input data, which is not even possible by physical means, for example, allowing for an exact definition of the bulk material stream to be loaded on the screen.

A central objective is the integration of these virtually acquired datasets into AI/ML models. This allows for the identification of previously hard- or even impossible-to-detect patterns, which can be leveraged for an extended, in-depth operational analysis of industrial screening systems. This simulative approach facilitates investigations of various scenarios, including fluctuating material flows, complex bulk material properties (e.g. adhesive, soft), asymmetric loading, disturbances, and equipment defects.

The project is structured into three core areas:

Physical Screening: Conducting measurements on industrial screening equipment, utilising standard sensor technology (i.e. oscillation state analysis) as well as potential extending methods (e.g. acoustics and Time-of-Flight) for simulation model calibration and training of physics-based AI models.

Virtual Screening: Development of numerical models to simulate virtual screening processes, enabling realistic reproduction

of extended operating scenarios for generating synthetic datasets for AI training.

Data Fusion (AI/ML integration): Developing and training AI models for both physical and virtual operational data, followed by validation on real-world industrial screening systems.

The anticipated outcomes go beyond a deeper understanding of screening processes; they establish the foundation for advanced simulation-driven AI-based condition monitoring, predictive maintenance, and early detection of critical operating states – without the restrictions, costs, and risks of extensive physical experiments. Furthermore, the developed models enable advanced engineering in research and development, such as virtual prototyping. In the long term, this innovative approach can significantly contribute to safer, more reliable, and economically efficient industrial processes, driving digitalisation in the raw materials sector.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben

Projektpartner

- eSENSEial Data Science GmbH
- Levata GmbH
- IFE Aufbereitungstechnik GmbH
- BECKER 3D GmbH