Projekt des Monats November 2026

# KI-gestützte Partikel- und Faseranalyse in der dynamischen Bildanalyse

**Laborgeräte und Messtechnik erfordern eine umfassende Qualitätssicherung. Das auf Geräte zum Mahlen, Sieben, Teilen und Messen von Feststoffen spezialisierte Unternehmen FRITSCH möchte Messsysteme mithilfe Künstliche Intelligenz weiterentwickeln. Um die Qualität der Mahl-, Sieb- und Teilprozesse sicherzustellen, wird im Demonstrator in KI4KMU-RLP eine automatisierte Partikel- und Faserklassifikation mit dynamischer Bildanalyse erprobt. Dabei besteht die Herausforderung darin, überlappende Fasern möglichst bereits in der ersten Bildaufnahme in Echtzeit zu erkennen. Im Postprocessing können die hochauflösenden Bilddaten separiert, für das Training der KI angepasst und vermessen werden. Diese zusätzlichen Erkenntnisse aus der Qualitätssicherung können für die weitere Optimierung der Mahlwerke und Siebe genutzt werden.**

**Stichworte**: KI, dynamische Bildanalyse, Laborgerätebau, Messtechnik, Partikelanalyse, Qualitätssicherung, KMU, Rheinland-Pfalz

## Worum es geht

In der dynamischen Partikelanalyse der bei FRITSCH produzierten Mahlwerke müssen Proben schnell, präzise und reproduzierbar bewertet werden. Das vorhandene Messsystem A-28 erfasst dafür große Mengen an Graustufenbildern und berechnet Parameter wie Größe, Rundheit, Konvexität oder Fokusqualität. Die qualitative Einordnung, etwa Primärpartikel, Agglomerat, Fremdpartikel oder Faser, ist bisher jedoch nur eingeschränkt automatisiert durch Bilderkennung möglich. Besonders schwierig sind faserförmige Partikel: Sie sind oft dünn, unscharf, teilweise außerhalb der Fokusebene oder überlagern sich. Klassische Bildverarbeitung erkennt sie daher häufig nicht als zusammenhängende Objekte. Im Projekt KI-DIA entsteht ein KI-Verfahren, das Partikel und insbesondere Fasern automatisch erkennt, segmentiert und für die weitere Auswertung nutzbar macht.

## Der erste KI-Baustein läuft

In der ersten Projektphase wurde eine Machbarkeitsstudie zur Analyse überlappender Fasern durchgeführt. Grundlage waren A-28-Bilddaten einer faserhaltigen Probe, unter anderem Grasschnitt beziehungsweise Pferdefutter, mit Messreihen von jeweils rund 2.000 hochaufgelösten Bitmap-Bildern. Da reale Trainingsdaten mit sauber getrennten Fasern nur begrenzt verfügbar sind, wurde ein semi-synthetischer Datensatz erstellt. Dafür wurden reale Faserstrukturen extrahiert und künstlich zu neuen Bildausschnitten mit Überlappungen kombiniert. Anschließend wurde ein YOLO-basiertes Segmentierungsmodell zur schnelleren und valideren (Echtzeit-) Objekterkennung trainiert. Ein Postprocessing verbindet passende Faserabschnitte anhand von Richtung und Abstand. Das zentrale Zwischenergebnis: Überlappende Fasern können grundsätzlich separiert und einzeln weiterverarbeitet werden.

## Überlappende Fasern zuverlässig trennen

Im nächsten Schritt soll die KI überlappende Fasern zuverlässiger voneinander trennen und einzelne Faserstrukturen möglichst vollständig erfassen. Ziel ist es, die Segmentierungsqualität zu verbessern und die Ergebnisse für eine spätere Weiterverarbeitung in der ISS-Auswertungssoftware von FRITSCH bereitzustellen. Parallel wird die Robustheit geprüft: mit Wiederholungsmessungen, weiteren Faserproben, nicht-faserigen Proben sowie Fasern bekannter Größe als Referenz. Technisch werden zudem die spätere ISS-Anbindung vorbereitet.

## Neue Herausforderungen

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass einfache Begrenzungsrahmen für Fasern nicht ausreichen. Dünne Strukturen können abbrechen, sich überlagern oder einem Hintergrund verschwimmen. Zudem ist die Trennung von Vorder- und Hintergrund bei unscharfen Bereichen schwierig. Diese Punkte werden durch bessere Trainingsdaten, optimierte Modellparameter, Postprocessing und die mögliche Nutzung vorhandener ISS-Informationen wie Fokusparameter adressiert.

## Transferpotenzial

Der Ansatz ist über die Faseranalyse hinaus nutzbar. Er zeigt, wie sich aus großen Bilddatenmengen ein KI-gestützter Analyseprozess aufbauen lässt: Daten erfassen, annotieren, semi-synthetisch erweitern, Modell trainieren, Ergebnisse nachverarbeiten und in bestehende Software integrieren. Damit ist die Lösung auch für andere industrielle Bildanalyseaufgaben interessant, etwa Qualitätssicherung, Materialprüfung, Oberflächeninspektion oder Strukturdetektion. Für FRITSCH eröffnet die KI-Integration neue Funktionen in der Partikelanalyse und schafft eine Grundlage für weitere KI-basierte ISS-Module.

Projektsteckbrief: https://www.ki4kmu-rlp.de/wp-content/uploads/Fritsch_KI-DIA_final.pdf

*„Die Zusammenarbeit mit unserem Forschungspartner war von Beginn an durch einen intensiven Austausch geprägt. Eine der größten Unterstützungen für uns war die Übernahme der konkreten technischen Implementierung und die praktische Umsetzung. Gerade bei komplexen Proben ist die Verfügbarkeit repräsentativer Daten entscheidend für die Qualität und Zuverlässigkeit. Da wir bereits mit einer sehr anspruchsvollen Probe arbeiten konnten, erwarten wir eine hohe Übertragbarkeit. Unsere Kunden profitieren von einer direkten Integration in unsere Analysesoftware, einer deutlich verbesserten Datenqualität sowie einer schnelleren und zuverlässigeren Analyse auf Kundenseite. Gleichzeitig sehen wir einen strategischen Vorteil darin, uns durch innovative Funktionen in unsere Mess- und Auswertelösungen im Wettbewerb zu differenzieren. Die enge Verbindung von wissenschaftlichem Know-how, praktischer Umsetzungskompetenz und unserem Anwendungswissen hat sich als entscheidender Erfolgsfaktor erwiesen."*



Dr.-Ing. Dominique Decker, Bereichsleiter Partikelmesstechnik

## Kontakt zum Projekt KI-DIA:

| Praxispartner | Forschungspartner |
|---|---|
| Fritsch GmbH<br>Industriestraße 8<br>55743 Idar-Oberstein<br>www.fritsch.de | Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM)<br>Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern<br>www.itwm.fraunhofer.de |

## Über KI4KMU-RLP

Nachhaltige KI-Innovationen für produzierende KMU in Rheinland-Pfalz, kurz: KI4KMU-RLP, ist ein Projekt, das in Potenzialanalysen und Demonstratoren aufzeigt, wie Künstliche Intelligenz in kleinen und mittleren Unternehmen zur digitalen Transformation von Prozessen beitragen kann. Ziel ist es, gezielte KI-Lösungen für produzierenden Unternehmen zu entwickeln und als Option auch anderen Unternehmen zugänglich zu machen. Ein Forschungskonsortium führender KI-Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz und der DLR-PT stehen hierfür als Tandempartner kleinen und mittleren Unternehmen zu Seite. Die Unternehmen sind dabei als assoziierte Partner in den Forschungsverbund eingebunden. 24 Potenzialanalysen sind dafür angefertigt worden, 12 Demonstratoren werden jetzt erstellt.
Mehr: www.ki4kmu-rlp.de

Impressum: DLR-Projektträger, C. Zettel/B. Ebert, Heinrich-Konen-Straße 1, 53227 Bonn, Foto: Fritsch GmbH