

Entwicklung digitaler, sensorbasierter Methoden zur Charakterisierung von Abfällen

Alexander Egarter & Renato Sarc

Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für Abfallverfahrenstechnik und Abfallwirtschaft

Die repräsentative Charakterisierung von Abfällen bildet das Fundament einer modernen Kreislaufwirtschaft. Sie ist essenziell für die qualitative und quantitative Bewertung von Abfallströmen, die Erfüllung gesetzlicher Nachweispflichten sowie die Optimierung von Behandlungs- und Verwertungsprozessen. Aktuelle Standardverfahren für feste, heterogene Abfälle (z. B. Siedlungs- und Gewerbeabfälle) basieren auf Normen wie der „ÖNORM S 2097: Sortieranalyse von Abfällen“ oder „ÖNORM S 2127: Grundlegende Charakterisierung von Abfallhaufen oder von festen Abfällen aus Behältnissen und Transportfahrzeugen“, oft ergänzt durch Siebanalysen (ÖNORM EN 15415). Aufgrund der signifikanten Heterogenität der Materialgemische (Khodier et al. 2020; Viczek et al. 2021) sind diese manuellen Sortieranalysen jedoch mit einem erheblichen personellen und zeitlichen Aufwand verbunden, was zu einer verzögerten Verfügbarkeit der Ergebnisse führt.

Ziel der vorliegenden Forschung ist die **Entwicklung einer digitalen, sensorbasierten, automatisierten Alternativmethode zur konventionellen Sortieranalyse**. Das Digital Waste Research Lab am Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft der Montanuniversität Leoben bietet hierfür eine modular erweiterbare Forschungsinfrastruktur. Diese spezielle Hard- und Softwarekombination ermöglicht die Erforschung einer berührungslosen Charakterisierung sowohl im Technikums-Maßstab als auch unter realen Produktionsbedingungen, wobei auch mobile Aggregate externer Partner in den Prozess integriert werden können. Die Anlage verfügt über:

- **Multisensorik:** Individuell kombinierbare Sensoren für Nahinfrarot (NIR), RGB-Bildverarbeitung, 3D-Lasertriangulation und Induktion mit Möglichkeit der Datenfusionierung sowie Partikeltracking mit RFID.
- **Datenverarbeitung:** Eine zentrale Recycling Analysis Plattform, welche sämtliche Sensordaten in Echtzeit synchronisiert, visualisiert und für komplexe Datenfusionen auf Partikelebene bereitstellt.
- **Prozessflexibilität:** Neben der Analyse einzelner Objekte sowie der Kreislaufführung von verschiedenen Probenvoluminas ermöglichen ein vorgeschaltetes Dosieraggregat und adaptive Fördertechnik die Untersuchung kontinuierlicher Materialströme von mehreren Tonnen (*Industrial Scale*).

Aufbauend auf den Vorarbeiten von Egarter (2025) sowie Kandlbauer et al. (2024) wird eine standardisierbare Methode zur digitalen Sortieranalyse entwickelt. Diese zielt darauf ab, Parameter wie **Korngrößenverteilung, Materialzusammensetzung, Störstoffanteile und Massenströme** mit minimalem Zeitversatz zu bestimmen. Um die Aussagekraft oberflächenbasierter Sensorik zu steigern, werden **KI-Modelle zur Objektwiedererkennung** implementiert. Langfristiges Ziel ist es, eine standardisierte Methode zu erarbeiten, mit der Ergebnisse generiert werden, die hinsichtlich ihrer Validität und Präzision mit konventionellen Normverfahren vergleichbar sind und gleichzeitig die **Effizienz der Abfallanalytik signifikant steigern**.