

## EsKorte

Entwicklung und Erprobung eines sensorgestützten Stoffstromüberwachungssystems für Kunststoffrecyclingtechnologien

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 32. AS PdZ - Nationale Projekte 2019	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.03.2020	<b>Projektende</b>	27.08.2023
<b>Zeitraum</b>	2020 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	42 Monate
<b>Keywords</b>	Sensorgestützte Sortierung, Stoffstromüberwachung, Kunststoffe, Plastik, Recycling		

### Projektbeschreibung

Die Recyclingrate von Altkunststoffen in Österreich beträgt derzeit nur 28 %, muss aber gemäß der EU-Vorgaben bis zum Jahr 2030 auf 55 % steigen. Gegenwärtig ist die Erreichung dieses Ziels technisch noch nicht möglich, da Schwankungen im Aufkommen und in der Zusammensetzung der gesammelten Leichtverpackungsabfälle und das Auftreten von Störstoffen die Effizienz sensorgestützter Sortierverfahren beeinträchtigen. Im Projekt EsKorte werden daher grundlagenorientierte Untersuchungen zur Entwicklung und Erprobung eines sensorgestützten Stoffstromüberwachungssystems für Kunststoffrecyclingtechnologien durchgeführt. Ziel des Projekts ist es, eine intelligente Vernetzung der maschinellen Anlagenkomponenten im Labormaßstab zu ermöglichen und somit die Grundlagen zu schaffen, bis 2030 eine Recyclingrate von mindestens 55 % zu erreichen, was einer Verdopplung im Vergleich zum Stand der Technik entspricht.

### Abstract

At present the recycling rate of waste plastics in Austria accounts for 28 %, but has to rise according to EU requirements to 55 % by the year 2030. Currently the achievement of this aim is technically impossible, because variations in the amount and composition of collected lightweight packaging waste and the occurrence of problematic substances impairs the efficiency of sensor-based sorting technologies. Consequently, in the EsKorte project fundamental research for the development and testing of a sensor-based material flow monitoring system for plastic recycling technologies are conducted. Aim of the project is to allow for an intelligent interaction of sorting machinery to create fundamental knowledge in laboratory scale to increase the recycling rate to a minimum of 55 % by the year 2030 which corresponds to a doubling compared to the state of the art.

### Endberichtkurzfassung

Zusammenfassung der Projektergebnisse

Im Projekt EsKorte wurde Inline-Sensortechnik für Monitoring und/oder Optimierung von Sortierprozessen in Sortieranlagen für Leichtverpackungsabfälle untersucht. Diese Innovation kann zur Erhöhung der Menge und Qualität der recycelbaren Sortierfraktionen führen. Für die Realisierung dieses Ziels wurden die folgenden Sensoren in der ersten Phase individuell auf

ihr Nutzungspotential untersucht: Optische Sensoren im Nahinfraroten ( NIR ) und sichtbaren Lichtbereich ( VIS ), Induktionssensoren für die Detektion von Metallen, sowie Volumenstromsensoren basierend auf 3D-Lasertriangulation oder LiDAR -Technologie. Die Sensoren wurden in weiterer Folge mittels Sensorfusion kombiniert. Außerdem wurde untersucht, inwiefern die Daten von den in den Anlagen bereits existierenden sensorbasierten Sortierern genutzt werden könnten.

Neben der Untersuchung der Anwendungsmöglichkeiten verschiedener Sensortypen war insbesondere auch die Erforschung der Sensoranbindung ein Forschungsschwerpunkt. Konkret untersucht wurden hierbei Schnittstellen, Verschaltungskonzepte, Cloudanbindung , sowie die Integration und Fusion von Daten. Diese Daten wurden umfassenden Analysen unterzogen, mitunter auch unter der Nutzung von Machine-Learning-Modellen .

In mehreren Versuchsreihen, viele davon im Anlagenmaßstab, konnte gezeigt werden, dass durch sensorbasiertes Stoffstrommonitoring (SBMM) Live-Daten über die Stoffstromzusammensetzung , den Durchsatz , sowie Störfälle (z.B. Verstopfung oder Anlagenstillstand) gesammelt und visualisiert werden können. Diese Daten wurden beispielsweise genutzt, um die Funktionsweise einzelner Aggregate ( Trommelsieb, Sensorbasierter Sortierer, Wirbelstromscheider und Delabelling-Aggregat ), oder die Qualität der Outputströme zeitlich hochaufgelöst zu beobachten. In einer Versuchsreihe konnte basierend auf den SBMM-Daten der Trennschnitt eines Trommelsiebes verändert und somit die Verteilung der Volumenströme optimiert werden. In Folge dieser Untersuchungen konnte die Produktionsquote der Sortieranlage um bis zu 18 Ma.-% erhöht werden, was das konkrete Potential der Forschungsthemen aufzeigt. In einer weiteren Versuchsreihe wurden die Sensordaten eines sensorbasierten Sortierers genutzt, um Ausbringen und Reinheit der Sortierprodukte vorherzusagen . Ein weiteres exemplarisches Forschungsergebnis betrifft die Überwachung der Qualität der Outputströme. Es konnte gezeigt werden, dass die Genauigkeit eines NIR-Sensors ( $\pm 0,31$  Ma.-%) die Genauigkeit einer manuellen Probenahme und Sortieranalyse nach Stand der Technik ( $\pm 0,8$  Ma.-% bis  $\pm 6,7$  Ma.-%) deutlich überschreitet und somit sensorbasiertes Qualitätsmonitoring eine bessere Methode für die kontinuierliche Qualitätssicherung darstellen kann. Die Erkenntnisse der einzelnen Versuchsreihen wurden abschließend zusammengeführt, um ein Konzept für ein modulares Stoffstromüberwachungssystem zu erarbeiten, welches das Potential von Sensoren an verschiedenen Stellen in der Anlage beschreibt. Die erarbeiteten Szenarien beinhaltet neben der möglichen ökologischen und ökonomischen Betriebsoptimierung auch die potenzielle Datennutzung entlang der Wertschöpfungskette. Dadurch könnten in Zukunft die sensorbasierten Informationen über den Stoffstrom für die Optimierung der Kreis von Kunststoffen genutzt werden.

---

## Summary of project results

The EsKorte project investigated inline sensor technology for monitoring and/or optimising sorting processes in sorting plants for lightweight packaging waste. This innovation can lead to an increase in the quantity and quality of recyclable sorting fractions. To realise this goal, the following sensors were individually examined for their potential use in the first phase: optical sensors in the near-infrared ( NIR ) and visible light ( VIS) range, induction sensors for the detection of metals, as well as volume flow sensors based on 3D laser triangulation or LiDAR technology . The sensors were subsequently combined using sensor fusion. The extent to which the data from the existing sensor-based sorters in the plants could be utilised was also investigated.

In addition to investigating the possible applications of different sensor types, research also focussed on sensor connectivity. Specifically, interfaces, interconnection concepts, cloud connections and the integration and fusion of data were analysed. This data was subjected to comprehensive analyses, including the use of machine learning models .

In several series of tests, many of them on a plant scale, it was shown that sensor-based material flow monitoring (SBMM) can be used to collect and visualise live data on the material flow composition , throughput, and malfunctions (e.g. blockages or plant downtime). This data was used, for example, to monitor the functioning of individual units ( drum screen, sensor-based sorter, eddy current separator, and delabelling unit ) or the quality of the output streams with high temporal resolution. In a series of tests, the screen cut of a drum screen was changed based on the SBMM data and the distribution of the volume flows was thus optimised. As a result of these investigations, the production rate of the sorting plant was increased by up to 18 wt%, which demonstrates the enormous potential of the research topics. In a further series of tests, the sensor data from a sensor-based sorter was used to predict yield and purity of the sorted products. Another exemplary research result concerns the monitoring of the quality of the output streams. It was shown that the accuracy of an NIR sensor ( $\pm 0.31$  wt%) significantly exceeds the accuracy of manual sampling and sorting analysis according to the state of the art ( $\pm 0.8$  wt% to  $\pm 6.7$  wt%) and that sensor-based quality monitoring can therefore be a better method for continuous quality assurance. The findings of the individual test series were then summarised to develop a concept for a modular material flow monitoring system that describes the potential of sensors at various points in the plant. In addition to the possible ecological and economic optimisation of operations, the scenarios developed also include the potential use of data along the value chain. Therefore, the sensor-based information on the material flow could be used to optimise the plastics cycle in the future.

## **Projektkoordinator**

- Montanuniversität Leoben

## **Projektpartner**

- Brantner Environment Group GmbH
- EVK DI Kerschhaggl GmbH
- Siemens Aktiengesellschaft Österreich
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen
- Siemens Advanta Solutions GmbH