Leistungsfähigere Systeme zur Sortierung und zum Recycling von schwarzen Kunststoffen leisten einen wichtigen ökologischen Beitrag für die Umwelt.

MEHR DURCHBLICK AUF DEM FÖRDERBAND

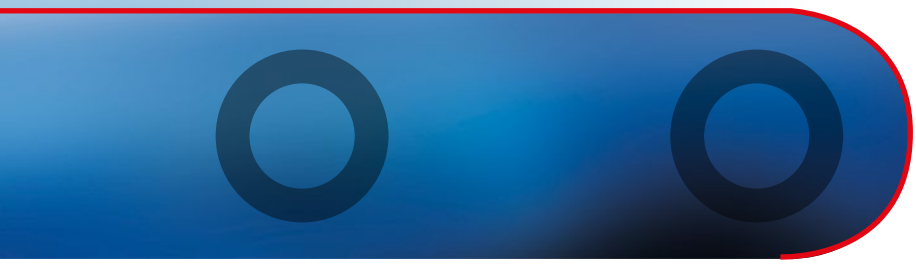
Konventionelle Sortiertechnologien erkennen schwarze Kunststoffe kaum. Die MWIR-Hyperspektralkamera Specim FX50 ermöglicht erstmals das präzise Sortieren auf Basis chemischer Materialeigenschaften – selbst bei rußbasierten Kunststoffen. Wie das funktioniert.

MINNA TÖRMÄLÄ

Kunststoffe sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Die weltweite Produktion liegt bei über 380 Mio. Jahrestonnen. Ein beträchtlicher Anteil dieser Kunststoffe ist schwarz. Sie werden wegen ihrer Ästhetik, Haltbarkeit und Funktionalität in stark nachgefragten Branchen wie der Automobilherstellung, der Elektronik und der Lebensmittelverpackung ausgewählt. Schwarze Kunststoffe stellen jedoch aufgrund ihrer lichtabsorbierenden Eigenschaften, die sie für herkömmliche Recyclingverfahren „unsichtbar" machen, eine große Herausforderung für das Recycling dar. Dies hat dazu beigetragen, dass die Recyclingquote für schwarze Kunststoffe niedrig ist, was zu einem wachsenden Umweltproblem führt.

Bild: Specim

Im MWIR-Bereich weisen Kunststoffe aufgrund ihrer molekularen Zusammensetzung unterschiedliche spektrale Merkmale auf. Diese „spektralen Fingerabdrücke“ ermöglichen es der MWIR HSI-Technologie, verschiedene Kunststoffe unabhängig von ihrer Farbe zu unterscheiden.

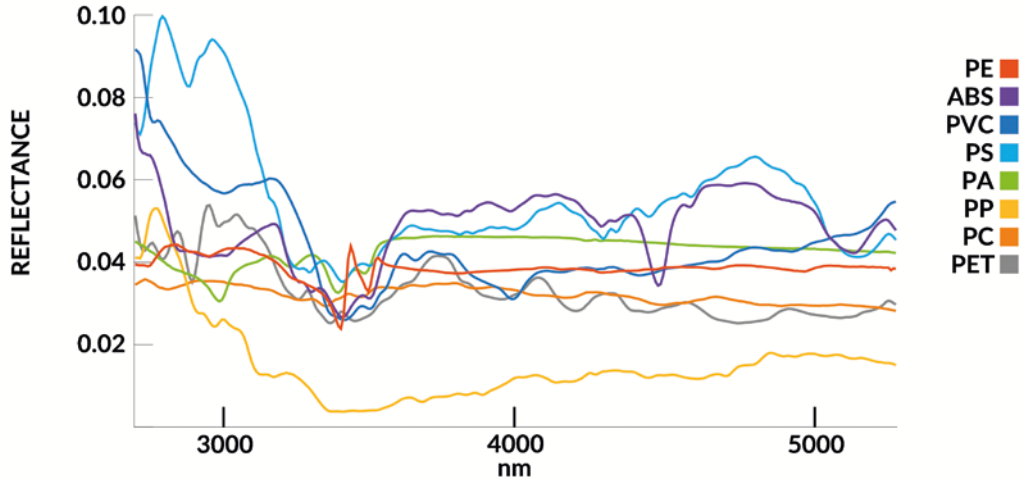


WARUM GIBT ES SCHWARZE KUNSTSTOFFE UND WELCHES PROBLEM VERURSACHEN SIE?

Schwarze Kunststoffe werden in der Regel aus recycelten Materialien hergestellt, um Unvollkommenheiten oder Unstimmigkeiten in der Farbe zu verbergen. Ihre Herstellung trägt dazu bei, dass Kunststoffe nicht auf Mülldeponien landen, indem farbige Kunststoffe in neuen Anwendungen wiederverwendet werden. Die Ruß-Pigmentierung, die diesen Kunststoffen ihre schwarze Farbe verleiht, absorbiert jedoch auch Licht, sodass sie von der Nahinfrarot-Technologie (NIR), die üblicherweise in Sortiersystemen verwendet wird, nicht erkannt werden.
Grund dafür ist, dass die NIR-Technologie auf der Reflexion von Licht im nahen Infrarotspektrum beruht, um Materialien auf der Grundlage ihrer spezifischen Spektralsignatur zu identifizieren. Durch die Absorption fast aller NIR-Wellenlängen können NIR-basierte Systeme nicht zwischen verschiedenen Arten von schwarzen Kunststoffen unterscheiden oder sie überhaupt erkennen, was zu erheblichen Ineffizienzen bei Recycling- und Sortierprozessen führt.
Dies führt zu einer unsachgemäßen Sortierung, bei der schwarze Kunststoffe häufig aus dem Recyclingstrom ausgeschlossen und auf Deponien entsorgt werden. In einer Welt, in der Regierungen zunehmend strengere Recyclingvorschriften erlassen, stellt dies ein erhebliches Problem dar. Viele Regionen verlangen von den Herstellern, dass sie einen höheren Anteil an recycelten Kunststoffen in neuen Produkten verwenden. Ohne wirksame Lösungen für das Recycling von schwarzen Kunststoffen ist es jedoch schwierig, diese Ziele zu erreichen.

WIE MACHT MWIR-HYPERSPEKTRALANALYSE SCHWARZE KUNSTSTOFFE SICHTBAR?

Hier kommt die Hyperspektrale Bildverarbeitung (Hyperspectral Imaging, HSI) im mittleren Infrarotbereich (MWIR) ins Spiel: Diese Technologie kann die Herausforderungen bei der Sortierung von schwarzen Kunststoffen bewältigen. Während herkömmliche Nahinfrarot-Systeme (NIR) im Wellenlängenbereich von 0,9 bis 1,7 µm angesiedelt sind und schwarze Kunststoffe aufgrund der lichtabsorbierenden Ruß-Pigmente nur schwer erkennen können, arbeitet MWIR HSI im Spektralbereich von 3 bis 5 µm. In diesem längeren Wellenlängenbereich dominiert der Ruß das Absorptionsspektrum nicht.
Im MWIR-Bereich weisen Kunststoffe aufgrund ihrer molekularen Zusammensetzung unterschiedliche spektrale Merkmale auf. Diese „spektralen Fingerabdrücke“ ermöglichen es der MWIR HSI-Technologie, verschiedene Kunststoffe unabhängig von ihrer Farbe zu unterscheiden. Selbst schwarze Kunststoffe, die normalerweise für NIR-Systeme unsichtbar sind, können damit zuverlässig identifiziert werden, da ihre Molekularstrukturen das Licht im MWIR-Spektrum unterschiedlich reflektieren. Die MWIR-Hyperspektralbildgebung kann somit die intrinsische chemische Zusammensetzung von schwarzen Kunststoffen erkennen und ihre einzigartigen spektralen Fingerabdrücke identifizieren. MWIR-Sensoren sind so-



Kunststoffe weisen aufgrund ihrer molekularen Zusammensetzung im MWIR-Bereich unterschiedliche spektrale Merkmale auf und können dort daher mit hyperspektraler Bildverarbeitung unabhängig von ihrer Farbe unterschieden werden.

Bild: Specim

mit anders als NIR-Technologien in der Lage, zwischen verschiedenen Arten von schwarzen Kunststoffen zu unterscheiden. Die MWIR-Hyperspectral-Imaging-Technologie von Specim überwindet also die grundlegenden Einschränkungen von NIR-basierten Systemen und bietet eine zuverlässige, skalierbare und automatisierte Lösung für die Sortierung von schwarzen Kunststoffen. Dies eröffnet generell neue Möglichkeiten zur Materialidentifizierung.
Durch das Erfassen dieser spektralen Details ermöglicht MWIR HSI eine genaue, berührungslose optische Sortierung von schwarzen Kunststoffen in Echtzeit, wodurch die Recyclingeffizienz erheblich gesteigert wird. Diese optische Methode bietet eine effiziente Alternative zu herkömmlichen Sortierverfahren, die auf der Schwerkraft beruhen und große Mengen an Wasser, Salz und anderen Ressourcen verbrauchen, was zur Umweltverschmutzung beiträgt.

WAS LEISTET DIE MWIR-HYPERSPEKTRALKAMERA IN DER PRAXIS?

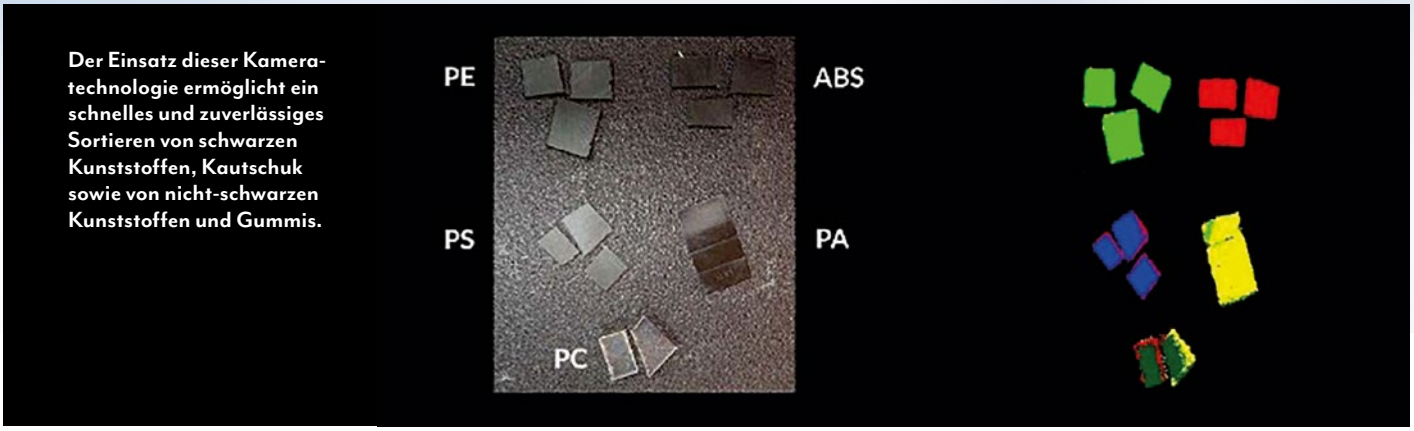
Die Hyperspektralkamera Specim FX50 ist ein Werkzeug für das Sortieren von schwarzen Kunststoffen. Sie ist laut Hersteller die einzige Hyperspektralkamera auf dem Markt, die den gesamten MWIR-Spektralbereich von 2,7 bis 5,3 µm abdeckt, der für die genaue Sortierung von schwarzen Kunststoffen erforderlich ist. Aufgrund dessen ermöglicht die Kamera das schnelle und zuverlässige Sortieren von schwarzen Kunststoffen, Kautschuk sowie von nicht-schwarzen Kunststoffen und Gummis.
Die Specim FX50 wurde speziell für industrielle Anwendungen entwickelt und nutzt die Push-Broom-Technologie für das präzise Erkennen von Kunststoffen und Gummi bei hohen Geschwindigkeiten, was das Sortieren mit hohem Durchsatz auf Förderbändern ermöglicht. In einem realen Szenario kann sie bis zu 300 kg Kunststoffflocken pro Minute mit einer Genauigkeit von annähernd 99 % verarbeiten und so die Sortiergeschwindigkeit und -effizienz drastisch verbessern.

WO KOMMT HYPERSPEKTRALE SORTIERUNG BEREITS ZUM EINSATZ?

Branchen, die in hohem Maße auf schwarze Kunststoffe angewiesen sind, wie die Automobil-, Elektronik- und Verpackungsindustrie, können am meisten von dieser Technologie profitieren. Schwarze Kunststoffe werden beispielsweise in großem Umfang für Armaturenbretter, Stoßstangen und Verkleidungskomponenten in der Automobilindustrie verwendet. Indem MWIR HSI ein effektives Sortieren dieser Materialien ermöglicht, kann es den Automobilherstellern helfen, ihre Recyclingziele zu erreichen und die Umweltauswirkungen der Fahrzeugproduktion zu reduzieren.
In der Elektronikindustrie sind schwarze Kunststoffgehäuse allgegenwärtig - von Smartphones bis hin zu Haushaltsgeräten. Mit Hyperspektraler Bildverarbeitung im MWIR-Bereich können Recyclingunternehmen schwarze Kunststoffe effizient aus ausrangierten Elektronikgeräten aussortieren und so den Herstellern helfen, die immer strengeren Vorschriften für Elektroschrott einzuhalten. Auch die Lebensmittelverpackungsindustrie kann von dieser Technologie profitieren. Schwarze Kunststoffschalen werden häufig für Fertiggerichte und andere Lebensmittelprodukte verwendet. MWIR HSI sortiert diese Schalen effektiv heraus und trägt so dazu bei, die Menge an Lebensmittelverpackungsabfällen zu reduzieren, die auf Mülldeponien landen.
Mehrere Hersteller von Sortiermaschinen setzen die Hyperspektral-Technologie von Specim bereits für verschiedene Prozessschritte in diversen Echtzeit-Sortierverfahren ein, wo sie unterschiedliche Arten von schwarzen Polymeren im industriellen Maßstab erfolgreich trennen. Der ausschlaggebende Grund für die Entscheidung dieser Unternehmen besteht darin, dass Specims MWIR-Hyperspectral-Imaging-Technologie derzeit die einzige optische Methode darstellt, die in der Lage ist, die Sortierung verschiedener Arten von schwarzen Kunststoffen zu automatisieren: Aktuell gibt es neben der Specim FX50 keine weitere Hyperspektralkamera auf dem Markt,

Die Kamera deckt den gesamten MWIR-Spektralbereich von 2,7 bis 5,3 µm.

Bild: Specim



Der Einsatz dieser Kameratechnologie ermöglicht ein schnelles und zuverlässiges Sortieren von schwarzen Kunststoffen, Kautschuk sowie von nicht-schwarzen Kunststoffen und Gummis.

Bild: Specim

die den gesamten Spektralbereich des mittleren Wellenlinfrarots (MWIR) von 2,7 bis 5,3 µm abdeckt, der für die Sortierung schwarzer Kunststoffe erforderlich ist.

ÖKOLOGISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE VORTEILE DES RECYCLINGS SCHWARZER KUNSTSTOFFE

Die Möglichkeit, schwarze Kunststoffe zu sortieren und zu recyceln, bringt erhebliche ökologische und wirtschaftliche Vorteile. Durch das Recycling schwarzer Kunststoffe wird verhindert, dass sie auf Mülldeponien oder in Verbrennungsanlagen gelangen, wodurch die Umweltverschmutzung verringert und wertvolle Ressourcen geschont werden. Dieser Ansatz hilft zudem, den Kreislauf von Kunststoffabfällen zu schließen, und unterstützt den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, in der Materialien wiederverwendet statt weggeworfen werden. Wirtschaftlich gesehen bietet das Recycling schwarzer Kunststoffe Kosteneinsparungen für die Hersteller. Durch die Möglichkeit der Wiederverwendung von schwarzen Kunststoffen in neuen Produkten wird der Bedarf an neuen Materialien verringert, was die Produktionskosten senkt. Gleichzeitig können Unternehmen Strafen für die Nichteinhaltung von Recyclingvorschriften vermeiden.

Das Integrieren der MWIR-Hyperspektral-Bildverarbeitung in Recyclingprozesse kommt nicht nur einzelnen Branchen zugute, sondern steht auch im Einklang mit umfassenderen globalen Nachhaltigkeitszielen. Die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen, insbesondere Ziel 12 (Verantwortungsvoller Konsum und Produktion), betonen die Bedeutung der Abfallreduzierung und der Steigerung der Ressourceneffizienz. Die MWIR-Hyperspektralbildverarbeitung hilft der Industrie, diese Ziele und Vorschriften einzuhalten und zu einer nachhaltigeren Zukunft beizutragen, indem sie das effiziente Recycling von schwarzen Kunststoffen ermöglicht. In dem Maße, in dem immer mehr Länder die erweiterte Herstellerverantwortung (Extended Producer Responsibility, EPR) einführen, die Hersteller dazu verpflichtet, den Lebenszyklus ihrer Produkte, einschließlich Entsorgung und Recycling, zu verwalten, wird die MWIR-HSI-Technologie zu einem wichtigen Instrument für die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen. In Regionen wie Europa, in denen solche Vorschriften bereits gelten, kann die Einführung dieser Technologie den Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. ■

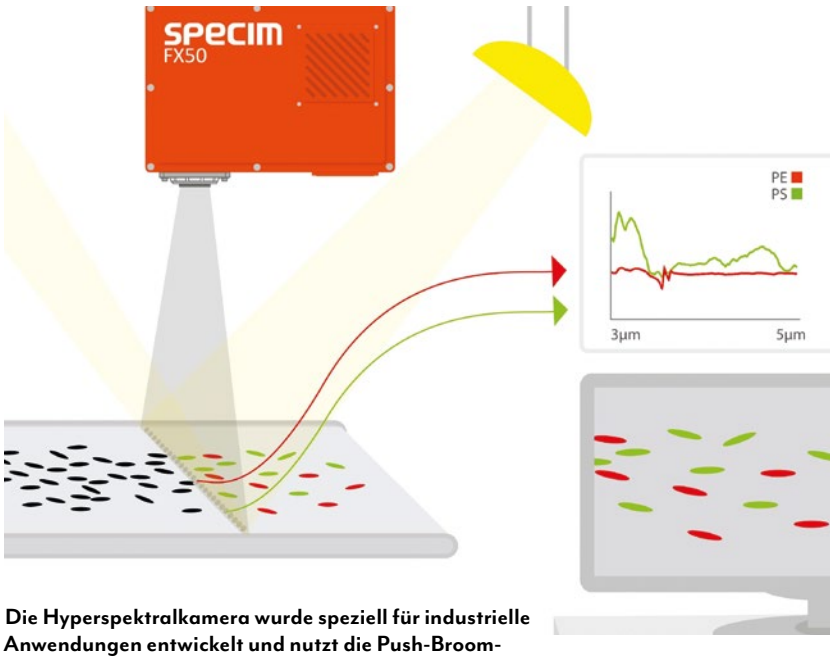


Bild: Specim

Die Hyperspektralkamera wurde speziell für industrielle Anwendungen entwickelt und nutzt die Push-Broom-Technologie zur präzisen Erkennung von Kunststoffen und Gummi bei hohen Geschwindigkeiten.