



Bild: Specim/Shutterstock

Dank hyperspektraler Technologie zu weniger Müll

Seit dem Jahr 2018 gelten neue EU-Richtlinien für das Recycling von Stoffen und Textilien. Ziel dieses für die Umwelt sehr wichtigen Projekts ist es, ab 2025 weltweit alle Textilien wiederzuverwenden. Hyperspektrale Bildverarbeitung des finnischen Unternehmens Specim bietet die technischen Voraussetzungen für die erfolgreiche Erreichung dieses ehrgeizigen Ziels.

Die Textilindustrie verursacht einen beträchtlichen Teil der Umweltverschmutzung, unter der die Menschheit weltweit zunehmend leidet. Die Gründe dafür sind vielfältig. Zum einen erfordert die Herstellung der Stoffe und der Kleidung einen hohen Einsatz von Ressourcen, insbesondere zum Beispiel bei Baumwolle einen immensen Wasserverbrauch. Zum anderen

landet ein Grossteil gebrauchter und neuer Textilien – aktuelle Schätzungen liegen bei rund 16 Millionen Tonnen pro Jahr – auf Mülldeponien, obwohl zumindest eine teilweise Wiederverwendung der Materialien möglich wäre. Zudem gelangen die Rückstände aus synthetischen Textilfasern mehr und mehr in Böden und Gewässer, wo sie als Mikroplastik die Existenz ganzer Tierarten und über die

>> Ein grosser Teil aller Textilien kann mit Hilfe der hyperspektralen Bildgebung und eines geeigneten Klassifizierungsalgorithmus automatisch sortiert werden. <<

Esko Herrala, Mitgründer und Senior Application Specialist Specim



Bild: Specim

Nahrungsketten auch den Menschen gefährden. Mitverantwortlich für diese negative Entwicklung ist der Trend, Kleidung immer häufiger durch neue zu ersetzen. Unternehmen der Modebranche stellen dafür zunehmend mehr Kollektionen pro Jahr vor. Wo früher je eine neue Sommer- und Winterkollektion auf den Markt kam, sind heute bis zu 25 Neuvorstellungen pro Jahr keine Seltenheit mehr.

Um die schwerwiegenden Folgen dieser Entwicklungen für die Umwelt zu reduzieren, ist es erforderlich, den Recyclinganteil von Textilien signifikant zu steigern. Mit den aktuellen manuellen Methoden

ist dies jedoch nicht zu schaffen, da Mitarbeiter das Sortieren unterschiedlicher Stoffe nicht mit der erforderlichen Schnelligkeit und Ausdauer durchführen können und zudem ein spezielles Wissen zu den unterschiedlichen Textilsorten erforderlich ist: Die zuverlässige Identifizierung und Trennung von unterschiedlichen Fasertypen sowie von Stoffen mit Mischgewebe nur anhand des Aussehens ist per Hand nahezu unmöglich. Erschwerend kommt hinzu, dass derartige Arbeitsplätze in der Regel sehr unhygienisch und aufgrund eventueller Giftstoffe in den zu sortierenden Textilien sogar potenziell ge-

Anzeige

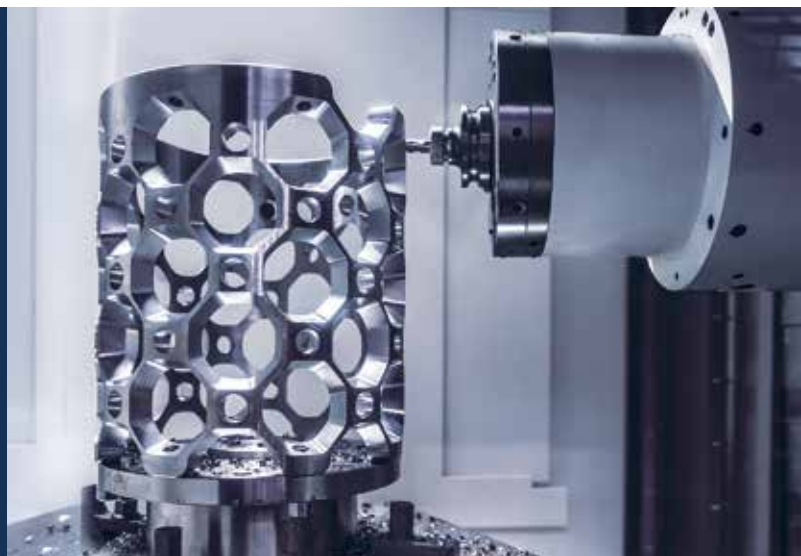
Ihre Spezialisten für den Werkzeugmaschinenbau

**Kurze Markteinführungszeiten,
Materialwechsel oder Kosten-
reduktion? Wir unterstützen Sie mit:**

- Co-Engineering und Rapid-Prototyping
- Mischungsentwicklungen für massgeschneiderte Werkstoffe
- Automatisierten Bestellprozessen und optimierter Lagerhaltung

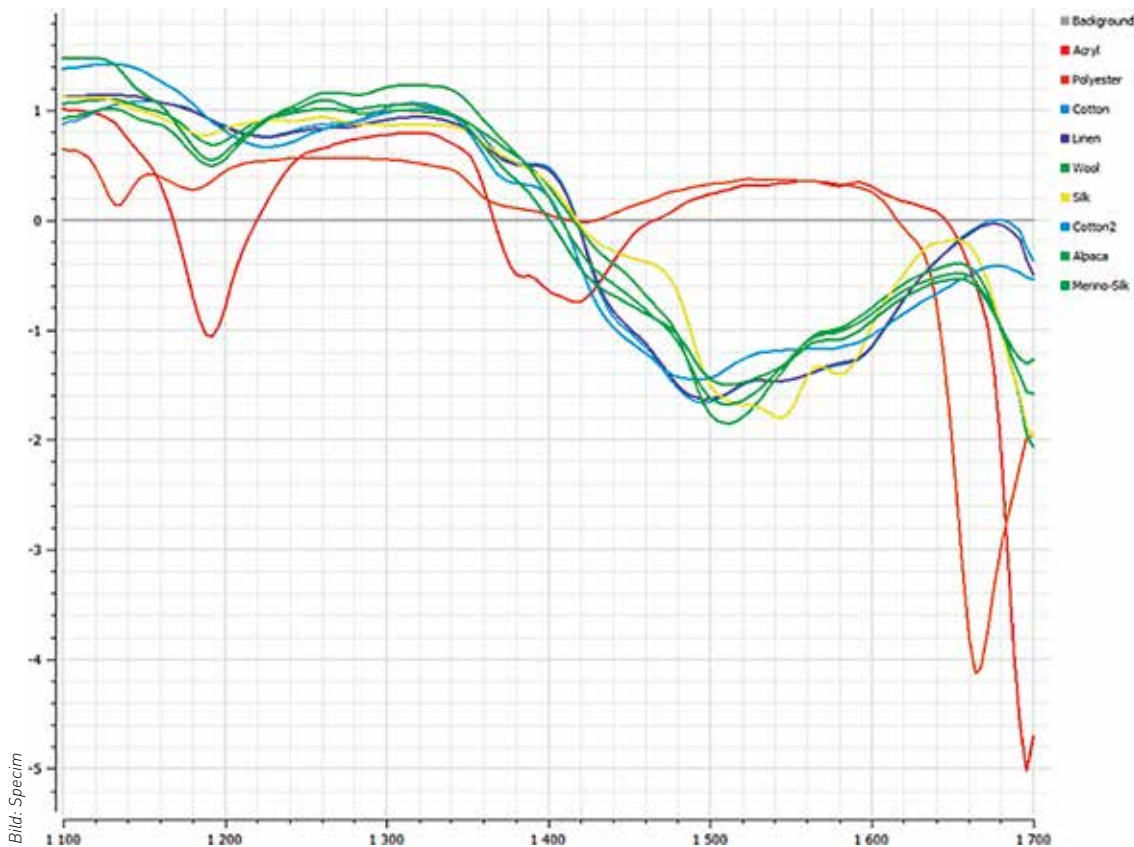
Jetzt mehr erfahren:

maagtechnic.ch/werkzeugmaschinen



MAAGTECHNIC
an **ERIKS** company

Unterschiedliche Textilien haben individuelle spektrale Kennlinien, anhand derer eine Klassifizierung der Stoffe möglich ist.



fährlich sind. Langfristig gesehen ist die manuelle Sortierung von Textilien aus diesen Gründen daher extrem kostspielig.

Neue EU-Richtlinien gegen Textilmüll

Die Europäische Union hat zur Bekämpfung von Textilmüll im Jahr 2018 neue Richtlinien beschlossen und ihren Mitgliedsstaaten eine Deadline gesetzt: Bis zum Jahr 2025 sollen sie sämtliche Textilien komplett recyceln. Dieses ehrgeizige Ziel lässt sich nach aktuellem Stand der Technik nur mit wenigen Methoden erreichen. Hyperspektrale Bildverarbeitung ist eine dieser Technologien, weiss Esko Herrala. Der Mitgründer und Senior Application Specialist des finnischen Unternehmens Specim befasst sich schon seit vielen Jahren mit der Frage, wie man verschiedene Materialien wirtschaftlich und sicher trennen und recyceln kann, und hat zu diesem Thema an einem Bericht des «Committee for the Future» für das finnische Parlament mitgearbeitet. Ziel dieses Berichts war es herauszufinden, wie Finnland von der Bildverarbeitungsbranche profitieren und in welchen Anwendungsfeldern diese Technologie eingesetzt werden kann.

«Ich war dabei für das Thema Kreislaufwirtschaft verantwortlich und habe verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Photonik-Systemen im Bereich der Mülltrennung aufgezeigt», so Herrala. Während einer Präsentation der Ergebnisse im Parlament in Helsinki hat die finnische Regierung im Jahr 2019 die Sortierung von Textilien dann als priorisierten

Anwendungsbereich festgelegt und als Ziel definiert, bis 2023 den kompletten Textilmüll des Landes zu sammeln und zu recyceln. «Finnland ist bereits im Bereich der Plastik- und Bauschutt-Sortierung eines der weltweit führenden Länder und möchte auch das grosse wirtschaftliche Potential des Textilrecyclings mit innovativen Lösungen nutzen», erläutert der Specim-Mitgründer.

Hyperspektrale NIR-Systeme als Lösungsweg

Ab Ende 2019 befasste sich Specim intensiv mit der Aufgabenstellung und suchte nach geeigneten Partnern. Für den Hersteller von NIR-Hyperspektralkameras war klar, dass diese Technologie als mögliche Lösungsbasis für die Textilsortierung in Frage kam. «Zunächst muss man wissen, dass unterschiedliche Textilien individuelle spektrale Kennlinien aufweisen, anhand derer eine Klassifizierung der Stoffe möglich ist. Stoffe bestehen entweder aus natürlichen Fasern wie zum Beispiel Baumwolle, aus tierischen Fasern wie beispielsweise Schafwolle oder aus synthetischen Fasern wie Polyester. Häufig werden auch Mischgewebe aus verschiedenartigen Fasern hergestellt», erläutert Herrala. «Die unterschiedlichen Materialien unterscheiden sich in ihren chemischen und molekularen Strukturen. Dadurch reagieren diese Stoffe auf elektromagnetische Wellen verschiedener Wellenlänge unterschiedlich in der Art, wie sie diese absorbieren, reflektieren oder passieren lassen.»

Diese Eigenschaft lässt sich nutzen, um mit hyperspektralen Bildverarbeitungssystemen eine

Spektralanalyse von Textilien auf Basis des reflektierten Lichts vorzunehmen. Spezielle Kameras mit Wellenlängen im Nahen Infrarot-Bereich (NIR) in Kombination mit einem Spektrografen ermöglichen eine eindeutige Identifizierung der chemischen Zusammensetzung des betrachteten Materials und bilden somit die Basis für eine automatisierte Sortierung von Textilien.

«Hyperspektrale NIR-Bildverarbeitungssysteme in Verbindung mit geeigneten Klassifikationsalgorithmen erlauben die Unterscheidung von Stoffen mit verschiedenen Geweben und Farben sowie die Identifizierung von natürlichen, tierischen und synthetischen Fasern», verdeutlicht Herrala. «Mit dieser Technologie können sogar quantitative Aussagen über die Anteile an synthetischen und natürlichen Fasern in Mischgewebe getroffen werden.»

Spezifische Anforderungen

Die Entwicklung einer zuverlässigen Lösung zur Sortierung von Textilien stellte Specim vor spezifische Anforderungen, erinnert sich Herrala: «Bei der Sortierung von Plastik gibt es das Phänomen, dass schwarze Materialien das Licht weitgehend absorbieren und die Unterscheidung unterschiedlicher schwarzer Plastiksarten dadurch erheblich erschwert wird. Dieses Problem tritt auch bei schwarzen Stoffen auf. Wir konnten es durch den Einsatz von Kameras mit Wellenlängen im mittleren Infrarot-Bereich (MWIR, Mid Wave Infrared) lösen, allerdings muss aufgrund der höheren Kosten für derartige Kameras im Einzelfall geprüft werden, ob die erforderliche Wirtschaftlichkeit noch gegeben ist.»

Eine weitere Schwierigkeit stellt die Unterscheidung verschiedener Stoffe dar, wenn diese feucht oder nass sind. «Wir haben sowohl trockenes als auch nasses Material für das Training des Systems verwendet und den Klassifizierungsalgorithmus anschliessend mit trockenen und feuchten Textilien getestet. Dieser Weg führte zwar zu brauchbaren Ergebnissen, aber wir bevorzugen es dennoch, nur relativ trockenes Material zu sortieren.»

Noch ungelöst ist laut Herrala die Sortierung von so genannten Multilayer-Textilien – hier stösst die Technologie derzeit noch an ihre Grenzen.

Die Lösung: Specim FX17

Mit der InGaAs-basierten Spektalkamera FX17 hat Specim die perfekte Lösung für einen geeigneten Sensor zur Klassifizierung von Textilien im Programm. Diese Kamera arbeitet im Wellenlängenbereich von 900 bis 1700 nm und deckt damit mit Ausnahme einiger weniger synthetischer schwarzer Textilien wie schwarzem Polyester oder schwarzem Nylon die unterschiedlichen spektralen Signaturen herkömmlicher Gewebe komplett ab.

Aufgrund einer technischen Besonderheit ist die FX17 zudem sehr flexibel in Bezug auf die Aufnahmegeschwindigkeit: Die Kamera bietet Anwendern die Möglichkeit, aus 224 Wel-

lenlängenbändern diejenigen auszuwählen und auszuwerten, die aufgrund der Materialeigenschaften des Prüfobjekts für die vorliegende Applikation besondere Aussagekraft haben. Die Anzahl der benutzten Wellenlängen hat dabei direkten Einfluss auf die Geschwindigkeit der Lösung: Je weniger Wellenlängen verwendet werden, desto schneller erfolgt die Auswertung. Diese Eigenschaft nennt sich Multi Region of Interest (MROI) und bedeutet bei der FX17, dass bei Nutzung aller 224 Wellenlängenbänder eine Aufnahmegeschwindigkeit von 670 Bildzeilen pro Sekunde erzielt werden kann. Bei einer Reduzierung der Wellenlängenbänder sind hingegen Aufnahmegeschwindigkeiten von mehreren Tausend Zeilen pro Sekunde möglich.

Eine weitere Eigenschaft der FX17 erhöht die Zuverlässigkeit bei der Erkennung unterschiedlicher Stoffarten, indem sie eine Kamerakonfiguration in Bezug auf die Binning-Einstellungen erlaubt und mit dem statistischen Durchschnitt der Messergebnisse arbeitet, wie Herrala erläutert: «Speziell bei der Textilerkennung gibt es häufig Probleme mit Reflexionen oder Schatten, die unter anderem durch Knöpfe, Nieten oder Schmutz entstehen, wenn Textilien auf Förderbändern transportiert und unterschieden werden sollen. Wenn man hier nicht die Ergebnisse einzelner Messwerte zur Klassifizierung nutzt, sondern den statistischen Durchschnitt über die untersuchte Fläche verwendet, erhält man mit deutlich höherer Wahrscheinlichkeit das richtige Ergebnis. Die FX17 bietet diese Möglichkeit.»

Dank weiterer Besonderheiten der FX17-Kameras wie dem hervorragenden Signal-Rauschabstand von 1000:1 und einer hohen Datenrate, die zu einem geringeren Lichtbedarf zur Ausleuchtung des Prüffeldes und höheren Sortiergeschwindigkeiten führen, hat sich diese Kamera als ausgezeichneter Sensor für die Anwendung in der Textilsortierung erwiesen.

Automatisiertes Textilrecycling

Eine automatisierte Lösung der Aufgabenstellung erfordert mehr als nur einen geeigneten Sensor, sondern auch ein Unternehmen, das die Technik zur Marktreife bringen will. Mit dem Business Develop-

Mit der InGaAs-basierten Spektalkamera FX17, die im Wellenlängenbereich von 900 bis 1700 nm arbeitet, bietet Specim die perfekte Lösung für einen geeigneten Sensor zur Klassifizierung von Textilien.



Bild: Specim

Links die Originalbilder von Stoffresten. Rechts die Ergebnisse der Auswertung (Grün: synthetische Stoffe wie Acryl oder Polyethylen, Gelb: natürliche Fasern wie Baumwolle oder Leinen, Lila: tierische Fasern wie Wolle).

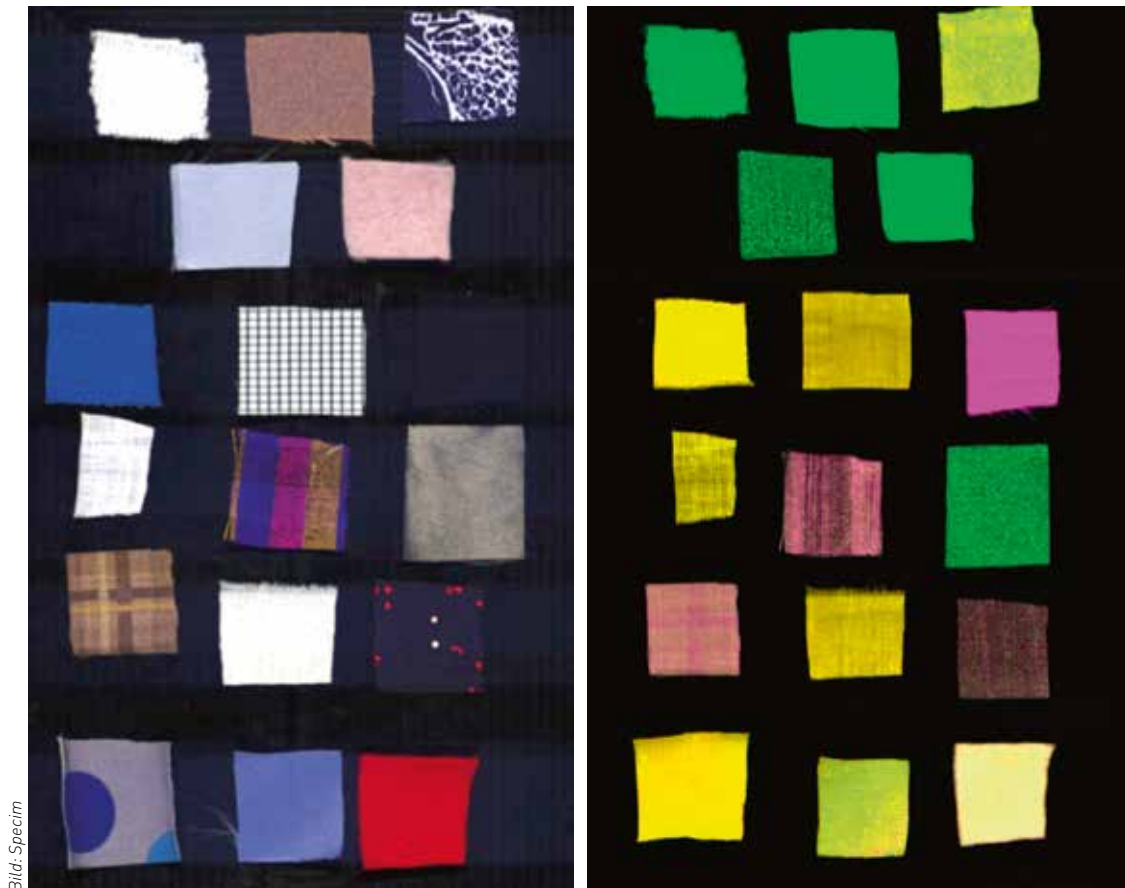


Bild: Specim

ment-Unternehmen Prizztech Ltd. fand Specim einen solchen Partner. Prizztech ist eine Non-Profit-Organisation, die den Robocoast Digital Innovation Hub koordiniert. Dieses Kompetenzzentrum im Westen von Finnland treibt innovative Entwicklungen unter anderem aus den Bereichen Automatisierung, Robotik sowie der Bio- und Kreislaufwirtschaft voran.

«Unser Ziel ist es einerseits, die Wettbewerbsfähigkeit in unserer Region zu verbessern, wir wollen die dabei entstandenen innovativen Ideen und Lösungen andererseits aber auch international verbreiten», erklärt Essi Vanha-Viitakoski. Sie ist als Beraterin für Prizztech tätig und begegnete Esko Herrala erstmals im Committee for the Future. «Die von Specim entwickelte Hyperspektralkamera überzeugte mich sofort von ihren vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Auf Basis des ersten Gesprächs haben wir im Anschluss gemeinsam Anwendungsversuche zu Aufgabenstellungen aus der Lebensmittelindustrie durchgeführt. Danach war ich von der Professionalität von SPECIM restlos überzeugt und wir haben beschlossen, die gemeinsame Entwicklung von automatisierten Anlagen zum Textilrecycling zu forcieren.»

Vor dieser Zusammenarbeit hatten sich weder Prizztech noch der Robocoast Digital Innovation Hub mit der Sortierung von Textilabfällen beschäftigt. Sie gaben daher eine Studie zu diesem Thema in Auftrag, die vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert wurde. Die darin zusammengefassten Ergebnisse bestätigten das enor-

me Potential, so Vanha-Viitakoski: «Eine Schlüsselaussage der Studie war, dass weltweit keine vorgefertigten Lösungen zum Sortieren von Textilien existieren. Die Dringlichkeit, diese Aufgabe mit Hilfe von zuverlässiger Automatisierung wirtschaftlich zu lösen, wird jedoch in Zukunft noch weiter zunehmen.»

Für die Projektpartner waren diese Ergebnisse eine weitere Motivation, die Entwicklung geeigneter Technologien voranzutreiben. Mit Erfolg, berichtet Esko Herrala: «Die Arbeiten sind noch nicht komplett abgeschlossen, aber wir kennen inzwischen die meisten möglichen Sortierprobleme und wissen, wie wir sie technisch und auf wirtschaftliche Weise erfolgreich lösen können. Ein Grossteil aller Textilien kann mit Hilfe der hyperspektralen Bildgebung und eines geeigneten Klassifizierungsalgorithmus automatisch sortiert werden.»

«Die Hyperspektralkameras von Specim in Kombination mit dem inzwischen vorhandenen Software- und Applikations-Know-how aller Beteiligten schaffen im Bereich der Textilsortierung und ganz generell für die Recyclingindustrie neue Möglichkeiten, um die Umweltbelastungen zu reduzieren», bestätigt Essi Vanha-Viitakoski. «Wir sind sehr stolz darauf, dass in Finnland eine technische Lösung für das globale Problem des Textilrecyclings gefunden wurde.»

SMM

Specim, Spectral Imaging Ltd.
Elektronikkatie 13, FIN-90590 Oulu
Tel +358 10 4244 400, info@specim.fi
specim.fi