



Quelle: Sesotec GmbH

**D**ie Kunststoffindustrie steht an einem Wendepunkt: Die Transformation hin zu einer zirkulären Wirtschaftsweise ist nicht länger nur Vision, sondern dringende Notwendigkeit – politisch gefordert, gesellschaftlich erwartet und wirtschaftlich unausweichlich. Neue Gesetze, veränderte Kundenanforderungen und globale Umweltprobleme erhöhen den Druck. Gleichzeitig entstehen Chancen: Technologische Innovationen wie moderne Sortiertechnik, der Einsatz Künstlicher Intelligenz und digitale Rückverfolgbarkeit bringen das Ziel geschlossener Materialkreisläufe in greifbare Nähe. Doch die Umstellung verlangt mehr als Technik – sie erfordert ein Umdenken entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

## Politik erhöht den Druck – und schafft Chancen

Die neue Verpackungsverordnung (Packaging and Packaging Waste Regulation, PPWR) wirkt dabei als Katalysator für Innovationen. So müssen beispielsweise PET-Verpackungen, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, ab 2030 mindestens zu 30 Prozent aus Recyclingmaterial bestehen – ab 2040 sollen es 50 Prozent sein. Gleichzeitig darf der Anteil an Nichtlebensmittelverpackungen in diesen Anwendungen nicht über fünf Prozent liegen. Andere Länder wie die Schweiz oder Indien setzen diese Schwelle sogar bei maximal zwei Prozent.

Auch im Mobilitätssektor wird stärker reguliert: Ab 2030 sollen laut Entwurf der EU-überarbeiteten Altfahrzeuerrichtlinie mindestens 20 Prozent der Kunststoffteile in Fahrzeugen aus Recyclingmaterial bestehen. Diese verpflichtenden Rezyklatquoten setzen Unternehmen unter Zugzwang. Die EU-Taxonomie und der Green Deal treiben wiederum die Investitionen in nachhaltige Technologien.

Damit Rezyklate diese Rolle erfüllen können, müssen sie in ausreichender Menge und hoher Qualität verfügbar, rückverfolgbar und zertifizierbar sein – besonders im Lebensmittelverpackungsbereich. Entsprechend steigen die Anforderungen an die gesamte Aufbereitung – insbesondere an die Sortiertechnologie.

# Smart Sorting: Recycling von Kunststoffen

Mit KI-Sortiertechnik zu effizienter  
Kreislaufwirtschaft

Von **ANDREAS HANUS**



Mit einem Abschluss in Elektro- und Informationstechnik an der Technischen Universität München begann Andreas Hanus seine berufliche Laufbahn im Jahr 2016 als Entwicklungsingenieur für sensorbasierte Sortiermaschinen bei der Sesotec GmbH. Dort lag sein Schwerpunkt im Bereich der Signal- und Bildverarbeitung, und insbesondere auf der Kunststoffunterscheidung mittels Nahinfrarotspektroskopie. Nach fünf Jahren übernahm er bei Sesotec die fachliche Teilverantwortung für den Bereich Kunststoffrecycling als R&D Product Owner. Seit 2024 agiert Andreas Hanus als Head of Development AI für die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz für die unterschiedlichen Business Units der Firma. Nebenberuflich absolvierte er zudem erfolgreich ein Masterstudium im Bereich Digital Business Engineering.

mind. **30 %**

Rezyklate müssen ab 2030 in  
PET-Verpackungen enthalten  
sein, die mit Lebensmitteln in  
Kontakt kommen

## Sortiertechnologie als Schlüssel für hochwertiges Recycling

Sortiermaschinen für das Kunststoffrecycling sind standardmäßig mit Sensoren zur Detektion der Farbe (RGB- oder Grauwertkameras), mit Nahinfrarotsensoren (NIR/SWIR) zur Klassifikation der Kunststoffart und mit elektromagnetischen Sensoren zur Detektion von Metallen ausgestattet. Das Material gelangt je nach Sortieraufgabe über Förderbänder oder Rutschen zur Erkennungseinheit. Luftdruckdüsen sortieren die erfassten Objekte dann in zwei bis drei Fraktionen. Mehrere solcher Einheiten in Serie erzeugen sortenreine Kunststoffströme – eine Basis für Rezyklate, die weiterverwendet werden können. Eine hochpräzise Sortierung ist so die Grundvoraussetzung für qualitativ hochwertige Rezyklate. Doch es bleiben Grenzen: Rußgeschwärmte Kunststoffe können mit herkömmlicher Nahinfrarotspektroskopie nicht klassifiziert werden. Auch Verbundstoffe, Kunststoffmischungen oder mehrschichtige Verpackungen stellen eine Herausforderung dar – ebenso wie Additive im Material.

## Schwarze Kunststoffe: Spezielles Problem mit spezifischer Lösung

Da insbesondere schwarze, rußhaltige Kunststoffe für Standardverfahren schwer erfassbar sind und Herausforderungen darstellen, richtet sich die Forschung bei Sortiermaschinenherstellern aktuell unter anderem darauf, eine entsprechende Lösung zu finden. Eine derzeit noch kostenintensive, aber vielversprechende Option ist der Einsatz hyperspektraler Sensorik im mittleren Infrarotbereich. Parallel wird an rußfreien Pigmenten geforscht, die eine bessere Erkennung ermöglichen. Diese Forschung hat vor allem für die Automobilbranche, aber auch Consumer Electronics, Relevanz.

## Digitale Innovationen im Recycling

Außerdem gewinnen digitale Technologien zunehmend an Bedeutung im Kunststoffrecycling – insbesondere bei der Identifikation und Rückverfolgbarkeit von Materialien. Projekte wie Holy Grail 2.0 zeigen, wie digitale Wasserzeichen die Sortiergenauigkeit erhöhen können. Zudem können über die digitalen Wasserzeichen tiefer gehende Informationen über die Artikel gesammelt werden, welche in Kombination mit digitalen Produktpässen wie R-Cycle künftig ergänzend eingesetzt werden könnten, um Eigenschaften, wie die Materialzusammensetzung oder auch die Recyclingfähigkeit transparent entlang der gesamten Wertschöpfungskette bereitzustellen – ein wichtiger Schritt in Richtung echter Kreislaufwirtschaft.

Der Nachteil: Die Produkte müssen entsprechend gekennzeichnet und digitale Wasserzeichen in das Verpackungsde-



Mittels integrierter Sensoren ordnen Sortiermaschinen das vorhandene Material in sortenreine Kunststoffströme

Quelle: Sesotec GmbH

sign eingefügt werden – bei 3D-Artikeln ohne Label, bei geschreddertem Material oder Granulaten stößt die Technologie an ihre Grenzen. Außerdem müssen teils kostenintensive, hochauflösende Sensoren zur Erfassung der digitalen Wasserzeichen nachgerüstet werden. Fluoreszenzmarker bieten hier eine mögliche Alternative – auch bei Flakes oder komplexeren Geometrien –, allerdings ohne den Vorteil der durchgängigen Datenerfassung. Die weitere Herausforderung liegt hier aber in der sicheren Integration der Marker in sensible Anwendungen.

## Künstliche Intelligenz im Sortierprozess

Ein weiterer Innovationssprung: der Einsatz Künstlicher Intelligenz in Sortieranlagen. Mit ausreichend Bilddaten lassen sich Sortierprozesse flexibler gestalten und neue Stoffströme erschließen. Sesotec setzt mit seinen SUSTAIn Technologies an diesem Ansatz an: Die KI-Lösungen OBJECT-Ai und NIR-Ai erkennen gezielt Food- und Non-Food-Artikel (z. B. PET-Getränkeflaschen vs. PET-Reinigerflaschen), PET-Multilayer-Verpackungen (z. B. Verpackungstrays) oder sortieren Problemstoffe wie Silikonkartuschen aus dem HDPE-Strom aus.

**Entscheidend ist dabei jedoch die Datenbasis: Der Aufbau einer umfassenden und qualitativ hochwertigen Bilddatenbank erfordert Zeit, Know-how über die Stoffströme und eine enge Verzahnung mit der Praxis.**



#### KI eröffnet neue Möglichkeiten für eine sichere Kunststoffsortierung

Quelle: Sesotec GmbH

Gleichzeitig stellt sich die Frage nach Datensicherheit, vor allem bei cloudbasierten Lösungen. Doch genau hier liegen auch die Potenziale: Zukunftsorientierte Sortiermaschinen sind zunehmend vernetzt und cloudfähig – das ermöglicht nicht nur das Training und Updaten von KI-Modellen, sondern auch neue Anwendungen in der ganzheitlichen Analyse kompletter Recyclingzentren, von der Echtzeit-Stoffstromanalyse über Anomalie-Erkennung bis hin zur datenbasierten Anlagenoptimierung.

Die Marktdynamik in diesem Bereich nimmt aktuell weiter Fahrt auf: Start-ups wie WeSort.AI aus Würzburg setzen mit mutigen Ansätzen und agiler Entwicklung neue Impulse. Entsprechend wurde das Unternehmen jüngst mit dem Deutschen Gründerpreis ausgezeichnet. Parallel drängen asiatische Anbieter mit preisgünstigen KI-Sortierlösungen auf den Markt. Für europäische Hersteller bedeutet das: Wettbewerbsdruck und Innovationsanreiz zugleich.

#### Design for Recycling – von Anfang an zirkulär denken

Wie man an den Beispielen erkennt: Das Produktdesign beeinflusst die Recyclingfähigkeit maßgeblich. Farbe, Materialart, aber auch der Verbund aus verschiedenen Mate-

rialien sowie andere Designentscheidungen wirken sich direkt auf die Sortierbarkeit aus, und somit auf die Möglichkeit, den Kreislauf für diese Verpackungen zu schließen. Daher ist auch eine Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette notwendig: Hersteller, Recycler und die Marken hinter der Verpackung sind hier gleichermaßen gefordert. Aus diesem Grund gewinnen auch Designrichtlinien, Tools und Zertifikate (z.B. RecyClass) für die Recyclingfähigkeit an Bedeutung. Produktdesign wird zum strategischen Hebel einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft.

#### Recycling unter Druck – Innovationen sichern Europas Zukunft

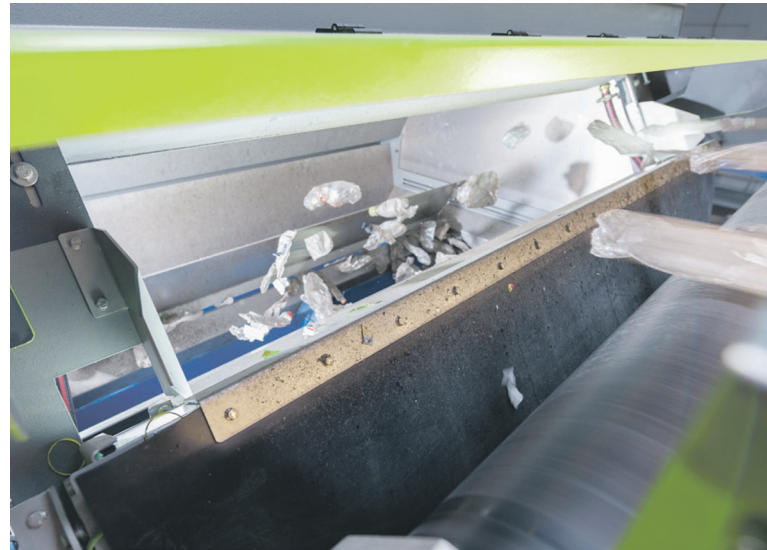
Trotz der technologischen Fortschritte steht die Recyclingbranche unter Druck: Neue gesetzliche Anforderungen, steigende Energie- und Lohnkosten sowie die Konkurrenz durch günstige Virgin-Kunststoffe aus Asien belasten die Profitabilität. Dennoch gilt: Wer jetzt investiert, kann durch Innovation bestehen.

Modernste Sortiertechnologie und Anlagentechnik können einen wichtigen Beitrag dazu leisten, das Recycling von Kunststoffen effizienter, stabiler, transparenter und stärker automatisiert umzusetzen. Die Integration neuester Sortier-, Analyse- und Datenlösungen wird dabei zum entscheidenden Erfolgsfaktor. Unternehmen wie Sesotec müssen hier als Vorreiter unter Beweis stellen, wie Hightech-Lösungen sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch überzeugen können.

**Die Herausforderung ist, als traditionelles Maschinenbauunternehmen den Sprung zu einem digitalen Maschinenbauer zu bewältigen. Das Geschäftsmodell muss hier entsprechend transformiert werden.**

Sesotec hat in diese Richtung bereits wichtige Schritte unternommen – sichtbar beispielsweise in der Gründung einer eigenen KI-Entwicklungsabteilung sowie in der engen Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Universitäten und Start-ups.

Die Kreislaufwirtschaft im Kunststoffsektor ist keine Vision mehr, sondern ein regulatorischer und marktwirtschaftlicher Imperativ. Doch der Weg dorthin erfordert mehr als nur technologische Lösungen: Es braucht Mut zur Transformation, Investitionen in Digitalisierung und eine enge Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Verwertern, Politik und Start-ups. Wer heute in flexible, datengetriebene Systeme investiert, wird nicht nur den steigenden Anforderungen gerecht – sondern gestaltet aktiv die Wertschöpfungs-systeme der Zukunft. ●



**AUF EINEN BLICK**

### Sortieren für den Kreislauf

Kunststoffrecycling wird zunehmend zur Frage der Systemfähigkeit. Technisch ist viel möglich. Der Weg zur echten Kreislaufwirtschaft erfordert jedoch ein Umdenken entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

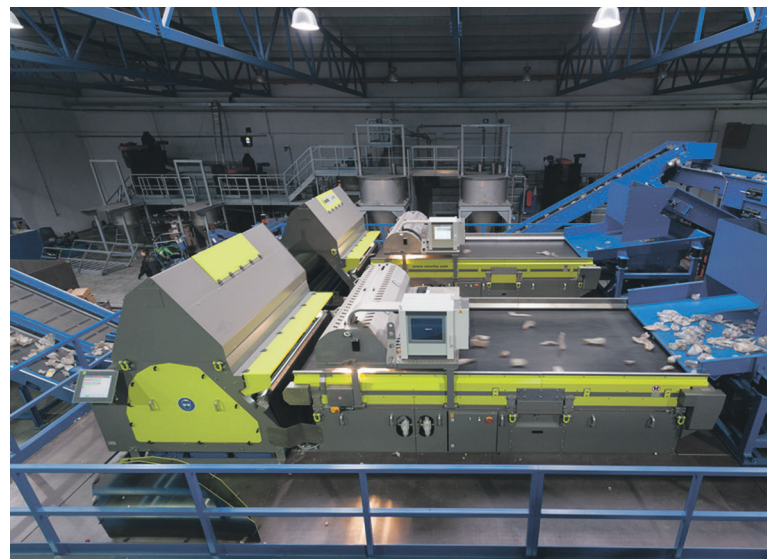
**Wirtschaft unter Druck:** Regulatorik, Kosten und globale Konkurrenz fordern Europas Recycler heraus. Innovationskraft entscheidet über Zukunftsfähigkeit.

**Enabler moderner Sortiertechnologie:** Sensorik und KI machen die Trennung präziser – und damit Rezyklate hochwertiger. Doch technische Grenzen bleiben, etwa bei Verbundstoffen oder schwarzen Kunststoffen.

**KI bringt Bewegung ins System:** Von der Echtzeitanalyse bis zur Anlagenoptimierung: Digitale Vernetzung und Datenqualität sind entscheidend für moderne Sortierprozesse. Mit trainierten Bilddaten lassen sich neue Stoffströme erkennen und Prozesse dynamisieren. Voraussetzung: Datentiefe, Cloudfähigkeit und Vertrauen.

**Design for Recycling:** Materialwahl, Farben und Verbundstoffe bestimmen maßgeblich die Sortierfähigkeit – was sortiert werden soll, muss entsprechend gestaltet werden. Designrichtlinien und digitale Pässe rücken in den Fokus. Hersteller und Designer tragen die Verantwortung.

**Maschinenbau im Wandel:** Der Schritt vom Anlagenhersteller zum digitalen Lösungsanbieter beginnt mit klarem Willen. Der Wandel ist mehr als ein Technologiewechsel – er ist eine strategische Neuausrichtung.



Quelle: Sesotec GmbH