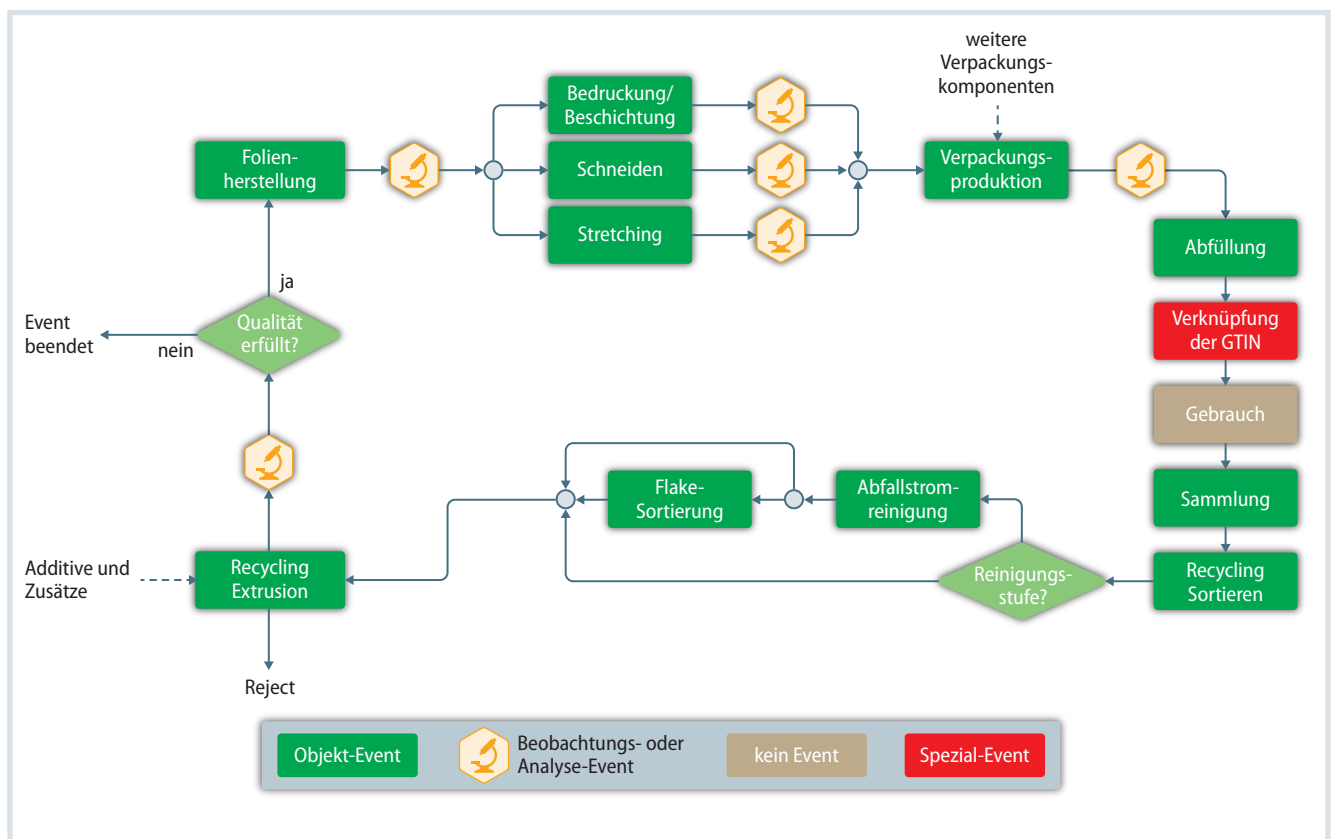


Initiative R-Cycle sorgt für eine transparente Wertschöpfungskette

# Bewertungsgrundlage für die Recyclingfähigkeit von Verpackungen

Liegt die Zukunft in Sachen Kunststoffverpackungen in der Sortierung von Monopolymerfraktionen? In der Sortierung von lebensmittelverträglichen und nicht-lebensmittelverträglichen Fraktionen? Oder in einer Kombination all dieser Möglichkeiten? Die Initiative R-Cycle lässt diese Frage bewusst offen und bietet stattdessen allen Teilnehmern einen Datenstandard für eigene Berechnungsmodelle.



Kreislaufwirtschaft: EPCIS-Prozessflussdiagramm für einen Beutel mit Zipper. Quelle: IKV/R-Cycle; Grafik: © Hanser

Verpackungskunststoffe werden heute fast ausschließlich aus fossilen Brennstoffen hergestellt und gelten aufgrund ihrer komplexen Zusammensetzung aus unterschiedlichen Kunststoffen, Additiven und Druckfarben als schwer zu recycelnde Werkstoffe. Dies führt aktuell zu einer weit verbreiteten thermischen Verwertung, wodurch Verpackungskunststoffe auch im Fokus bei der Bewältigung der Klimakrise

stehen. Insbesondere Kunststoffe aus Siedlungsabfällen werden nur zu sehr geringen Anteilen stofflich wiederverwertet. Die Gründe für die geringen Recyclingquoten liegen zum einen im oftmals nicht recyclinggerechten Verpackungsdesign und zum anderen in einer nicht klaren Definition von „recyclingfähig“ und „nicht recyclingfähig“ im Sinne des Cradle to Cradle-Ansatzes. „Cradle to Cradle“ bedeutet dabei, dass jedes her-

gestellte Produkt am Ende des Lebenszyklus zur Geburt eines neuen gleichwertigen Produkts führen soll.

## *Daten für eine quantitative Bewertung von Recyclingkunststoffen fehlen*

Zur Erreichung der Klimaziele und einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bedarf es zunächst Änderungen in der Gestaltung und der Herstellung von Produkten.

Hierbei riskieren einige Akteure allerdings, weniger umweltfreundliche Entscheidungen zu treffen, zum Beispiel über eine fehlgeleitete Betonung eines 100-prozentigen Recyclinganteils oder durch die Verwendung nur vermeintlich nachhaltiger, alternativer Werkstoffe. So kann die Umstellung von Polyolefinen auf recyceltes Polyethylenterephthalat (PET) die Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen sogar erhöhen. Solche Entscheidungen liegen häufig darin begründet, dass es bisher keine klaren Leistungskennzahlen (Key Performance Indicator, KPI) zur Messung der ökologischen Sinnhaftigkeit im Bereich des Kunststoffrecyclings gibt und allgemeine Berechnungsgrundlagen sowie Daten für eine quantitative Bewertung fehlen. Doch selbst wenn solche Datensätze einmal erhoben worden sind, kann eine nachhaltige Verbesserung nicht garantiert werden, da diese oftmals durch fehlende Messinstrumente nicht überprüft werden können und sich insbesondere das Recycling von Kunststoffen zeitlich und örtlich dynamisch verhält.

Die Initiative „R-Cycle“ versucht einen Teil dieser Lücke zu schließen, indem notwendige Daten hinsichtlich der Produkthistorie von Verpackungen gespeichert und zwischen unterschiedlichen Akteuren ausgetauscht werden. Alle Teilnehmer der Wertschöpfungskette verwenden dabei ein abgestimmtes Datenmodell und dieselben global verfügbaren GS1-Standards. Allen Objekten, die die Stationen des Lebenszyklus durchlaufen, werden global eindeutige Identifizierung zugewiesen. Mittels des eingesetzten EPCIS-Standards werden die notwendigen Daten der jeweiligen Prozesse an diesen Stationen erfasst und an ein Repository übermittelt.


**Wie und wo R-Cycle wirkt**


Die Zuordnung der Daten zu den jeweiligen Objekten erfolgt mittels unterschiedlicher Markierungstechnologien. Aus dem Repository heraus können die Daten in Form eines digitalen Produktpasses anderen Nutzern bereitgestellt werden. Die Daten können beispiels-


weise zur Bemessung der Recyclingfähigkeit eines Produktes über die enthaltenden Inhaltsstoffe dynamisch in Abhängigkeit des Zielmarktes in das jeweilige Berechnungsmodell einfließen. Aktuell orientiert sich die Recyclingfähigkeit neben regional vorhandenen Recycling-Stoffströmen daran, welche Erfassungs- und Verwertungsstrukturen im industriellen Maßstab vorausgesetzt werden können. Demnach könnte die aktuell eher logistische Bewertung der Recyclingfähigkeit in eine mehr technische Bewertung transformiert werden. Ein weiterer Anwendungsfall wäre die Identifizierung recycelbarer Verpackungen im Rahmen der Abfallsortierung für ein effizienteres Recycling. Effizienz bedeutet hier, dass aus gleichen Edukten höherwertige Produkte hergestellt werden können. Hierbei könnte anhand spezifischer Kriterien bewertet werden, welche Aufbereitungstechnologien für welche Stoffströme unter welchen Rahmenbedingungen am besten geeignet sind, zum Beispiel in Abhängigkeit des Kontaminationsgrades, der Wirt- »


# Weichmacher. Veredelung. Logistik.


INDIVIDUELLE LÖSUNGEN FÜR DIE CHEMIEINDUSTRIE


- 


**Weichmacher\*** – teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen
- 


**Aufschmelzen & Temperieren**
- 

**Herstellen von Lösungen und Gemischen**
- 

**Vertrauliche Behandlung von Kundenrezepturen**
- 

**Umfüllen und Umpacken von Feststoffen und Flüssigkeiten**
- 

**Zollabfertigung / Zolllager**
- 

**Warenlager für flexibles Handling der Produkte**
- 

**Logistikdienstleistungen und Overnight-Service**

Wie können wir Sie unterstützen? Gerne übernehmen wir Ihre Arbeit und beliefern Sie darüber hinaus mit unseren teils aus nachwachsenden Ressourcen hergestellten Weichmachern! Über Beschaffung, Import, Lagerung, Umpackarbeiten und Herstellungen von Mischungen bieten wir ein breites Spektrum an Dienstleistungen an. In der Mitte Deutschlands mit über 8.500 m<sup>2</sup> Lagerfläche optimal gelegen, gelten wir seit über 30 Jahren als flexibler und verlässlicher Partner der chemischen Industrie. Sprechen Sie uns an und lassen Sie uns zusammen Ihre Prozesse optimieren.



\* Acetyltributylcitrat, Tributylcitrat, Diethylhexyladipat (DEHA/DOA), Triacetin, Epoxidiertes Sojabohnenöl (ESBO), Diisononylphthalat (DINP), Triethylcitrat

schaftlichkeit oder der ökobilanziellen Bewertung. Das übergeordnete Ziel von R-Cycle ist eine Steigerung der Rezyklatqualitäten sowie eine Steigerung der für den Markt verfügbaren anwendungsbezogenen Rezyklatmengen. In welcher Form und an welcher Stelle der Lieferkette diese Daten genutzt werden, spielt dabei zunächst eine untergeordnete Rolle. Das Konzept R-Cycle wird passend zu den Bedarfen industrieller Anwender entwickelt (in der sog. R-Cycle Community mit aktuell ca. 20 Mitgliedern), aber auch wissenschaftlich begleitet, unter anderem durch das IKV. Das IKV widmet sich seit den 1980er-Jahren Forschungsfragen rund um das Thema Kunststoffrecycling und verfolgt den Ansatz, die Digitalisierung als Werkzeug zur Transformation von einer linearen Wirtschaft hin zu einer Kreislaufwirtschaft zu nutzen. Eine zentrale wissenschaftliche Frage dabei ist, wo der Einsatz von Rezyklaten in Abhängigkeit der Zusammensetzung für Verarbeitungsprozesse wie zum Beispiel die Blasfolienextrusion sinnvoll ist. Aus diesem Grund hat sich das IKV der R-Cycle-Initiative angeschlossen, in der unter anderem daran gearbeitet wird, die notwendigen Informationen in entsprechender Tiefe für einen zweiten Produktlebenszyklus für jedes Glied der Wertschöpfungskette, beispielsweise eines Standbodenbeutels, zu definieren.

### Beispiel Verpackungsprodukt

**Bild 1** zeigt einen Standbodenbeutel aus Polyethylen (PE), welcher als Leichtverpackungsabfall im Rahmen der dualen

Systeme aktuell gesammelt und verwertet wird. Die dargestellte Verpackung besteht aus einer bedruckten Folie und einem versiegelten Zipper, die als Ganzes einer Abfallsortieranlage zugeführt wird. Das von R-Cycle erfasste digitale Abbild wird daher für die gesamte Verpackung geschrieben und setzt sich über der Zeit aus unterschiedlichen sogenannten EPCIS-Events zusammen. Das bedeutet, es werden an unterschiedlichen Stellen in der Wertschöpfungskette Attribute spezifiziert abgespeichert.

Der vereinfachte Prozessfluss ist für den Standbodenbeutel im **Titelbild** zu sehen. Die Darstellung zeigt EPCIS-Events, die reale Ereignisse in der Wertschöpfungskette repräsentieren und

beitungsbedingungen eines jeden Prozessschrittes. Die akkumulierten notwendigen Daten eines zugehörigen digitalen Produktpasses sind beispielhaft in **Tabelle 1** zu sehen. Hierbei wird differenziert zwischen den enthaltenen Kunststofftypen, Gruppierungen der eingesetzten Druckfarben und Klebstoffe sowie zwischen Lebensmittelverpackung und Nicht-Lebensmittelverpackung. Es kann auch der Anteil von recyceltem und biobasiertem Material mit angegeben werden. Dabei gilt es zu betonen, dass im digitalen Produktpass keine Rezepturen offengelegt, sondern Hauptbestandteile und Grenzwerte für bestimmte Inhaltsstoffe angegeben werden (zum Beispiel. < 5% Ethylen-



**Bild 1.** Beutel mit Zipper als beispielhaftes Verpackungsprodukt.

Quelle: IKV/R-Cycle

## R-Cycle

R-Cycle ist eine im Jahr 2020 gegründete unternehmensübergreifende Initiative zur Erfassung und Dokumentation der Eigenschaften von Kunststoffverpackungen. Hintergrund des Projekts ist es, mit einem datengetriebenen Ansatz eine Grundlage für die Kreislauffähigkeit von Verpackungen bereitzustellen. Der Ansatz entspricht dabei Forderungen, wie sie seitens der Europäischen Union im Rahmen des EU Circular Economy Action Plans als auch in Deutschland im Rahmen des Verpackungsgesetzes formuliert wurden. [www.r-cycle.org](http://www.r-cycle.org)

zwischen Handelspartnern ausgetauscht werden können. Den Objekten, in der Gestalt von Vor-, Zwischen oder Endprodukten, die die Events durchlaufen sind eindeutige Identifikatoren zugeordnet, in diesem Fall die sogenannte Lot Global Trade Item Number (LGTIN). Hierbei handelt es sich um eine 13-stellige Artikelnummer, erweitert um eine Losbeziehungsweise Chargennummer, mittels derer jedes Produkt weltweit identifiziert werden kann. Diese dient als Zugriffsschlüssel auf in Datenbanken hinterlegte Produktinformationen.

### Erweiterung des EPCIS-Standards

R-Cycle erweitert die vorhandene Struktur der EPCIS-Events um Informationen über relevante Inhaltsstoffe und Verar-

Vinylalkohol-Copolymer (EVOH) als Barriere in Polyolefinen). Darüber hinaus ist es den Teilnehmern freigestellt, weitere Informationen den vor- oder nachgelagerten Akteuren in der Wertschöpfungskette mitzugeben. Somit wären in Zukunft auch weitere Use-Cases mit R-Cycle denkbar, wie zum Beispiel eine Erweiterung um die Energie- und Stoffdaten eines Produktes für die Erstellung von Ökobilanzen.

### Fazit

R-Cycle bietet einen Datenstandard als Bewertungsgrundlage für die Kreislauffähigkeit von Verpackungen ohne eine konkrete Anwendung zur quantitativen Bewertung von Verpackungen vorzugeben. Dies ist auf die Vielzahl an Lösungs-

digitaler Produktpass einer exemplarischen Verpackung		
When Where What Why	Attribute, welche standardgemäß als EPCIS-Event abgespeichert werden	
R-Cycle-Erweiterung		
Verpackungsbestandteile		52 % PE-HD 46 % PE-LLD 2 % Tinte Gruppe 1
Additive und Zusatzstoffe		MB_SL (Slip)
MFR-Bereich	0,2–0,5 g/10 min bei 2,16 kg und 190 °C	
Farbe	dunkel	
Lebensmittelzulassung	ja	
Füllgüter	Lebensmittel	
biologisch abbaubar	nein	
Gewicht der Verpackung	55,0 g	
Deinkbarkeit	ja	
entfernbar		
Beutel	nein	
Verschluss	nein	

**Tabelle 1.** Exemplarischer digitaler Produktpass (DPP) aus R-Cycle.  
Quelle: IKV

### Info

#### Text

**Elena Berg, M.Sc.**, ist Gruppenleiterin Verfahrenstechnik Extrusion am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen;  
elena.berg@ikv.rwth-aachen.de

**Prof. Dr. rer. nat. Rainer Dahlmann** ist außerplanmäßiger Professor am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung und wissenschaftlicher Direktor Kreislaufwirtschaft am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen

**Malte Schön, M.Sc.**, ist Leiter der Abteilung Extrusion und Kautschuktechnologie am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen;  
malte.schoen@ikv.rwth-aachen.de

#### Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

#### English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

ansätzen zur Schließung des Kunststoffkreislaufs zurückzuführen. Es ist beispielsweise unklar, ob zukünftig eine Sortierung von Kunststoffen in Monopolymerfraktionen oder eine Sortierung von lebensmittelverträglichen Fraktionen von nicht-lebensmittelverträglichen Fraktionen von hoher Bedeutung sein wird. Vielleicht ist es auch die Fähigkeit, Kunststoffe in ein lebensmittelverträgliches Material umzuwandeln, welches Neumaterialien ersetzen kann? Oder ist es möglicherweise eine Kombination all

dieser Möglichkeiten? R-Cycle lässt diese Fragen bewusst offen und bietet stattdessen für alle Teilnehmer der R-Cycle Community das kontinuierliche Speichern recyclingrelevanter Daten während der Verpackungsherstellung an. In vielen Szenarien im Recyclingprozess wird zukünftig eine Nachhaltigkeitsbewertung nötig sein. Mittels der R-Cycle Datengrundlage können Berechnungsmodelle genutzt und Korrelationen zwischen Rezyklat- und Produktqualitäten ermittelt werden. ■

**Prototype the Best.**

Besuchen Sie uns auf der **K Messe in Düsseldorf**. Vom **19. bis 26. Oktober 2022** finden Sie uns in Halle 8b auf Stand C38.

Wir holen das Beste für Sie heraus – von der Idee bis zur Serie. Als Ihr innovativer Partner im Produktentwicklungsprozess ermöglichen wir maximale Effizienz und einen essenziellen Wettbewerbsvorteil durch verkürzte Prozesse im Prototyping. Mehr Infos unter [www.barlog.de](http://www.barlog.de)



**BARLOG**  
**Plastics**

Mehr aus Polymer.