Recycling in der Medizintechnik

Bereit für eine Kreislaufwirtschaft?

Recyclingfähige Kunststoffe in Medical Grade Qualität von BIOVOX, alle Bilder © BIOVOX

Derzeit werden Kunststoffe aus dem medizinischen Bereich größtenteils verbrannt. Dabei ist mit gängigen Technologien auch für medizinische Kunststoffe ein Closed-Loop-Recycling möglich. Es lohnt sich also den Status Quo weiter zu denken - und das müssen wir sogar: Mit Maßnahmen wie der Packaging and Packaging Waste Regulation fordert die EU alle Branchen zur Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft auf - auch die Gesundheitsbranche. Es stellen sich u. a. folgende Fragen:

- Welche Recyclingmethoden gibt es?
- Können auch Biokunststoffe recycelt werden?
- Erfüllen Rezyklate die hohen Qualitätsanforderungen der Medizinindustrie?

Kreislaufwirtschaft im Gesundheitswesen

Die Idee einer Kreislaufwirtschaft basiert auf dem Prinzip, dass Ressourcen kontinuierlich wiederverwertet, also recycelt oder aufgearbeitet werden. Ziel ist es, die ökologischen Auswirkungen der Branche zu minimieren und gleichzeitig eine effiziente ressourcenunabhängige Versorgung (vor allem die Unabhängigkeit zu fossilen Ressourcen sei hier erwähnt) zu gewährleisten.

Um eine Kreislaufwirtschaft im Gesundheitswesen zu etablieren, muss ein Umdenken an verschiedenen Stellen passieren: Die Vorgaben zum Umgang mit medizinischen Abfällen müssen neu gestaltet werden und die Weiterverarbeitung – unter Berücksichtigung rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen – ermöglicht werden. Die technologischen Grundlagen dafür existieren bereits: In speziellen Dekontaminationsanlagen [1] können medizinische Abfälle so behandelt werden, dass sie anschließend sicher getrennt und weiterverarbeitet werden könnten. Zweitens müssen in Medizinprodukten und Verpackungen recyclingfähige Materialien eingesetzt werden. Und zu guter Letzt erfordert es ein Umdenken und eine umfassende Zusammenarbeit zwischen Gesundheitseinrichtungen, Recyclern, Herstellern und Politik.

Closed Loop ist möglich

Fest steht: Ein „Closed Loop“, d. h. die Wiederverwendung von recycelten Kunststoffabfällen auf gleichem Niveau, ist auch für medizinische Anwendungen möglich, denn die Qualität und Rückverfolgbarkeit können durch die Wahl des richtigen Recyclingverfahrens sichergestellt werden.

Recyclingmethoden

Recycling kann mittels unterschiedlicher Recyclingverfahren erfolgen, die recycelten Produkte werden an unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette eingespeist (Bild 1). Verschiedene Kunststofftypen eignen sich für unterschiedliche Recyclingverfahren besonders gut: Polyester, wie PLA, sind ideal für geschlossene Stoffkreisläufe und chemisches Recycling, während sich Polyolefine wie (Bio-)PE sehr gut für mechanischen Recycling zur Weiterverwendung in Märkten mit hoher Materialaufnahme eignen.

Für die meisten Recyclingverfahren werden die Kunststoffabfälle zunächst in Polymerfraktionen getrennt, zerkleinert und gewaschen. Häufig geschieht die Sortierung in mehreren Schritten, um eine möglichst sortenreine Trennung zu erreichen, z. B. per Schwimm-/Sink-Verfahren oder Nahinfrarotspektroskopie.

Mechanisches Recycling

Im mechanischen Recycling werden die Kunststoffabfälle anschließend aufgeschmolzen und recompoundiert. Dies benötigt im Vergleich zu den meisten chemischen Recyclingverfahren nur sehr wenig Energie. Die erzeugten Rezyklate können gut in Anwendungen eingesetzt werden, die geringere Anforderungen an die Reinheit der verwendeten Materialien stellen. Die Rückverfolgbarkeit und eine hohe Reinheit für einen Einsatz in regulierte Anwendungen sind in großem Maßstab aktuell nicht möglich.

Chemisches Recycling

Beim chemischen Recycling werden die Polymerketten in kleinere Bausteine zerlegt, die als Ersatz für virgin-Rohstoffe wieder in der Polymerherstellung eingesetzt werden können. Kunststoffe aus chemischem Recycling sind gleichwertig mit Neuware und ermöglichen daher im Gegensatz zum mechanischen Recycling den Erhalt einer medizinischen Qualität. Chemisches Recycling, auch Advanced Recycling genannt, umfasst verschiedene Verfahren, die für unterschiedliche Polymerklassen geeignet sind.

Monomer-Recyclingverfahren

Für Polyester wie z. B. PET und PLA eignen sich Monomer-Recyclingverfahren sehr gut. Das für diese Polymere am weitesten verbreitete Verfahren ist die Hydrolyse. Dabei werden die Polymere unter Zuhilfenahme von Lösemitteln (in diesem Fall Wasser) und Katalysatoren in ihre Grundbausteine, die Monomere, aufgespalten. Hohe Monomer-Ausbeuten von 90 - 95 % sind möglich, während durch niedrige Prozesstemperaturen der Energieeinsatz niedrig bleibt.

Autorin:
Carmen Rommel,
Supply Chain & Sustainability,
BIOVOX
https://www.biovox.systems

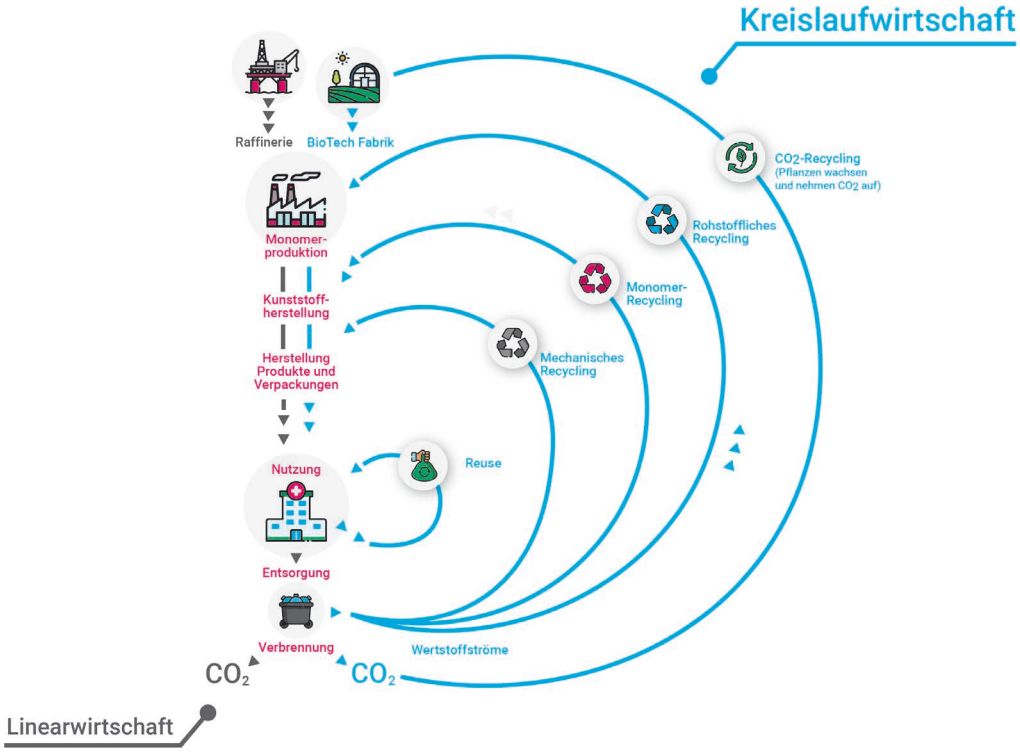

Bild 1: Kreislaufwirtschaft vs. Linearwirtschaft, vereinfachte Darstellung

Feedstock-Recycling

Für Polyolefine sind nur die energieintensiveren Verfahren des rohstofflichen Recyclings, auch Feedstock-Recycling genannt, möglich. Das geschieht in der Regel via Pyrolyse: Die Polymerketten werden dazu unter Ausschluss von Sauerstoff und Einwirkung thermischer Energie (Temperaturen ca. 300 - 800 °C) in kürzere Kohlenwasserstoffketten- und Bruchstücke aufgespalten. Die Produkte sind ein Pyrolyseöl (Naphta-Ersatz), Gasgemisch und Feststoffe. Durch die hohen Temperaturen entspricht das resultierende Rezyklat je nach Bilanzierungsmethode in etwa dem CO_2-Fußabdruck von Neuware. Auch die Ausbeute ist mit ca. 50 % geringer. Das Rohstoffliche Recycling eignet sich also vor allem zum Anheben der Qualität von degradierten Reststoffströmen.

Kurzgesagt

Mechanisches Recycling von Medizinprodukten führt Stand heute i.d.R. zu einem Downcycling, während ein chemisches Recycling den Erhalt von medizinischer Qualität ermöglichen kann. Letzteres ist vor allem für Polyester, wie z. B. PE, als Monomer-Recycling interessant.

PLA recyceln?

Ein hartnäckiger Recycling-Mythos rund um PLA – Wahr oder längst überholt?

Es kursiert der Mythos, dass PLA nicht recycelt werden kann. Doch das ist ein weit verbreiteter Irrtum: PLA ist ohne Probleme recycelbar – sogar mit etablierten mechanischen Verfahren. Für den Post-Consumer Abfallstrom sind derzeit die Mengen noch gering, weshalb die Verwertung i.d.R. noch nicht industriell umgesetzt ist. Dies wird sich mit zunehmender PLA-Nutzung schon aus rein wirtschaftlichen Gründen ändern.

Post-Industrial wird PLA bereits heute mechanisch recycelt. Und: dank biobasierter Rohstoffe schließt PLA auch heute selbst bei der Verbrennung den CO_2-Kreislauf. Auch kursiert der Mythos PLA störe Recyclingströme. Dabei kann PLA mit den heute genutzten Sortiertechnologien einfach und zuverlässig erkannt und separiert werden. Spuren von anderen Polymeren findet man in praktisch jeder Recyclingfraktion, PLA ist da nicht kritischer als andere Polymere.

Sind biobasierte Kunststoffe recycelbar?

Biobasierte Kunststoffe sind ebenso wie fossile Kunststoffe für das Recycling geeignet. Entscheidend ist allein die chemische Struktur. Ob ein Kunststoff aus fossilen Rohstoffen oder pflanzlichen Quellen stammt, hat keinen Einfluss auf seine Recyclingfähigkeit. Wie gut sich ein Kunststoff fürs Recycling eignet, hängt neben anderen Faktoren auch von der Formulierung ab. Allgemein gilt: Je weniger Additive und Füllstoffe, desto leichter das Recycling.

Unter den Biokunststoffen eignet sich beispielsweise PLA aufgrund seiner chemischen Struktur sehr gut für ein Monomer-Recycling mit anschließendem Einsatz des Rezyklats als Medical Grade-Qualität und Bio-PE sehr gut für ein mechanisches Recycling mit anschließender Verwendung in nicht-medizinischen Produkte. Degradierte PE-Recylingströme können z. B. über Pyrolyse aufgefrischt werden. Vereinfacht gilt, je höher die chemische Stabilität des Kunststoffs, desto energieintensiver ist das chemische Recycling.

Fazit

Eine Kreislaufwirtschaft im Gesundheitswesen ist nicht nur möglich, sondern auch sinnvoll und ein Gewinn für Wirtschaft und Gesundheit. Damit legen wir den Grundstein für eine nachhaltige Gesundheitsversorgung, die auch in Zukunft funktionieren kann. Die EU legt mit aktueller und kommender Regulatorik die Grundlage dazu und macht Recycling zu einem wichtigen Thema. Recyclingfähige Kunststoffe, als auch passende Recyclingmethoden und Sortierverfahren gibt es bereits am Markt. Gefragt ist nun also ein Umdenken und eine Zusammenarbeit aller Akteure: Politik, Kliniken, Entsorger, Materialhersteller und Produzenten von Medizinprodukten, Arzneimitteln und Labortechnik.

Referenz

[1] Siehe z. B. die Dekontaminationsanlage von REMONDIS Medison ◄

Bild 2: MedEco IGH: PLA-basierter Biokunststoff von BIOVOX, Recyclingfähig mittels mechanischen und chemischen Recyclings