

Kunststoffrecycling

Potenzialen und Hindernisse

Dr. Melanie Haupt



Kunststoff in der Schweiz

Literaturtipp: Kunststoffflüsse der Schweiz, realcycle GmbH

<https://realcycle.ch/wp-content/uploads/2024/07/Kunststofffluesse-der-Schweiz.pdf>

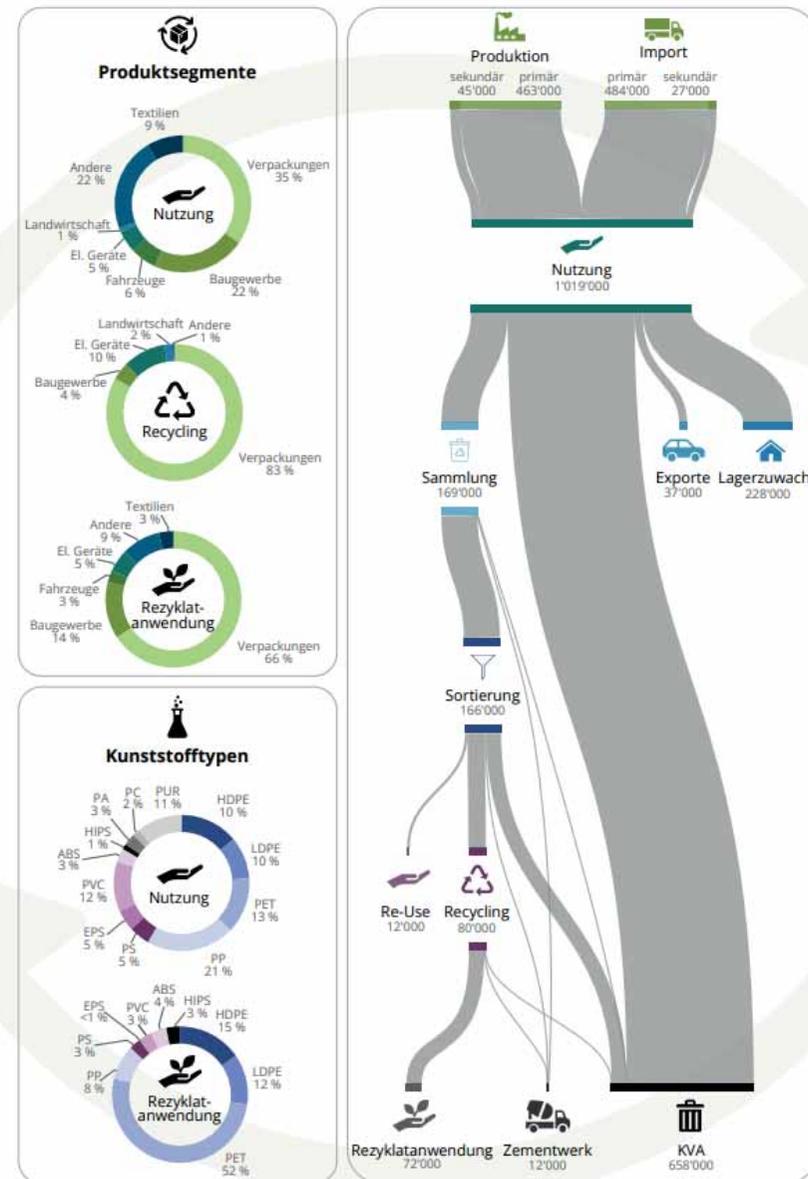


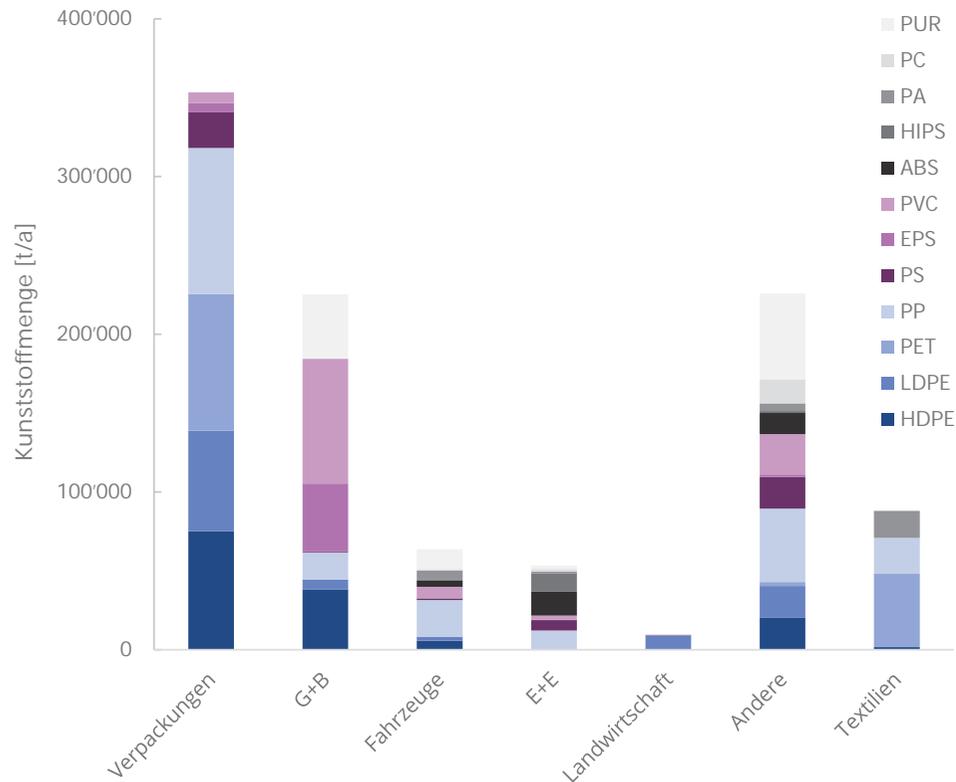
Abbildung 3: Flussdiagramm zu den Kunststoffflüssen in der Schweiz im Jahr 2017 (adaptiert von Klotz & Haupt, 2022).



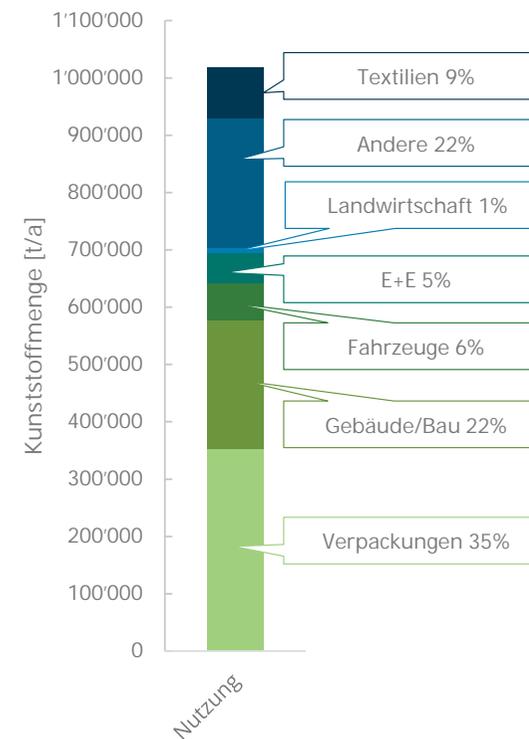
Kunststoffverbrauch Schweiz



Nutzungsmenge der verschiedenen Kunststofftypen in den verschiedenen Produktsegmente

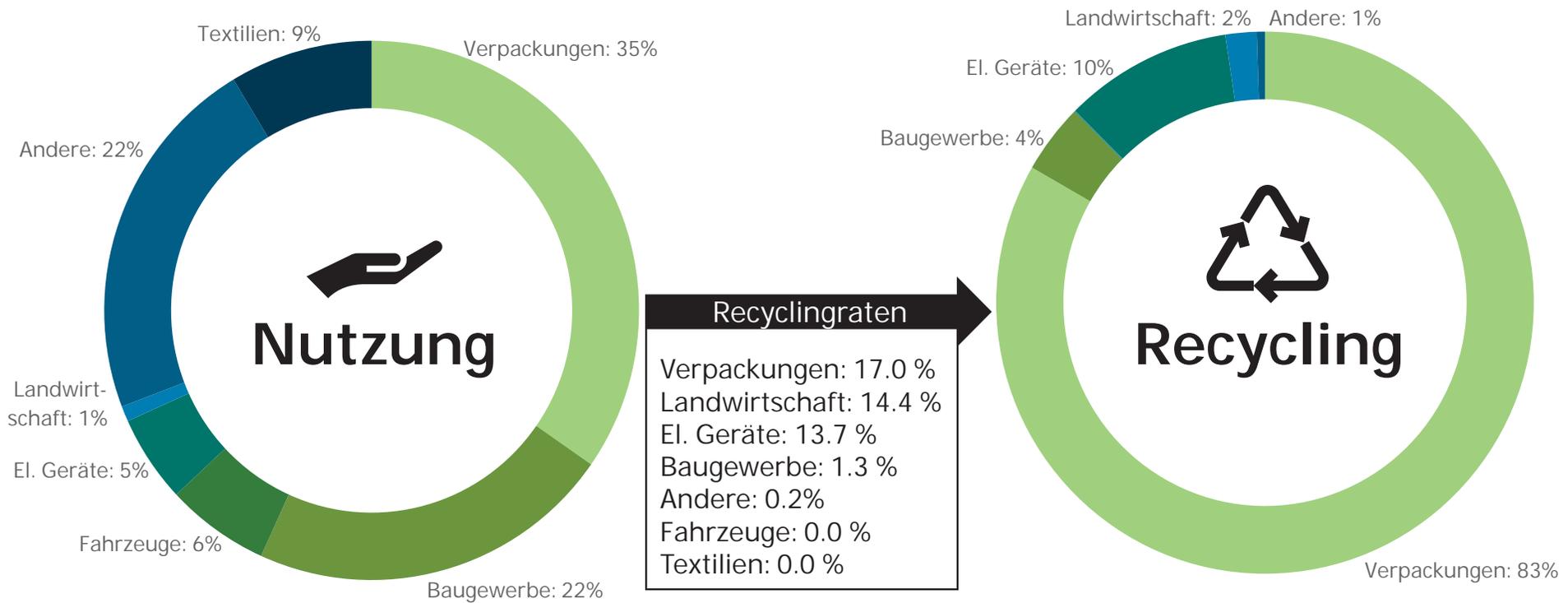


Totale Nutzung nach Segment



Klotz, M. & Haupt M. A high-resolution dataset on the plastic material flows in Switzerland, Data in Brief, 41 (2022), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340922002128>

Nutzung und Recycling nach Produktesegment



Ziel: 100 %
Recycling?



Ist 100% das richtige Ziel?

Ja, nur 100% sind genug!

- Ressourcenschonung
- Reduktion Abfallanfall
- Versorgungssicherheit (Rohstoffe)
- Reduktion CO₂-Emissionen (abhängig vom Aufwand der Aufbereitung)
- ...

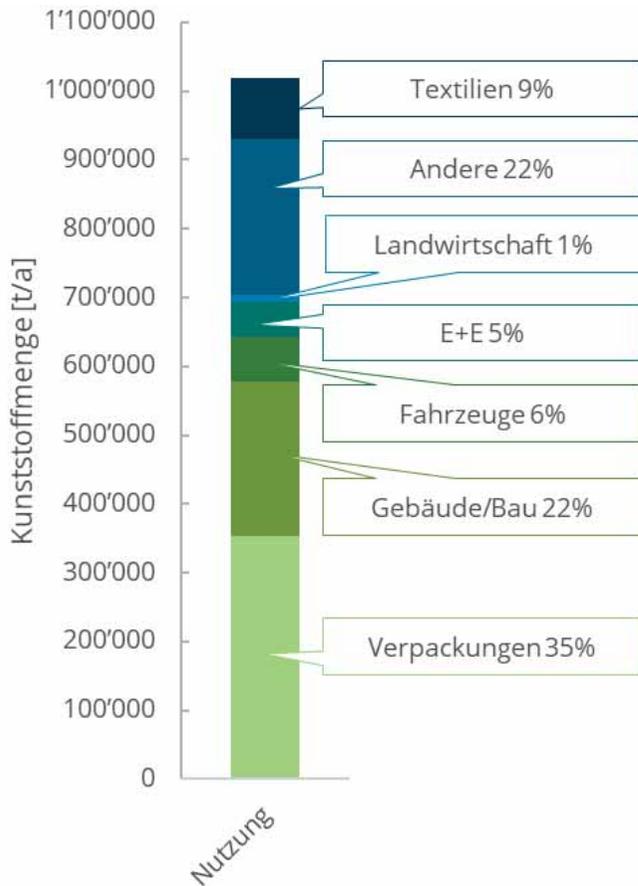
Nein, nur bei Einzelfraktionen

- Produkte aus gemischten Materialien häufig nur schwer trennbar
- Nicht alles kann ausreichend gut sortiert werden, dass ein hochwertiges Recycling möglich ist
- Qualitätsanforderungen zum Teil nicht erreichbar mit Rezyklat
- Heute: Wirtschaftlichkeit
- ...

„es chunt druf a“



Einschätzungen pro Fraktion (nicht abschliessend)



Textilien: Materialvermischung ist kritisch, Entwicklung Recyclingverfahren läuft (Lösungsmittel- oder enzymbasierte Verfahren, chem. Recycling).

Andere: Häufig kommt Kunststoff gemischt mit anderen Materialien zum Einsatz und Recyclingfähigkeit ist tief (Sportgeräte, Spielzeug etc.)

Landwirtschaft: Diverse Bestrebungen laufen im Bereich Folien, Recyclingfähigkeit liegt teilweise vor.

E+E: Starke Vermischung der Kunststoffe und Belastung mit Flammschutzmittel. Nur teilweise recyclingfähig, dafür aber hohe Sammelquoten.

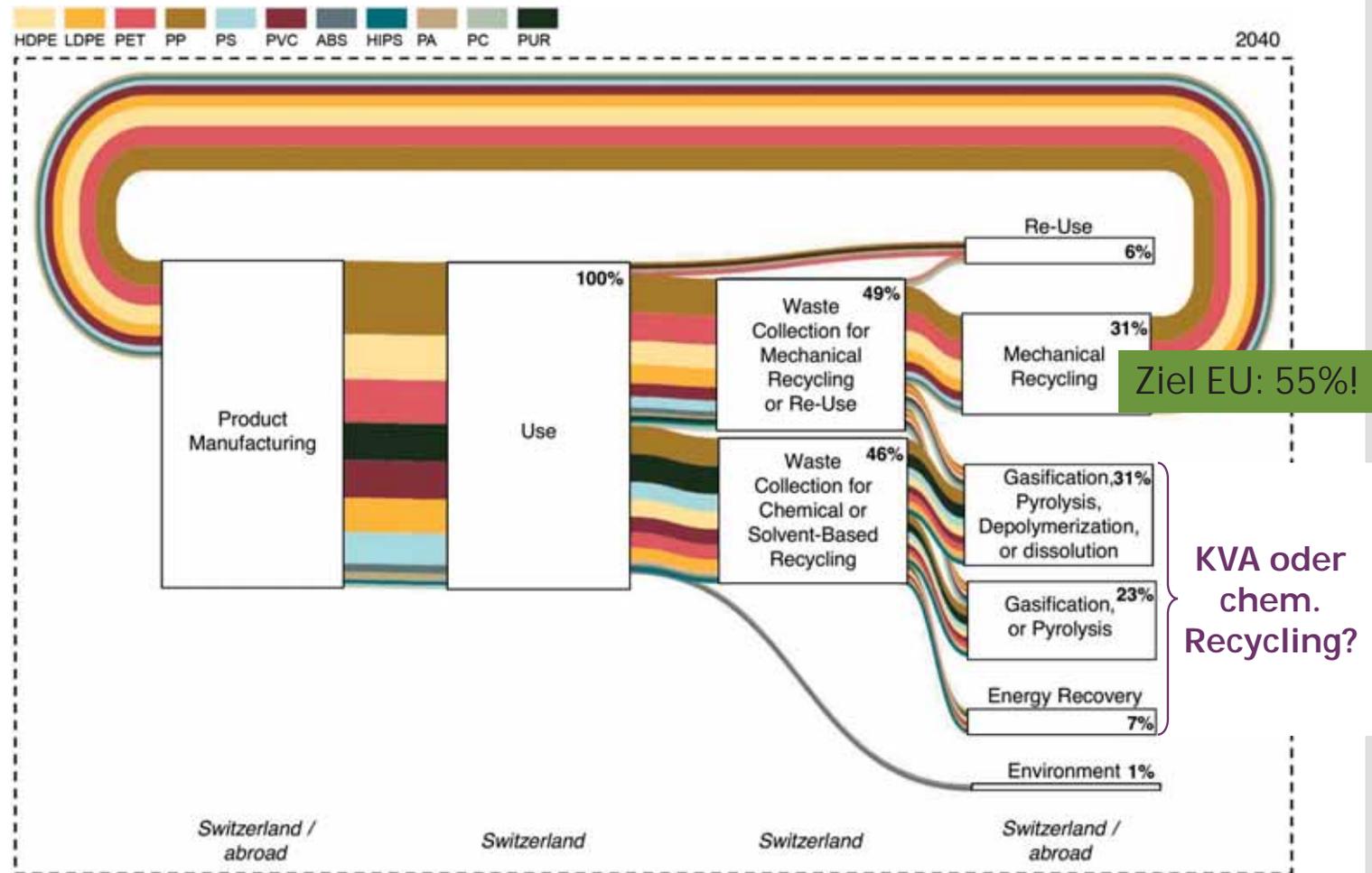
Fahrzeuge: Es gibt zahlreiche Projekte, allerdings geht viel sowieso am Produkt in den Export.

Bau / Gebäude: Zahlreiche Systeme befinden sich im Aufbau, Verwertbarkeit ist aber nicht immer gegeben (Verunreinigungen).

Verpackungen: Diverse Projekte laufen, schwierig ist Vielfalt und technische Komplexität. Heutige Sammlungen erreichen rund 55% Industrierückführungsquote. Sammlungen im Bereich Gewerbe / Industrie nicht transparent rapportiert.



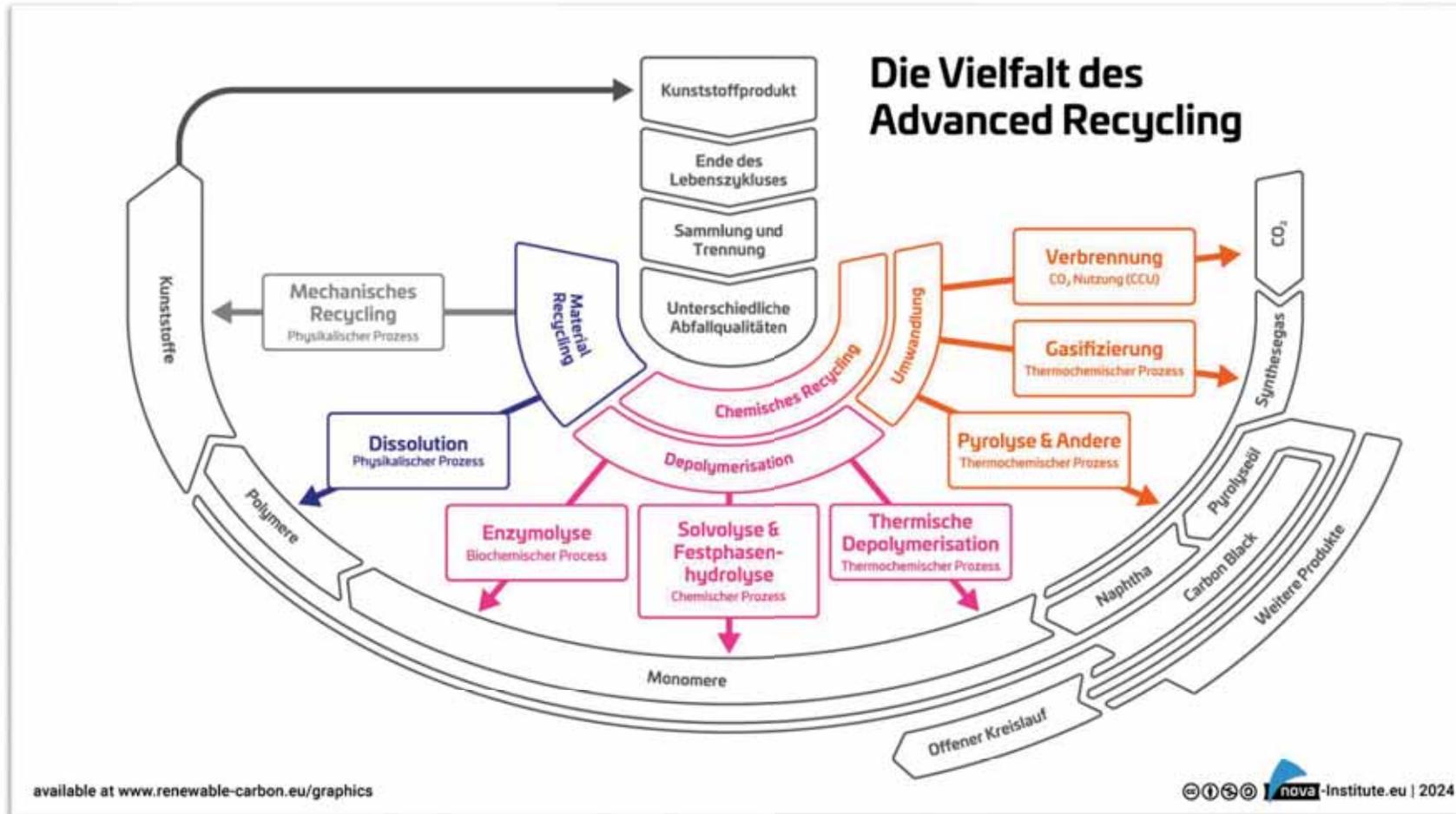
Heute 9%, in Zukunft 31% im mech. Recycling?



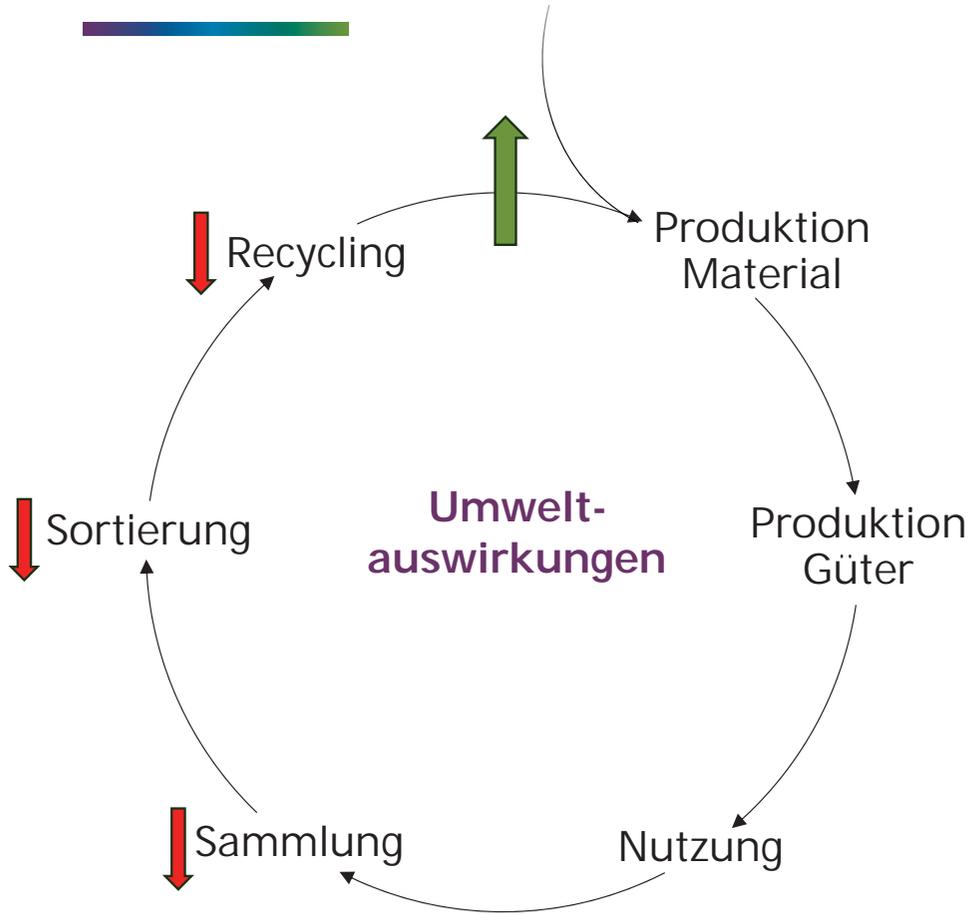
Die Graphik zeigt mögliche Materialflüsse für den Kunststoff der Schweiz. Die angegebenen Prozentsätze beziehen sich auf das Gewicht.

Magdalena Klotz, et al. (ETH Zurich).
 The role of chemical and solvent-based recycling within a sustainable circular economy for plastics.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167586>

Welche Arten von Recycling gibt es?

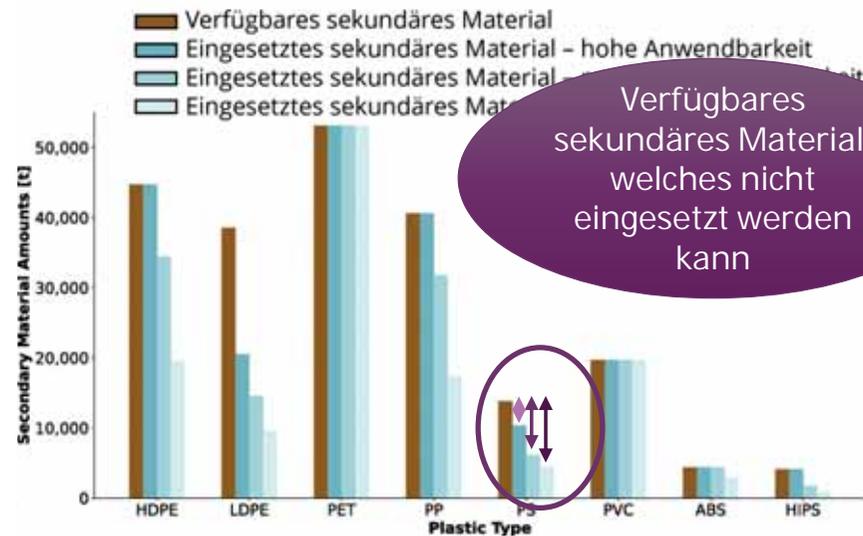


Ökol. Mehrwert entsteht durch Rezyklateinsatz



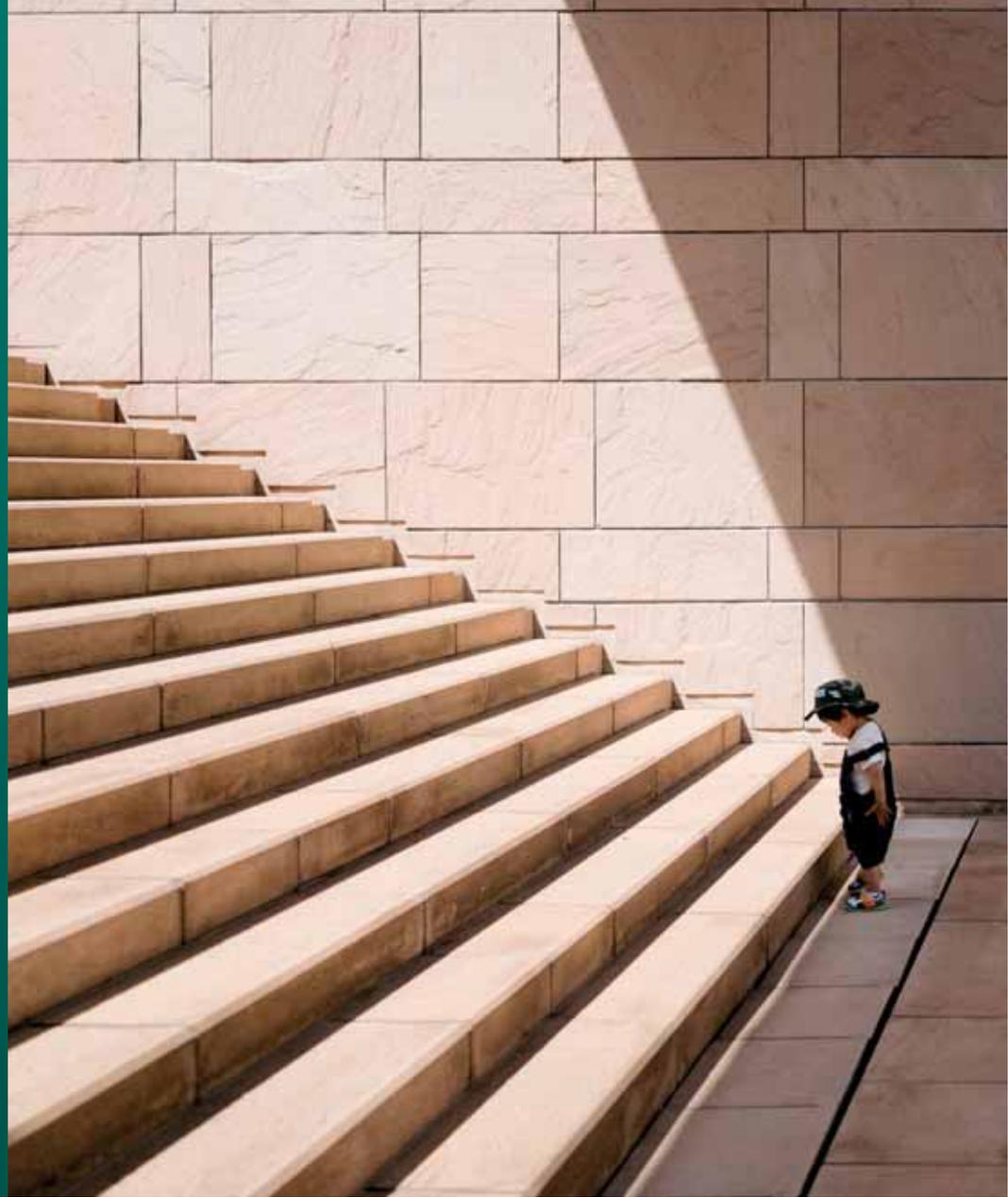
Einsatzgebiete für Rezyklat erweitern

- Bei gleichbleibendem Sammel- und Sortiersystem, mit einer **Erhöhung der Sammelrate auf 80 %** kann nicht alles Sekundäre Material eingesetzt werden
- i.d.R. kann ein Produktesegment nicht 100 % aus Rezyklat bestehen → Qualitätsanforderungen



Klotz, M. et al. (2022) Limited utilization options for secondary plastics may restrict their circularity, *Waste Management*, 141, p. 251-270

Möglichkeiten und Grenzen



Plastiktypen



PETE

Polyethylen-terephthalat

Softdrink- und Mineralwasserflaschen, Fruchtsaftbehälter und Speiseöl



HDPE

High Density Polyethylen

Milchflaschen, Reinigungsmittel, Waschmittel, Bleichmittel, Schampoo- flaschen, Wasch- und Duschseifen



PVC

Polyvinylchlorid

Trays für Süßigkeiten und Früchte, Verpackungen (Luftpolsterfolie) und Lebensmittelfolien zum Einwickeln von Lebensmitteln



LDPE

Low Density Polyethylen

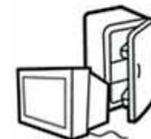
Einkaufstüten, hochfeste Säcke und die meisten Folien



PP

Polypropylen

Möbel, Konsumgüter, Gepäck, Spielzeuge, Stossstangen, Verkleidungen und Aussenkanten von Autos



PS

Polystyrol

Spielzeuge, Hartverpackungen, Kühlschrankschranktablets, Modeschmuck, Audiokassetten, CD-Hüllen, Verkaufsautomatenbecher



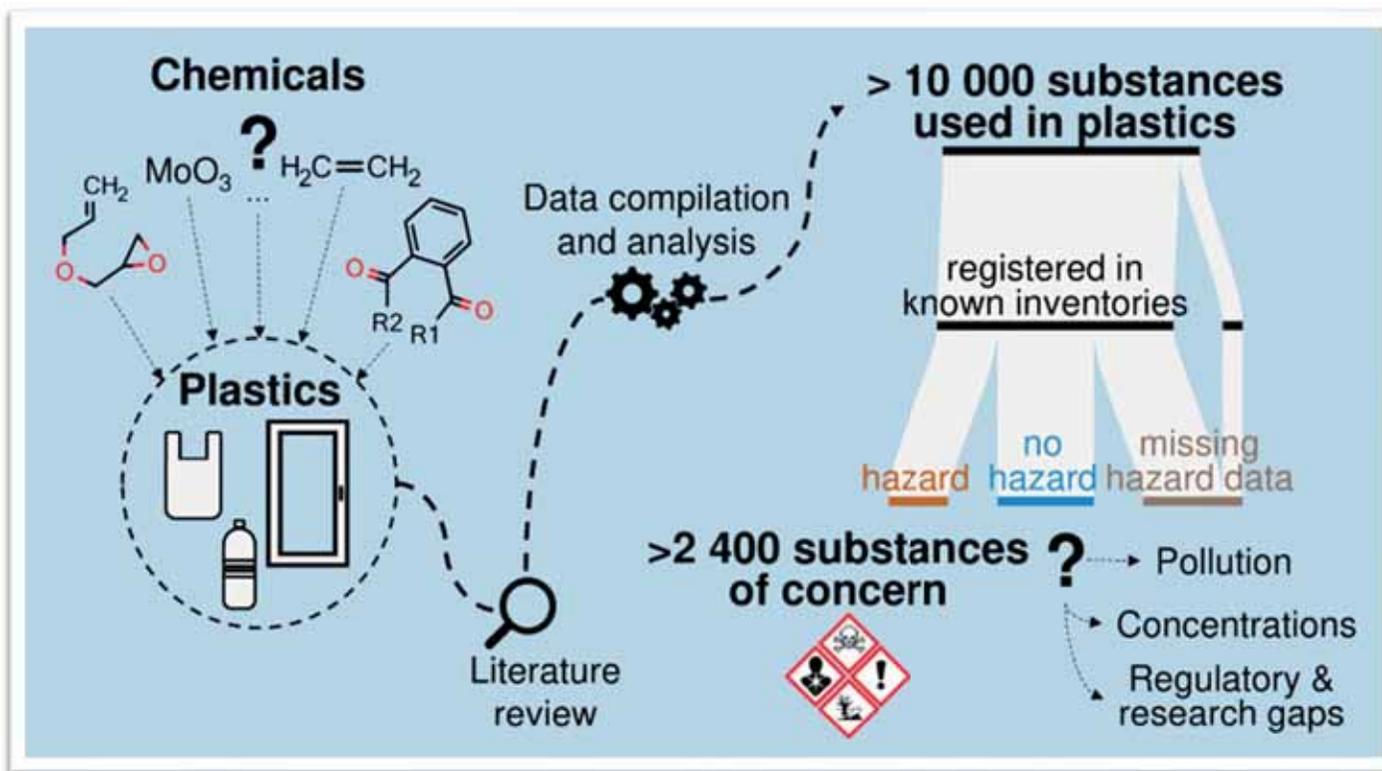
OTHER

andere Kunststoffe wie Acryl, Polycarbonat, PLA-Fasern, Nylon, Glasfaser

z.B. Polycarbonat für die Produktion von CDs und Babyflaschen



Additive



Helene Wiesinger, Zhanyun Wang, and Stefanie Hellweg. Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids. *ES&T*2021 55 (13), 9339-9351 DOI: 10.1021/acs.est.1c00976



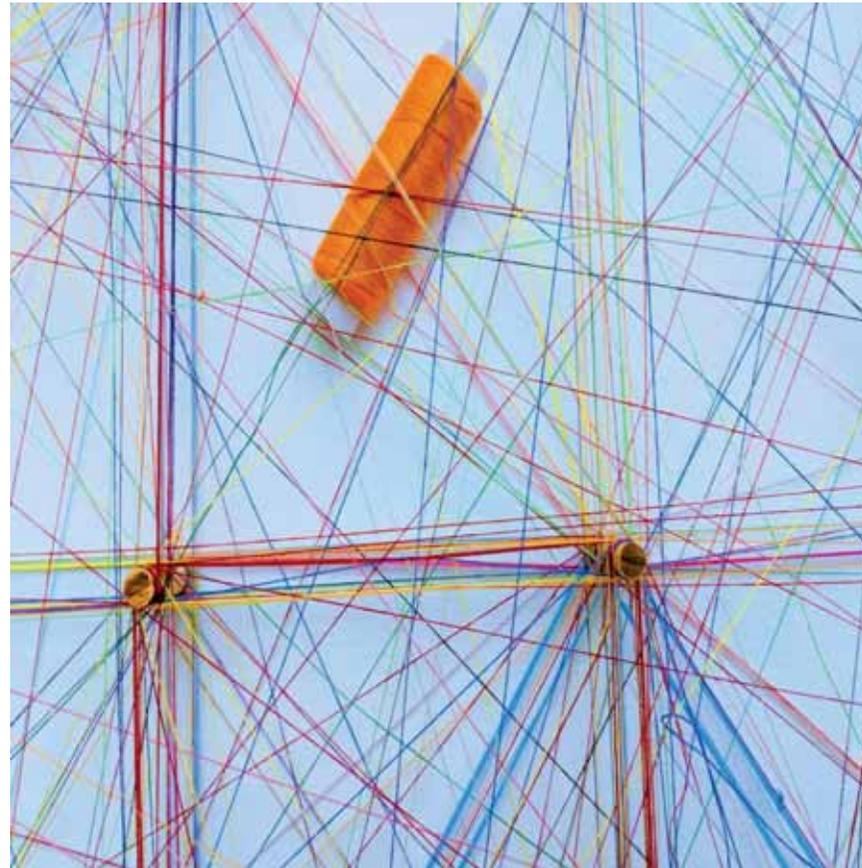
Technische Herausforderungen

- **Diversität:** Materialien (inkl. Additive), Anforderungen und Anwendungen
- **Design:** Multi-Layer Kunststoffe und Material-Verbunde, Barrierschichten
- **Zusammensetzung:** Häufig nicht bekannt bei Polymeren (bzw. als IP geheim gehalten)
- **Toxikologisches Potenzial:** Additive und Zusatzstoffe
- **Alternative Materialien:** Einfluss artfremder Materialien in den Prozessen für «konventionelle» Kunststoffe
- **Konsumentenverhalten:** z.B. Materialtrennung, Entleerung, Sammlung



Systemische Herausforderungen

- **Überangebot und niedrige Preise**
 - Weniger Treibstoffbedarf
 - Wachstum petrochemische Industrie
- **Kunststoffdesign / Produktdesign**
 - Zunehmende Komplexität von Kunststoffen und Produkten
 - Zusatzstoffen – unbekannt und teils gefährlich
- **Recycling ist eine «schwierige» Lösung**
 - Ein allgemeiner Mangel an Kapazitäten für Sammlung, Sortierung und Recycling
 - Prozesse für hochqualitative Kreisläufe noch in den Kinderschuhen
 - Techn. Lock-ins: Ist die Anlage einmal da, wird der Konsum kaum reduziert (?)
- **Bequemlichkeit**
 - Übermässiger Konsum (und Littering)



Chancen

Kunststoff- kreislauf- wirtschaft

2050 ENDSTATE Scenario	Circularity (%)	GHG Emissions (MtCO ₂ e)	Virgin Fossil Plastic Use (Mt)
Base Case (Current System)	14%	112	44
Current Actions Scenario	33%	92	37
Reduction & Substitution Scenario	52%	68	29
Recycling Scenario	69%	41	24
Circularity Scenario	78%	33	20

SYSTEMIQ (2022). ReShaping Plastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral Plastics System in Europe.



Ein Miteinander für mehr Nachhaltigkeit



„Job Sharing“

Thermische Verwertung

- Verwendung Rückstände aus Recyclingkette
- Nicht recyclingfähige Produkte/ Kunststoffe
- Verunreinigtes Material (z.B. auch mit Stoffen belastet, welche nicht im Kreislauf bleiben sollen)
- **Fokus: Saubere Kreisläufe und Energierückgewinnung**



Recycling (mech. / chem.)

- Mech. Recycling von recyclingfähigen Produkten/Kunststoffen: Ressourcenschonung
- Chem. Recycling von nicht-recyclingfähigen aber verwertbaren Stoffströmen
- **Fokus: Ressourcenschonung**



Blick in die Zukunft



Gibt es neue Entwicklungen bei chemischen Recyclingverfahren?

Führen strenge Anforderungen hinsichtlich Zusatzstoffe zu weniger Recycling?

Verändern sich die Kunststoffmengen aufgrund globaler Zielsetzungen?

Kunststoffmarkierungen – erhöht Sortierbarkeit die Recyclingfähigkeit?

Erhöht Steigerung des Rezyklateinsatzes die Bestrebungen im Recycling?



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Dr. Melanie Haupt

realcycle GmbH
Hagenholzstrasse 85A
8050 Zürich

Tel. 044 537 82 80
Mail melanie.haupt@realcycle.ch
URL www.realcycle.ch

