

Plastik in der Umwelt – Verbundvorhaben Resolve Recycling von Polystyrol mittels rohstofflicher Verwertung

Ziel des BMBF-Forschungsprojektes „Resolve“ ist die wirtschaftliche Nutzung von PS-Abfällen als Rohstoff für hochwertige neue Kunststoffprodukte im Rahmen eines rohstofflichen Recyclings (geschlossene Kreislaufwirtschaft)

Polystyrol aus LVP-Material

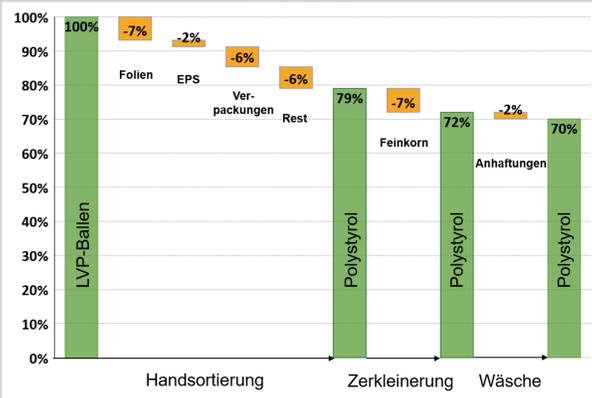
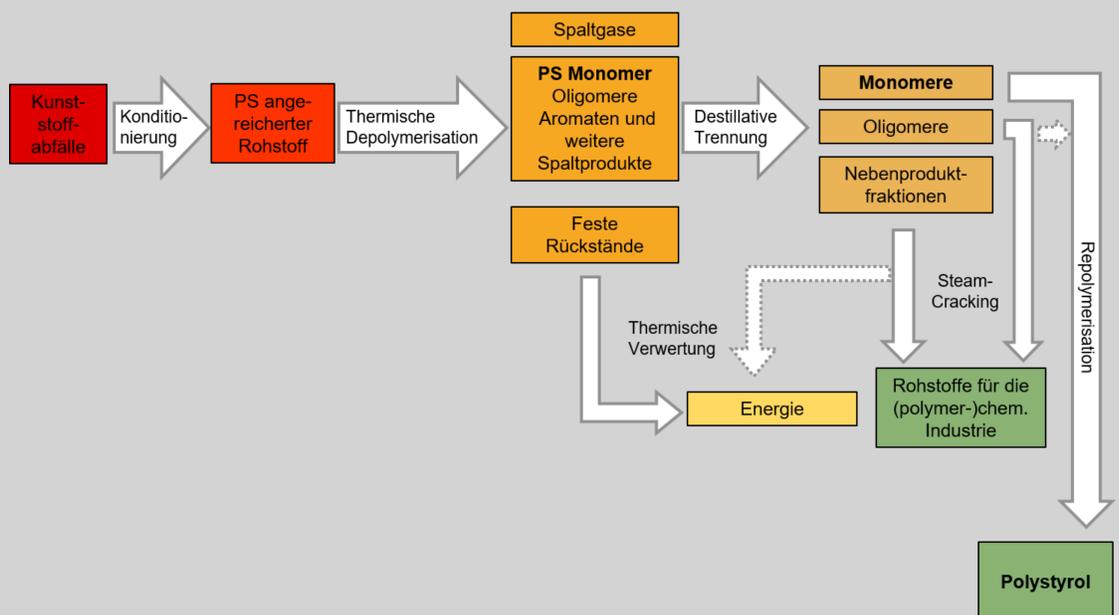


Abb. 1: Vom LVP-Ballen zum PS angereicherterem Rohstoff

Vom Sekundärrohstoff zurück zum Polystyrol



Tab. 1: Beispielhafte Produktzusammensetzung nach der Depolymerisation im Labormaßstab in Abhängigkeit von der PS-Quelle

	Styrol	Ethylbenzol	Andere Niedrigsieder	Alpha-Methylstyrol	Dimer	Trimer	Andere Hochsieder	Rückstand und Verluste
GPPS (Referenz)	58,1%	1,7%	0,7%	3,5%	13,3%	8,8%	11,5%	2,3%
EPS*-Abfall	45,2%	1,4%	0,4%	2,7%	6,6%	6,8%	8,7%	28,2%
LVP**-Abfall	43,6%	2,7%	5,5%	4,0%	4,6%	8,8%	9,6%	21,0%

*EPS = expandiertes Polystyrol, **LVP = Leichtverpackungen

Depolymerisation im Labormaßstab

- Depolymerisation von Polystyrol (GPPS) im diskontinuierlichen Prozess
- Analyse von Modellsubstanzen mit gezielten Verunreinigungen (PE, PP, PMMA und PET)
- Anschließend destillative Auftrennung des Kondensats mittels Vigreux-Kolonne und Füllkörper-Kolonne



Abb.2: Depolymerisation im Autoklaven im Labormaßstab

Depolymerisation von PS im Doppelschneckenextruder

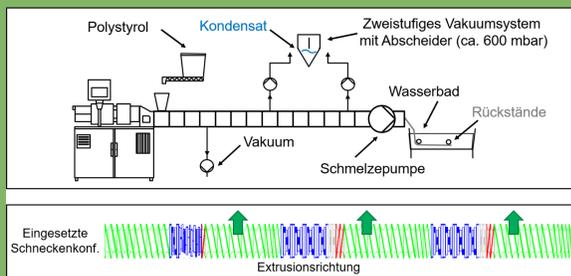


Abb.3: Anlagenaufbau, bestehend aus Doppelschneckenextruder, Dosiersystem und Entgasungseinheit inkl. Abscheider für das Styrolöl

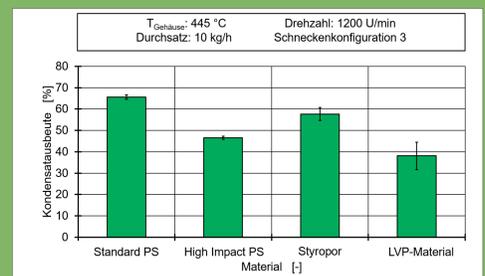


Abb.4: Einfluss des verwendeten Materials auf die Kondensat-Ausbeute

- Flüchtige Bestandteile, wie beispielsweise Styrol, Dimer und Trimer, werden über eine mehrstufige Entgasung abgeführt
- Die Kondensation erfolgt im Abscheider
- Die restlichen Rückstände durchlaufen den Extruder und können der thermischen Verwertung zugeführt werden

Erreichung des Meilensteins M1

- ✓ Die Durchführbarkeit des Depolymerisationsprozesses im Labormaßstab konnte anhand von Modellsubstanzen gezeigt werden
- ✓ Proben aus einem relevanten Abfallstrom wurden erfolgreich depolymerisiert.
- ✓ Die Ausbeute betrug mindestens 40% für Styrol und 50% für Styrol und Oligomere bezogen auf den Anteil des eingesetzten PS
- ✓ Die Depolymerisation im Extruder konnte demonstriert werden
- ✓ Aus dem flüssigen Produktgemisch konnte Styrol destillativ von niedrig- und höhersiedenden Fraktionen abgetrennt werden

Potentielle Einflussfaktoren auf die Kondensat-Ausbeute

Die Depolymerisation von PS im Doppelschneckenextruder wird durch die vorliegenden Prozessbedingungen beeinflusst.

Kein signifikanter Einfluss (+), Einfluss vorhanden (++) , sehr hoher Einfluss (+++)

	Potentielle Einflussfaktoren	Ausprägung des Merkmals	Ausbeute Kondensat
Prozessgrößen	Verweilzeit	hoch	+++
	Mech. Energieeintrag	hoch	++
	Schmelztemperatur	hoch	+++
	Vakuump/ Unterdruck	gering	++
Maschinenparameter	Schneckenrehzahl	hoch	++
	Durchsatz	gering	+++
	Gehäusetemperatur	hoch	+++



Verweilzeit & Schmelztemperatur sind ausschlaggebend für eine effektive Depolymerisation des Polystyrols

Zukünftig wird die Zusammensetzung des Kondensats in Abhängigkeit der Prozessführung analysiert

Ausblick

- Aufbereitung und Depolymerisation von Proben aus mariner Umgebung
- Bewertung des Reaktionsgemisches aus der Depolymerisation für die Eignung im Crack-Prozess
- Destillation größerer Mengen Styrolöl und anschließende Re-Polymerisation