



# Circular Economy – Kreislaufwirtschaft in der Praxis

RÜCKGEWINNUNG VON POLYSTYROLSCHAUMSTOFF UND BROM  
IM GESCHLOSSENEN KREISLAUF

**PolyStyreneLoop (PSLoop)  
als Teil der Kreislaufwirtschaft**



Im Gegensatz zu den derzeit üblichen Entsorgungswegen, der Verbrennung und der Depo-  
nierung, soll die einzigartige PSLoop-Recyclinganlage erstmalig die Wiederverwertung von  
Polystyrolschaumstoff im geschlossenen Kreislauf ermöglichen. Insbesondere Bauabfälle –  
ob mit oder ohne Verunreinigungen – sollen sich dadurch verarbeiten lassen. Auf diese Weise  
können CO<sub>2</sub>-Emissionen gesenkt sowie Umwelt und Klima geschützt werden. Die PSLoop-  
Recyclinganlage leistet einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft.

Schaumstoffe aus Polystyrol (PS) sind für ihre hervorragenden dämmenden und stoßdämpfenden Eigenschaften bekannt und haben sich in vielfältigen Anwendungen bewährt. Auch nach ihrem Gebrauch liefern PS-Schaumstoffe eine wertvolle Rohstoffquelle, um neue Produkte herzustellen. Vor allem die Verpackungsindustrie setzt bereits europaweit verschiedene Recyclingsysteme erfolgreich ein.

### **HBCD-HALTIGE PS-SCHAUMSTOFFE**

Seit den 60er-Jahren wurde HBCD als Flammschutzmittel in Schaumstoffdämmplatten verwendet und galt lange Zeit als beste Lösung zur Umsetzung nationaler Brandschutz-Vorschriften. Allerdings kommen mittlerweile alternative Flammschutzmittel zum Einsatz, da HBCD seit 2016 als ein Schadstoff eingeordnet und verboten ist. Infolgedessen können Millionen Tonnen HBCD-haltiger PS-Schaumstoffabfälle nicht mehr wie gewohnt recycelt werden. Eine Regelung für den ordnungsgemäßen Umgang mit diesen Abfällen ist daher notwendig. Das innovative Recycling-Konzept PSLoop soll zukünftig eine Wiederverwertung HBCD-haltiger PS-Schaumstoffe im industriellen Maßstab ermöglichen. Das Basler Übereinkommen der UNEP hat diese Technologie bereits als beste verfügbare Lösung für das Recycling von HBCD-Abfällen anerkannt.

Bis Ende 2018 soll die PSLoop-Pilotanlage mit einer Kapazität von 3.000 Tonnen PS-Abfällen pro Jahr den Betrieb aufnehmen. Unternehmen aus der gesamten Wertschöpfungskette der PS-Schaumstoffe und das LIFE-Programm der Europäischen Kommission stellen die notwendigen finanziellen Mittel bereit. Das Projekt soll die technische, ökonomische und ökologische Tragfähigkeit dieses neuen Recycling-Verfahrens demonstrieren und den Startschuss für den Anlagenbau in ganz Europa geben.



### **DIE SCHLÜSSELFAKTOREN**

Für Wissenschaft, Technologie, Ökologie und Wirtschaft bietet das PSLoops-Verfahren verschiedene Schlüsselfaktoren:

- Schaffung eines nachhaltigen und zukunftsfähigen Marktes für PS-Schaumstoffprodukte.
- Einsatz eines einzigartigen Kunststoffverfahrens zur Zersetzung persistenter organischer Schadstoffe (POP), basierend auf der CreaSolv®-Technologie.
- Gewinnung eines hochwertigen, wiederverwertbaren Rezyklats (Upcycling von Polystyrol und Brom).
- Innovativer Ansatz zur Kooperation, der verschiedene Partner aus der gesamten Wertschöpfungskette für PS-Schaumstoffe beteiligt.
- Unterstützung durch nationale und europäische Stellen dank des anerkannten Beitrags zur Kreislaufwirtschaft.
- Pilotanlage liefert neue Erkenntnisse zur technischen, ökonomischen und ökologischen Tragfähigkeit der CreaSolv®-Technologie.
- Europaweite Einführung des Konzeptes nach erfolgreichem Testlauf, um die steigende Menge von PS-Schaumstoffabfällen künftig zu bewältigen.



## DAS ZIEL

Das PSLoop-Projekt zeigt, dass die Partner der PS-Wertschöpfungskette bemüht sind zur Kreislaufwirtschaft beizutragen und die damit verbundenen Anforderungen zu erfüllen.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines sicheren und nachhaltigen Verfahrens, mit dem aus HBCD-haltigen PS-Schaumstoffabfällen in einem geschlossenen Kreislauf neue Rohstoffe gewonnen und bei anderen Produkten wiederverwendet werden können.



## DIE LÖSUNG

Die PSLoop-Initiative hat einen physikalischen Recyclingprozess entwickelt, der auf der CreaSolv®-Technologie basiert. Dabei werden aus PS-Schaumstoffabfällen neue, hochwertige Rohstoffe gewonnen. Der Recyclingprozess trennt und vernichtet alle Verunreinigungen, wie Zement oder sonstige Baustoffrückstände sowie das Flammschutzmittel HBCD und gewinnt die wertvolle Bromkomponente zurück. Ein wesentliches Projektergebnis ist die in den Niederlanden entstehende Pilotanlage im industriellen Maßstab.



## DIE ORGANISATION

Die PolyStyreneLoop Cooperative U.A. ist eine von den Unternehmen Synbra und ICL in den Niederlanden gegründete Non-Profit-Organisation, die nachweisen möchte, dass PS-Schaumstoffe zu einer Kreislaufwirtschaft beitragen können. Industrievertreter der gesamten Wertschöpfungskette für PS-Schaumstoffe sind Mitglieder der Gesellschaft. Ihr Hauptziel ist der Bau und der Betrieb der Pilotanlage.



## DIE STRATEGIE

Der Erfolg dieses Projekts und die umfassende Nutzung der innovativen Technologie wird dazu führen, dass in Europa die beste zurzeit verfügbare Technik für das Recycling der wachsenden Abfallmengen von PS-Schaumstoffen implementiert wird.



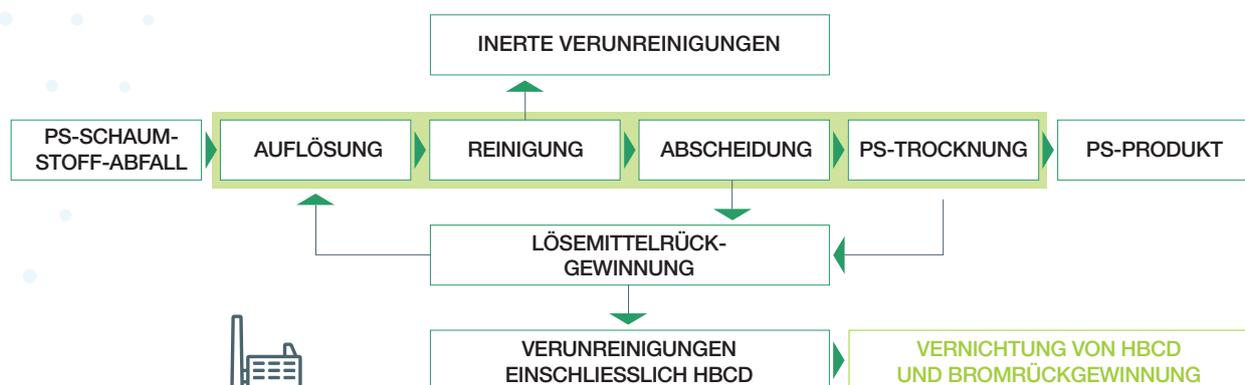
## DIE TECHNOLOGIE

Eine speziell entwickelte Lösemittelrezeptur dient dazu, Kunststoffabfälle in einem physikalischen Trennungsprozess selektiv aufzulösen. Mit Hilfe dieses Vorbehandlungsverfahrens lassen sich die Kunststoffmoleküle zurückgewinnen und von Additiven (wie HBCD) abtrennen, die als Schadstoff eingestuft und damit nach regulatorischen Auflagen (nach Verordnung 2016/293 der EU-Kommission vom 1. März 2016) zu vernichten sind.

Der Recyclingprozess umfasst drei Schritte:

1. Der PS-Schaumstoffabfall wird zunächst in Becken mit PS-spezifischen Lösemittel aufgelöst. Feste Verunreinigungen (z. B. Schmutz, Zement) werden herausgefiltert und verbrannt.
2. Durch Zugabe einer weiteren Flüssigkeit verwandelt sich das Polystyrol in ein Gel, während das Additiv (HBCD) in der Restflüssigkeit verbleibt. Das PS-Gel wird dann von den Prozessflüssigkeiten getrennt, gereinigt und zu Polymergranulat verarbeitet. Die Restflüssigkeit, die das Additiv enthält, wird destilliert und in einem geschlossenen Kreislauf weiterverarbeitet. Das Additiv bleibt als Schlamm zurück.
3. Anschließend wird das im Schlamm enthaltene Additiv HBCD in einer Hochtemperatur Verbrennungsanlage vernichtet und zuletzt das elementare Brom zurück gewonnen: Die Nutzung des Broms in modernen Flammschutzmitteln für neue Produkte schließt den Kreislauf.

### PSLoop-CreaSolv®-Prozess: LÖSEMITTELBASIERTE WERKSTOFFLICHE RÜCKGEWINNUNG

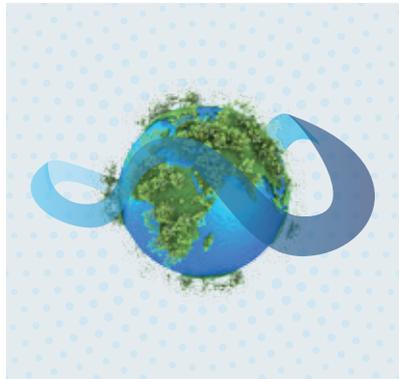


- GEEIGNET FÜR EXPANDIERTES POLYSTYROL
- SPEZIFISCHE, EFFEKTIVE LÖSEMITTEL
- SEPARIEREN VON VERUNREINIGUNGEN

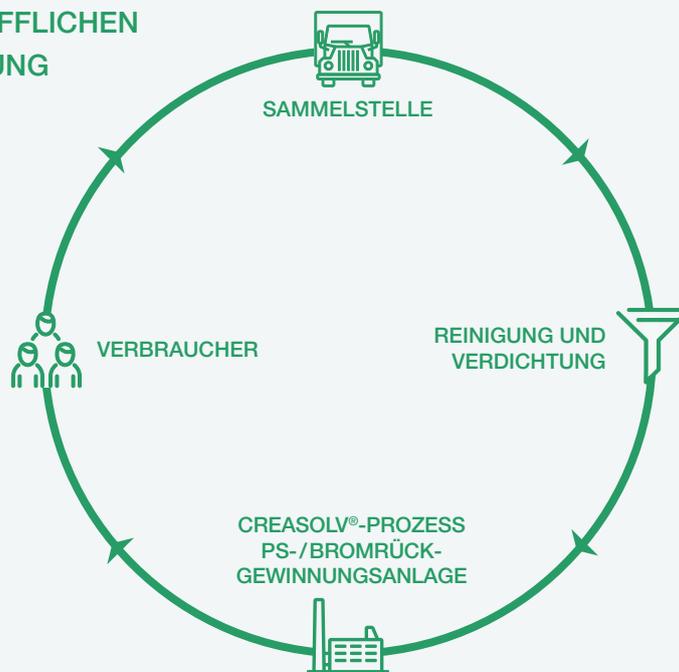
- FREI VON FREMDPOLYMEREN
- FREI VON VERUNREINIGUNGEN
- EIGENSCHAFTEN VON KUNSTSTOFF-NEUWARE



DIE BROM-RÜCKGEWINNUNGSANLAGE  
BEI ICL-IP TERNEUZEN



VON DER SAMMELSTELLE  
ZUR WERKSTOFFLICHEN  
RÜCKGEWINNUNG



Projekt finanziert mit Fördermitteln der Europäischen  
Kommission im Rahmen des Umwelt- und  
Regierungsprogramms LIFE 16 ENV/NL/000271.



Die CreaSolv®-Technologie ist eine Entwicklung des Fraunhofer Instituts und der CreaCycle GmbH. CreaSolv® ist eine eingetragene Marke der CreaCycle GmbH.

[WWW.POLYSTYRENELOOP.EU](http://WWW.POLYSTYRENELOOP.EU)