
DGAW 2018 – Recycling von EAG und Altzfg., Sulzbach-Rosenberg, 15.11.18

Hochwertiges Kunststoffrecycling mit dem CreaSolv® Prozess



Dr. Andreas Mäurer

Abteilungsleiter Kunststoff-Recycling
Fraunhofer Institut IVV
Giggenhauser Str. 35, 85354 Freising

T: 08161 491-330

E: andreas.maeurer@ivv.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERFAHRENSTECHNIK UND VERPACKUNG

www.ivv.fraunhofer.de



Das Fraunhofer IVV in Zahlen (2017)



Institutsleiter
Prof. Dr. Horst-Christian Langowski

Mitarbeiter gesamt 266

Wissenschaftler u. Graduierte 123

Doktoranden 37

Betriebshaushalt 20,2 Mio €

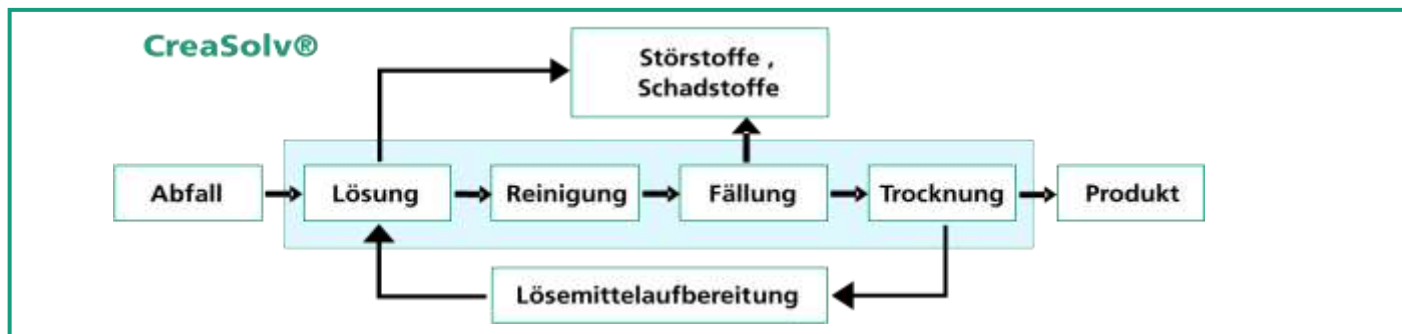
Institutionelle Förderung 4,9 Mio €

Interne Programme 1,0 Mio €

Externe Erträge 15,3 Mio €

Kunststoff-Recycling am Fraunhofer IVV

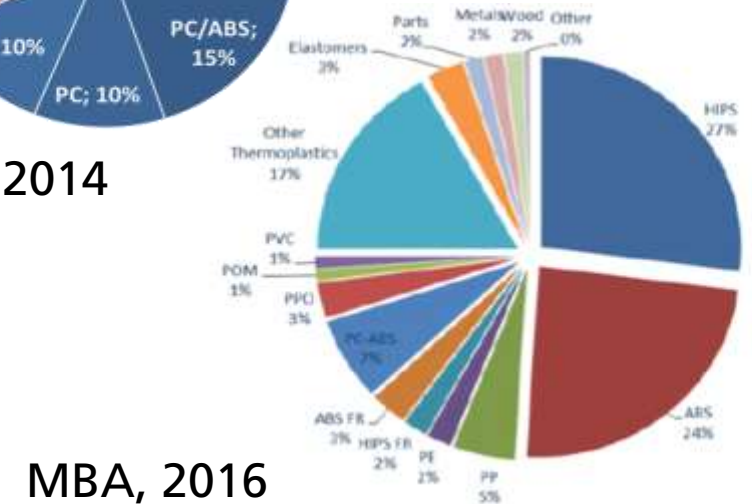
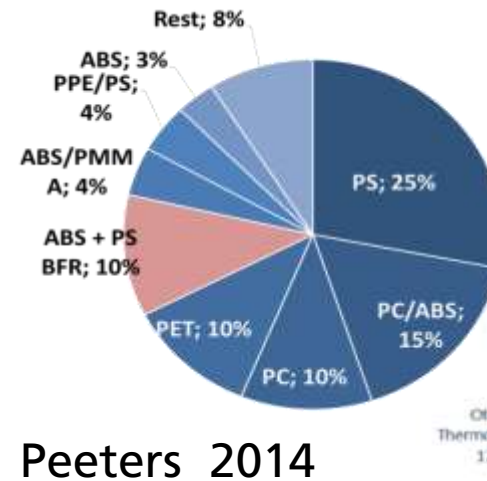
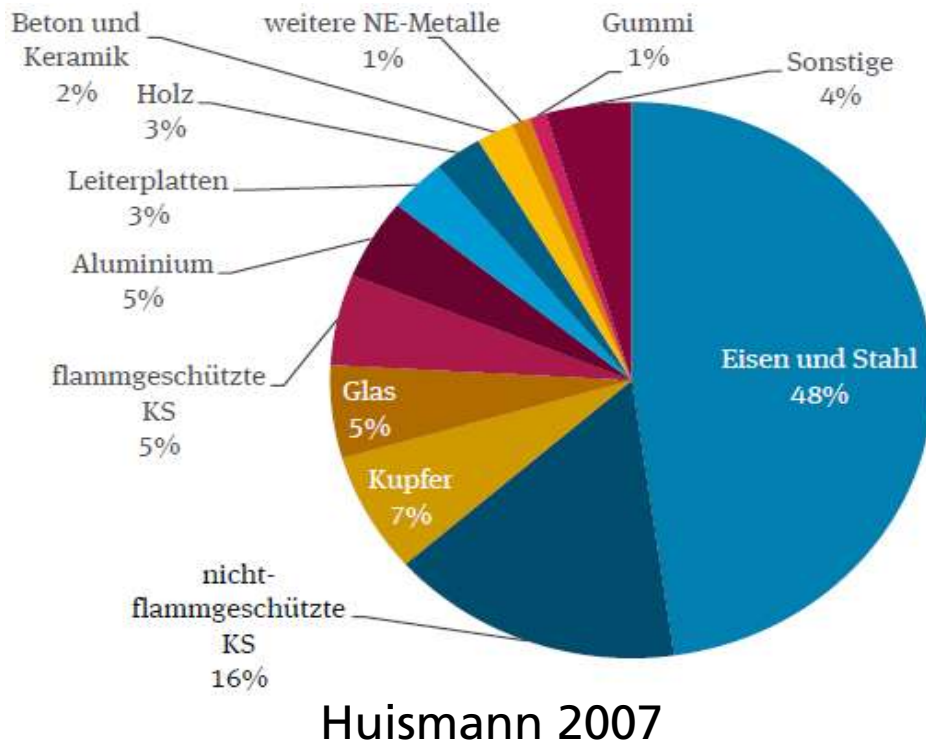
- Recycling-Prozesse für Polymere aus post-industrial und post-consumer Abfällen von Verpackungen, EAG, SLF, Bau inkl. Trennung von
 - Kunststoff-Kompositen (multilayer, Galvanik,...)
 - Störstoffen (Geruch, Altadditive, ...)
 - Entwicklung lösemittelbasierter Technologien (z. B. CreaSolv® Prozess)
- Partner für industrielle Realisation
Machbarkeit/Musterproduktion/Engineering/Bau



CreaSolv® ist eine eingetragene Marke der CreaCycle GmbH, Grevenbroich

Mengen und mögliche Zielkunststoffe

1. EU: Kunststoffbedarf im EEE-Sektor ~2,85 Mt (Plastics Europe, 2016)
2. Deutschland: KS-Potential in EAG von ~ 190 kt (Wilts et al 2016)
3. Prioritäre Zielkunststoffe: ABS, PS, PP, (PC/ABS)



Herausforderung EAG Kunststoffe

1. Kunststoffvielfalt

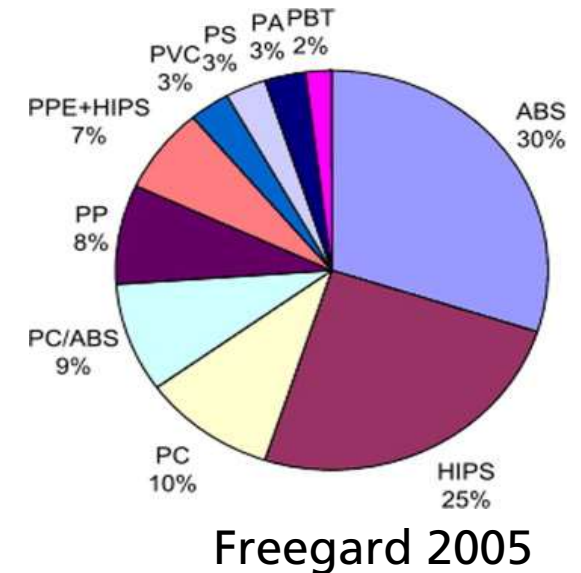
- abhängig von Kategorie / Erfassung
- Änderungen im Zeitverlauf
- Dominanz von ABS, PS und PP

2. Flammenschutzmittel

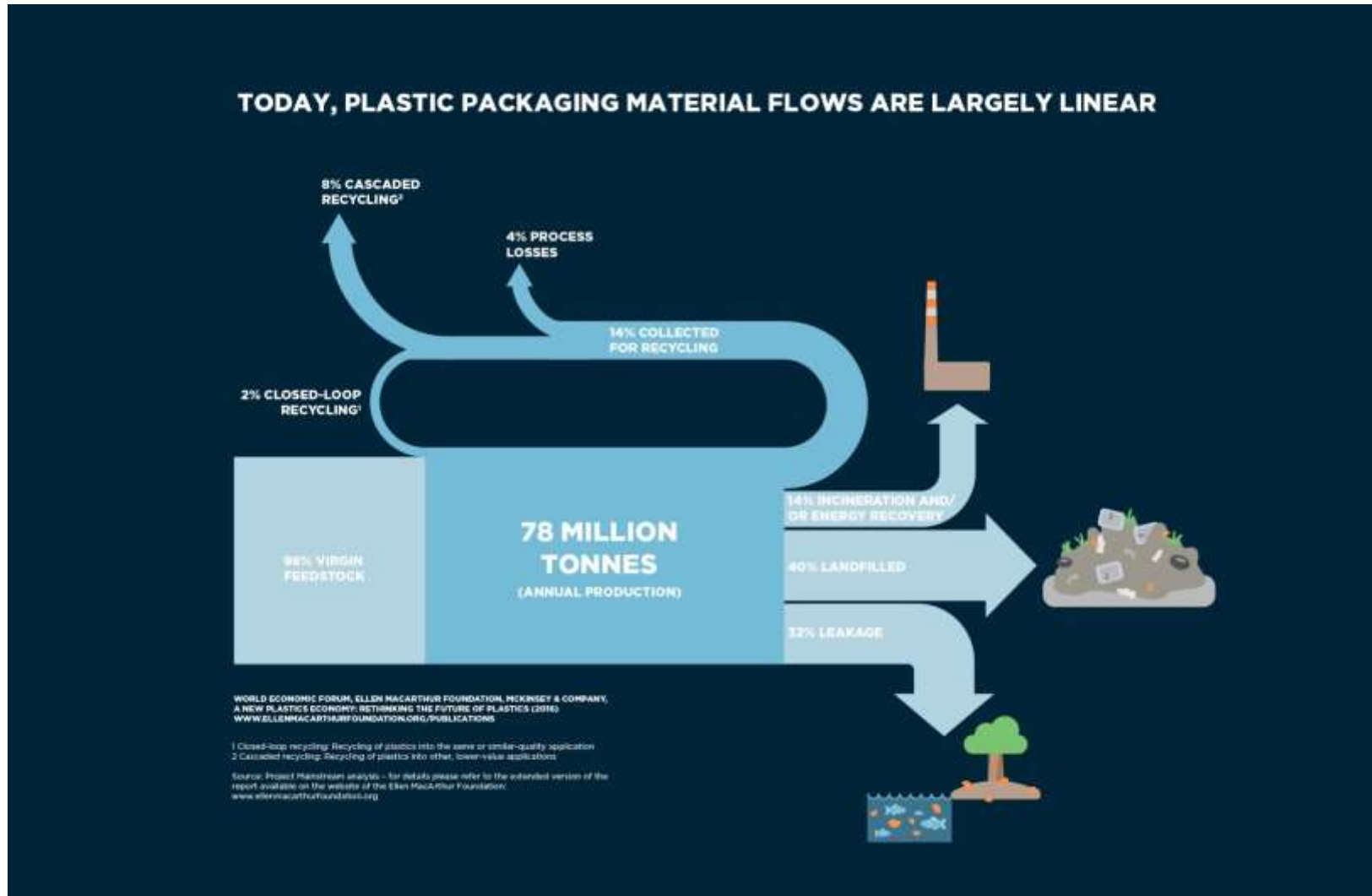
- PBDE inkl. DecaBDE, PBB, (HBCD)
- TBBPA (H14), BTBPE, DBDPE
- Phosphororganische FSM, PVC

3. Anforderungen des Zielmarktes

- Neuwaresubstitut (u.U. höhere Qualität als EAG-Rohstoff → Upgrade)
- Reinheit (Polymer, Fremdstoffe, Additive, Metalle)
- RoHS, REACH, Industrienormen



Status quo: Linear Economy



Vision: Circular Economy

Abfall wird
Produkt

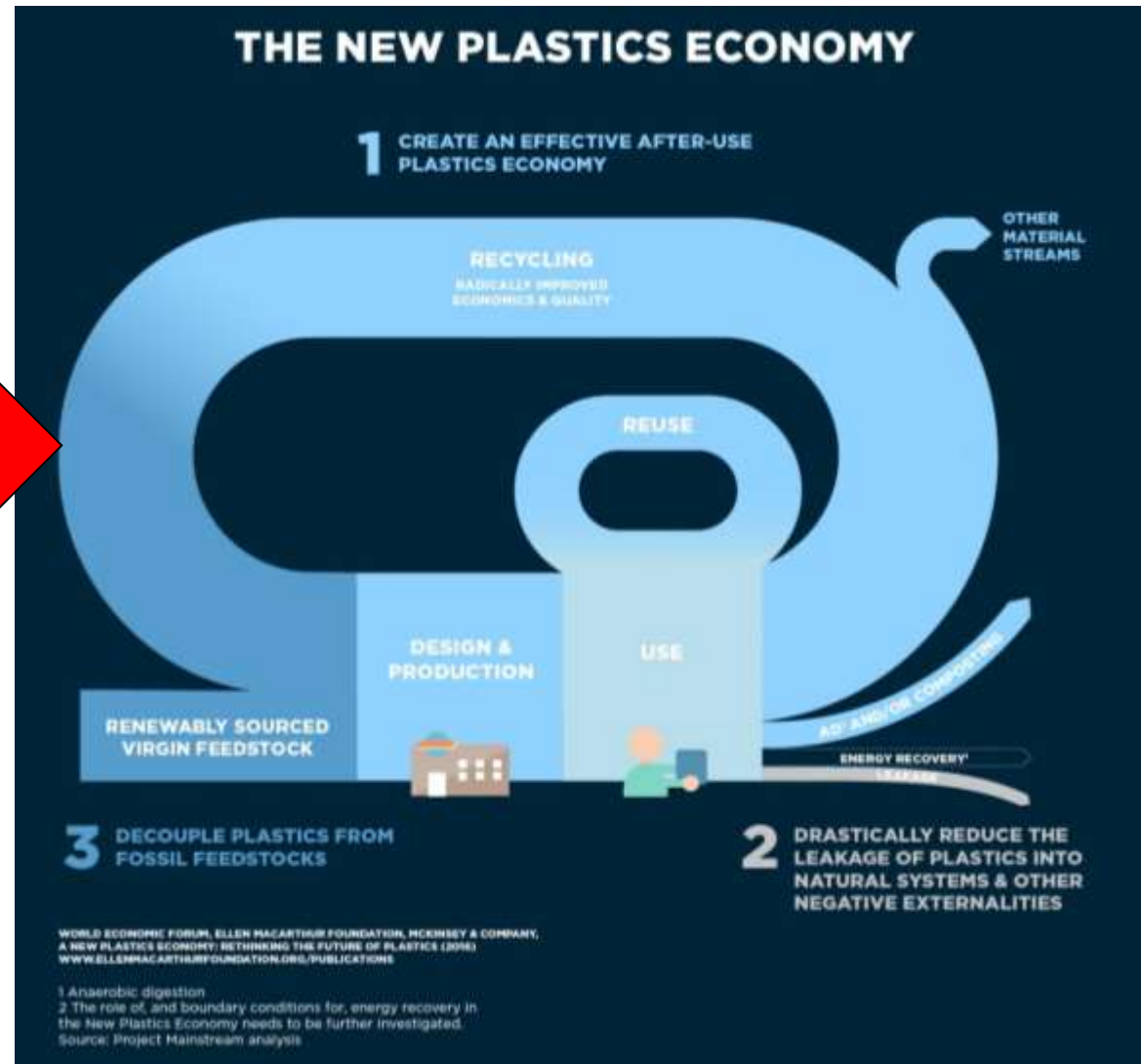
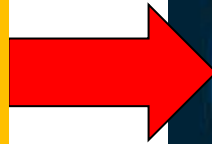
→ Hohe Reinheit

→ REACh / CLP

→ Low POP
content

→ Mechanische,
optische u.a.
Eigenschaften

→



„Hochwertige“ Kunststoffe aus EAG: Reinheit!

Es gibt kein einheitliches Verständnis von Reinheit.

EAG Erstbehandlungsanlage

rein: nur Kunststoffe (>90%)

Kunststoffsortierer

rein: nur ein Zielkunststoff (>95%)

Regranulierer

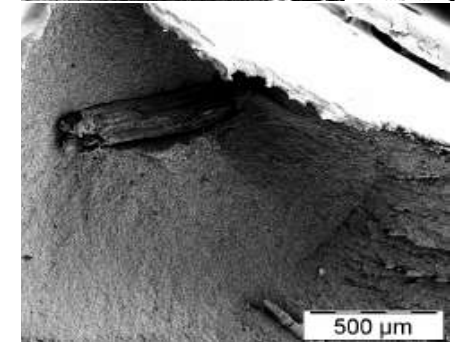
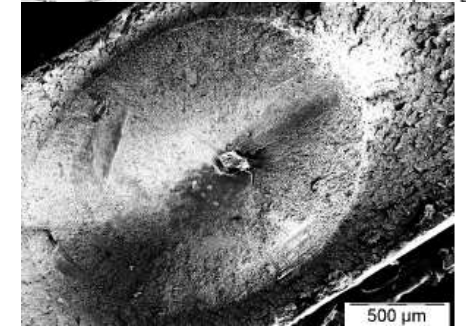
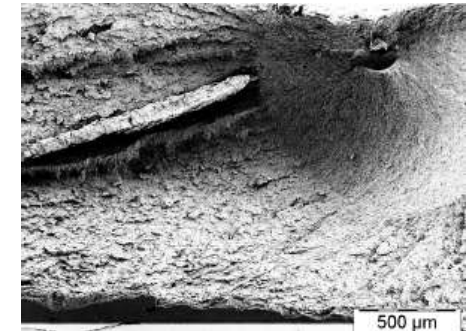
rein: keine Fremdstoffe, Metalle, Aufkleber, etc.

Compounder

rein: Keine Kontaminanten/ Altadditive

Kunststoffverarbeitende Industrie, OEMs

rein: wie Neuware



PST - Post Shredder (Sorting) Treatment

1. Magnetabscheider
 - Entfernung von FE-Metallen
2. Wirbelstromabscheider
 - Kupfer, Alu
3. Windsichter
 - Feingutabscheidung
4. Schwingsiebe
 - Definierte Partikelgrößen
5. Gummi / Holz Abscheider
 - Elektrostatik, Ballistik
6. Aufkleber
 - Wäsche



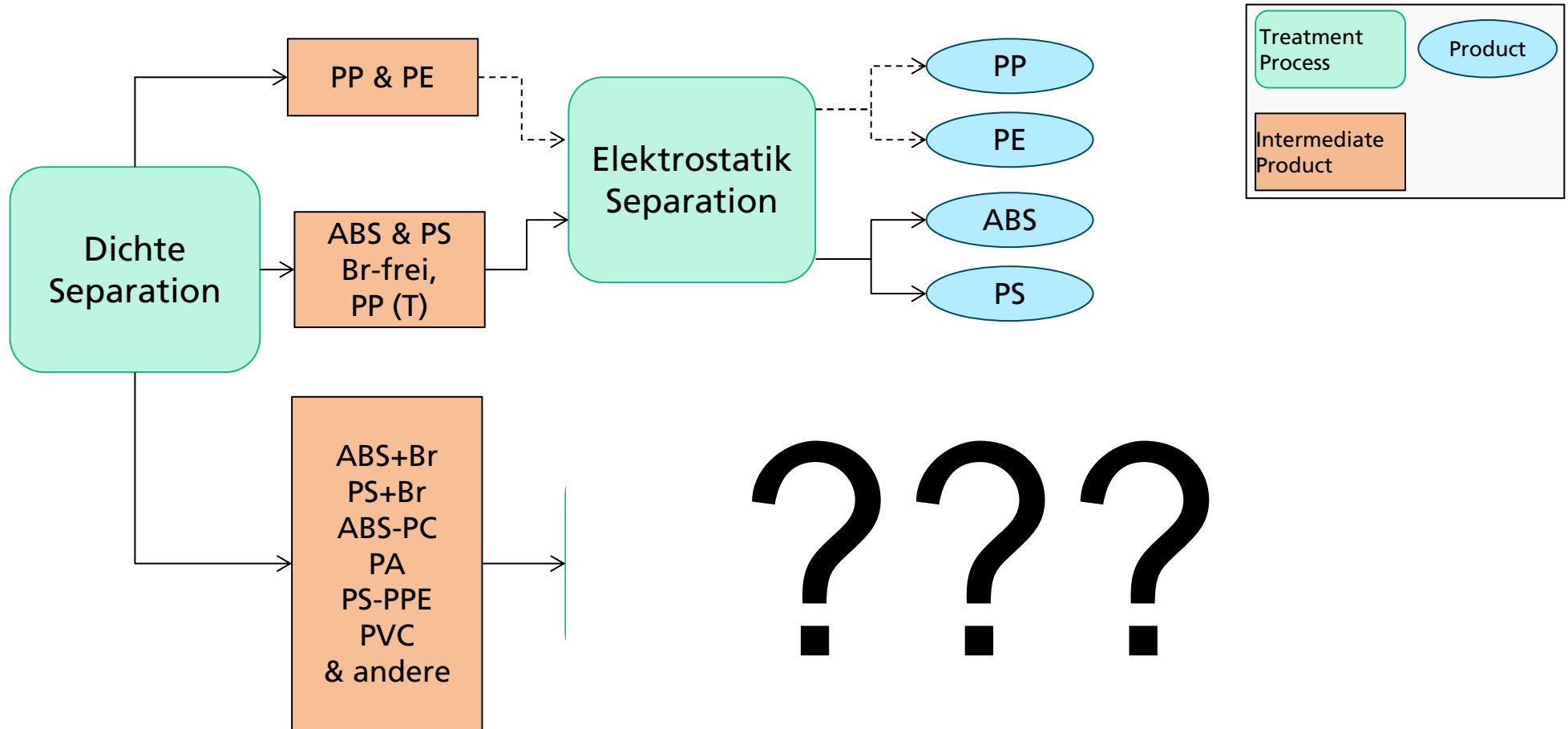
Bild: mgg-recycling.com

Stand der Wissenschaft / Technik: Kunststoff-Separation

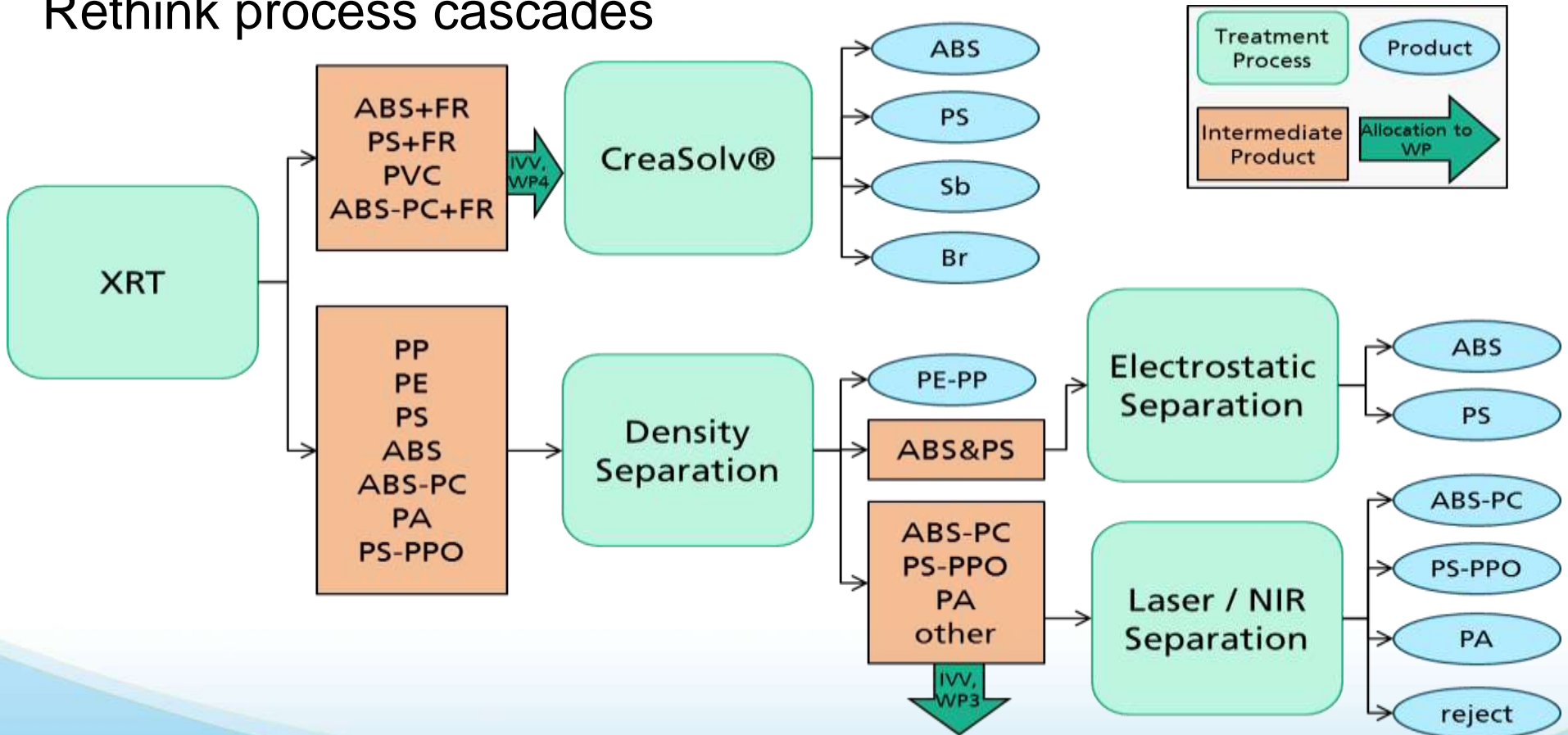
| Polymer | Technologie | Möglichkeiten | Grenzen |
|--|----------------------------|---|---|
| ABS PS ABS+FR PS+FR PC ABS-PC PS-PPE PP PE PA PVC others* | Dichte | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anreicherung von Polymeren ▪ BFR / BFR-frei ▪ PE&PP / ABS&PS / Andere | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Unspezifisch ▪ Materialdiversität in Schwerfraktion |
| | NIR | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Separation nach Polymer ▪ Industriell verfügbar | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Separation schwarzer KS ▪ Keine Separation nach BFR-Gehalt |
| | Elektrostatik | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Separation von ABS und PS aus Br-freier Dichtefraktion | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sortiert 2-3 Materialien ▪ Kein Trennung nach BFR-Gehalt |
| | XRT / LIBS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Separation nach BFR-Gehalt | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Separation nach Polymertyp |
| | Laser Spektroskopie | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Separation nach Polymertyp | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Trennung nach BFR-Gehalt |
| | Handhelds | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Separation nach Polymertyp ▪ Separation nach BFR-Gehalt | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 Geräte, nicht automatisiert |
| | CreaSolv® | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Separation nach Polymertyp ▪ Abtrennung BFR, Sb2O3 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Industriell noch nicht verfügbar |

*PET, PUR, Metalle, Holz, Glas, Elastomere, Fasern, Feinstoffanteil, Duroplaste

Lösung durch Prozesskaskaden und Kunststofftechnik

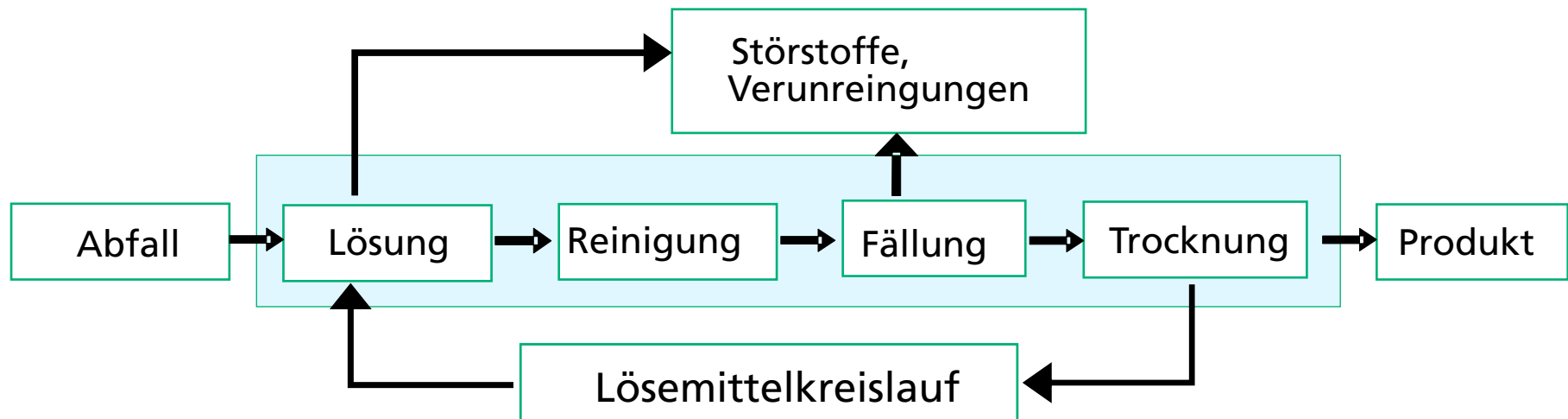


Rethink process cascades



CreaSolv® Prozess

Lösemittelbasiertes Recycling... wo herkömmliche Technologien an Grenzen stoßen, z.B. bei Mischungen, Kompositen, Störstoffen

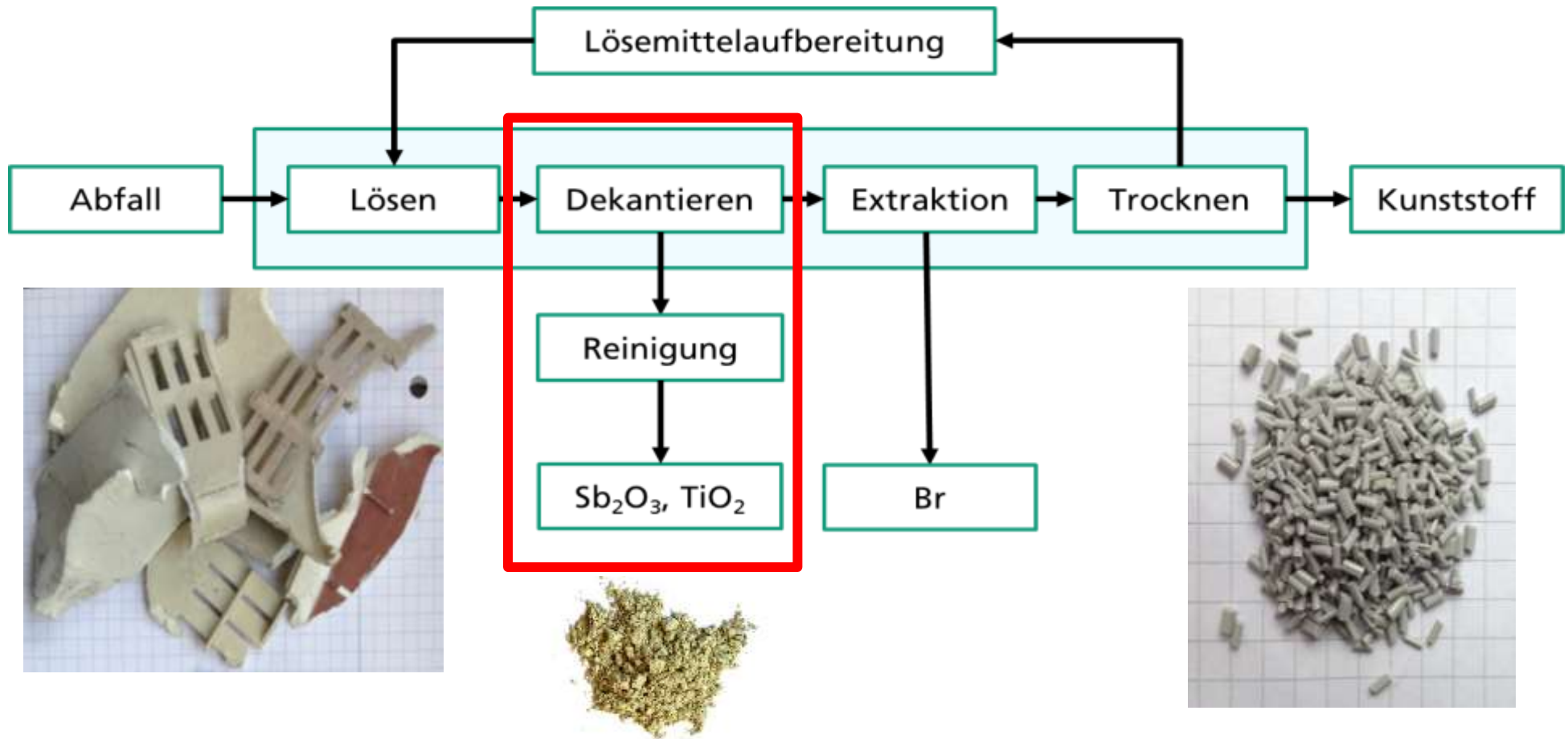


- Machbar für alle Thermoplasten
- Spezifische, effektive Lösemittel
- Entfernen von Kontaminaten und Verunreinigungen



- Frei von Fremdpolymeren
- Reine und störstofffreie Recyclate
- Neuware-Eigenschaften

Modifizierter CreaSolv® Prozess



Additiv Recycling: Antimontrioxid

| | 5 % MB (standard Sb2O3) | | | 5 % MB (rec. Sb2O3) schwarz | | | 5 % MB (rec. Sb2O3) weiß | | |
|---|-------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|--------------------------|---|---|
| Proben Nr. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Entzündung in sek. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| sek. bis Erlöschen unter Marke | 4 | 6 | 4 | 4 | 6 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| sek. bis Erreichen der Marke > 20 sek. oder n.e | | | | | | | | | |
| sek. bis Erlöschen über Marke | | | | | | | | | |
| Flamme hat Marke überschritten ja/nein | | | | | | | | | |
| wie hoch überschritten ca. in cm | | | | | | | | | |
| Höhe der Flamme allgemein in cm | | | | | | | | | |
| Brennendes Abfall | | | | | | | | | |
| Rauchentwicklung | | | | | | | | | |
| DIN4102B2 Bewertung | bestanden | | | bestanden | | | bestanden | | |



Compounding / Schmelzefiltration



1. Stabilität

- Re-Stabilisierung für erneute Verarbeitung

2. Schlagzähigkeit

- Re-Additivierung

3. Farbe

- Definiertes grau oder schwarz

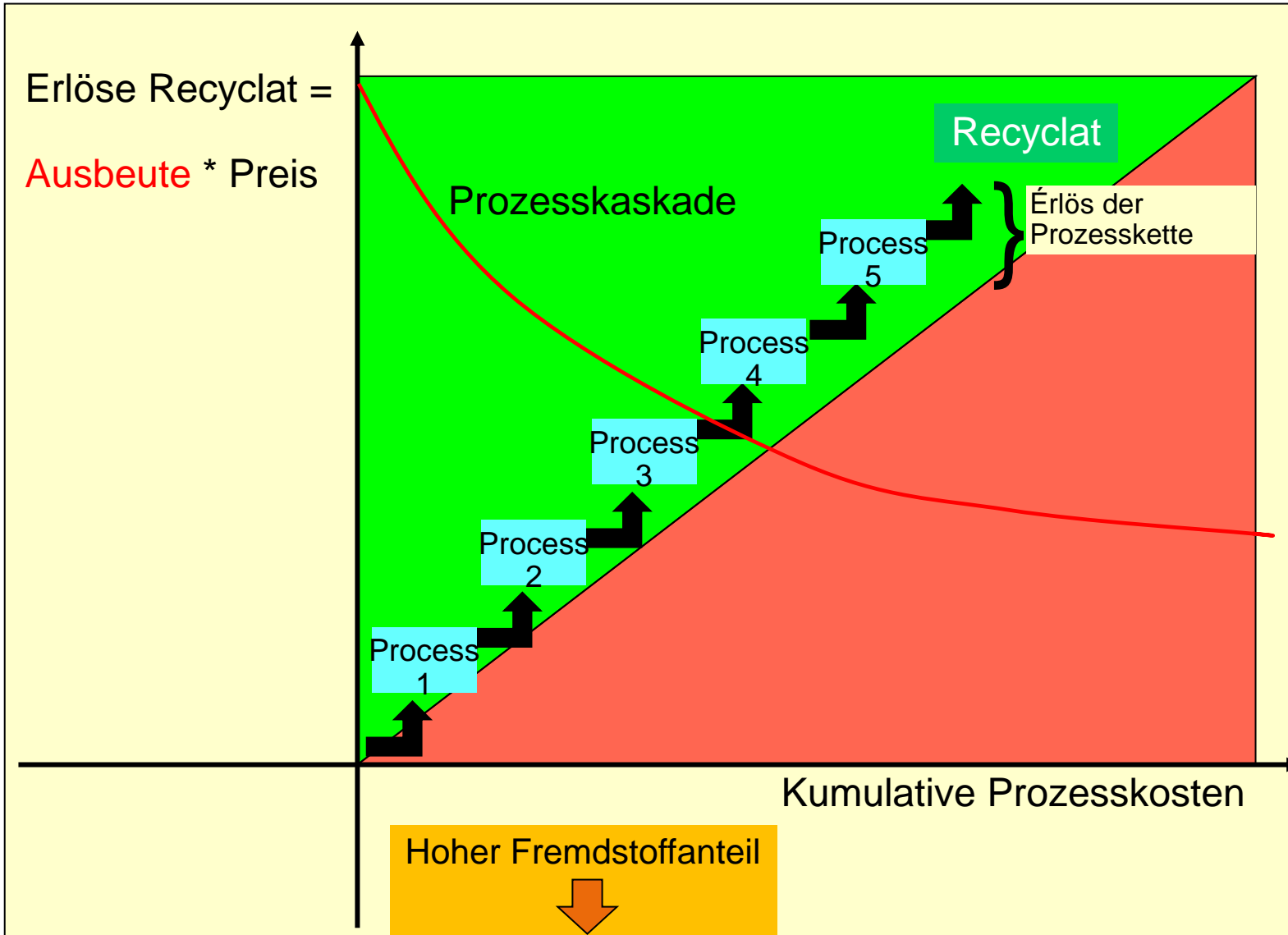
4. Flammschutz

- P-FSM
- R-ABS → PC/ABS

5. Anforderungen des Zielmarktes

- Können erreicht werden !
- Regranulate sind konkurrenzfähig !
- Rohstoffsicherheit über Granulate mit „recycled content“





Hoher Fremdstoffanteil
 ↓
 Sinkende Ausbeute
 ↓
 Geringe / Keine Erlöse

Haben CreaSolv[®] Technologien Chancen am Markt ?

1. Günstige Rahmenbedingungen

- Schließen/Kontrolle der Exportmärkte (China u.a.)
- UBA/BMU: Empfehlungen für die Behandlung von EAG
- Circular Economy (Ellen McArthur) → Motivation der OEM für „Rohstoffe mit recycled content“

2. Kooperation / Netzwerke

- Synergien in der Erfassung und Aufbereitung (> 20 kt EAG Kunststoffe)
- Erhöhen der werkstofflichen Verwertungsquote
- Begrenzte Wirtschaftlichkeit von Einzelverfahren (Synergie bei Lasten/Erlösen)

3. Harmonisierung / Standardisierung

- Versorgungssicherheit und Qualitätskontrolle für Recyclatanwender
- Klarheit erforderlich Low-POP Content für PBDE, DecaBDE, ...
- → Investitionssicherheit für Recycler

Realisierung der CreaSolv® Technologie

Drei lösemittelbasierte Recyclinganlagen:

- Vinyloop (phase-out 2018)
- APK (PE-Al Laminate, entwickelt in Kooperation mit Fraunhofer IVV)
- Cleyond AG (PE-PA Laminate, entw. in Kooperation mit Fraunhofer IVV)

CreaSolv® Anlagen:

- Unilever (Post-consumer multi-layer Verpackungen, Start 2018)
- PolystyreneLoop Corporation (EPS+HBCDD, startet 2019)



Unilever develops new technology to tackle the global issue of plastic sachet waste

London/Rotterdam - Unilever today unveiled its ground-breaking new technology to recycle sachet waste. The technology, called CreaSolv® process, has been developed with the Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging IVV in Germany and is inspired by an innovation used to recycle TV sets.

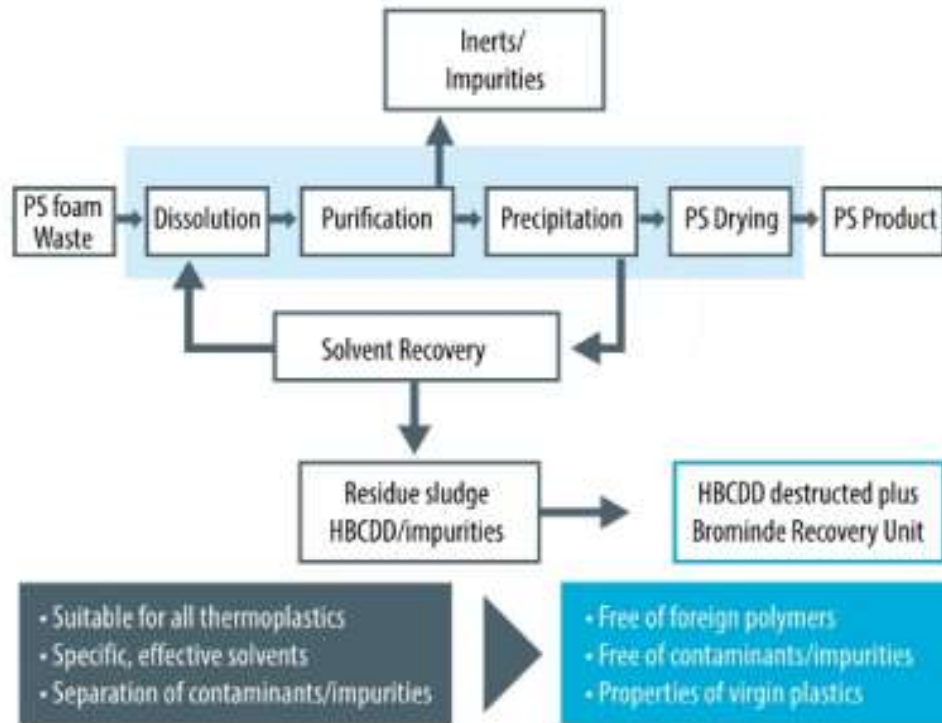
- Hundreds of billions of plastic sachets are thrown away globally every year.
- Unilever has developed ground-breaking new technology to recycle sachets.
- Closure economy: its sachet sachets will be turned into plastic and shunted back into the supply chain.
- Today, only 14% of all plastic packaging is recycled globally.
- Unilever has pledged to make 100% of packaging recyclable, reusable or compostable by 2025.

100% recycling of Polystyrene insulation soon to be demonstrated - wide spread industry support for "Polystyrene Loop".

Late 2015 a representative group from various sectors of the European Expanded Polystyrene (EPS) industry and authorities was hosted by ICL-IP in Temzeuzen, and it was decided to take a proactive stance for the entire value chain by supporting the creation of a demo plant for recycling polystyrene (PS) building and construction waste, using the "CreaSolv® process" concept. This to be ready for closing the loop and to offer an industry concept that can deal with the growing volumes of construction waste, that will finally originate from the demolition of buildings in the coming decades. The purpose of the foundation is to prepare the ground work for a demo plant. The demo plant will be operated by a separately funded entity.

The original core team that constituted representatives from Sumpor, Unipol, Synbra, ICL-IP and EUMEPS, has now been extended into a project management core team with representatives from the entire value chain. It has received support from the Flame retardant producers (EFRA), the EPS bead producers (Plastics Europe-EPS/MC), XPS board producers (EXIBA), EPS converters (IVH, Stybenex and EUMEPS) and system applicators (Fachverband WDVS and EAE). Also EPS recyclers (ERAS, ECDIFIL, De Vries) are now actively involved. More companies are invited to participate.

PolystyreneLoop.org



Weitere hochwertige EAG-Kunststoffe-Fraktionen: Li-Ion-Akku

| Battery material | Mass % |
|----------------------|--------|
| Plastic case | 12,0 |
| Cell housing (steel) | 16,2 |
| Copper | 6,5 |
| Aluminium | 2,9 |
| Separator | 3,7 |
| Elektrolyte | 10,8 |
| Mangane | 4,9 |
| Lithium | 1,8 |
| Nickel | 3,6 |
| Cobalt | 2,6 |
| Graphite | 15,1 |
| Others | 19,9 |
| Total | 100,0 |



Engineering Kunststoffe aus
Akku-Gehäusen:
PA, ABS, PC/ABS

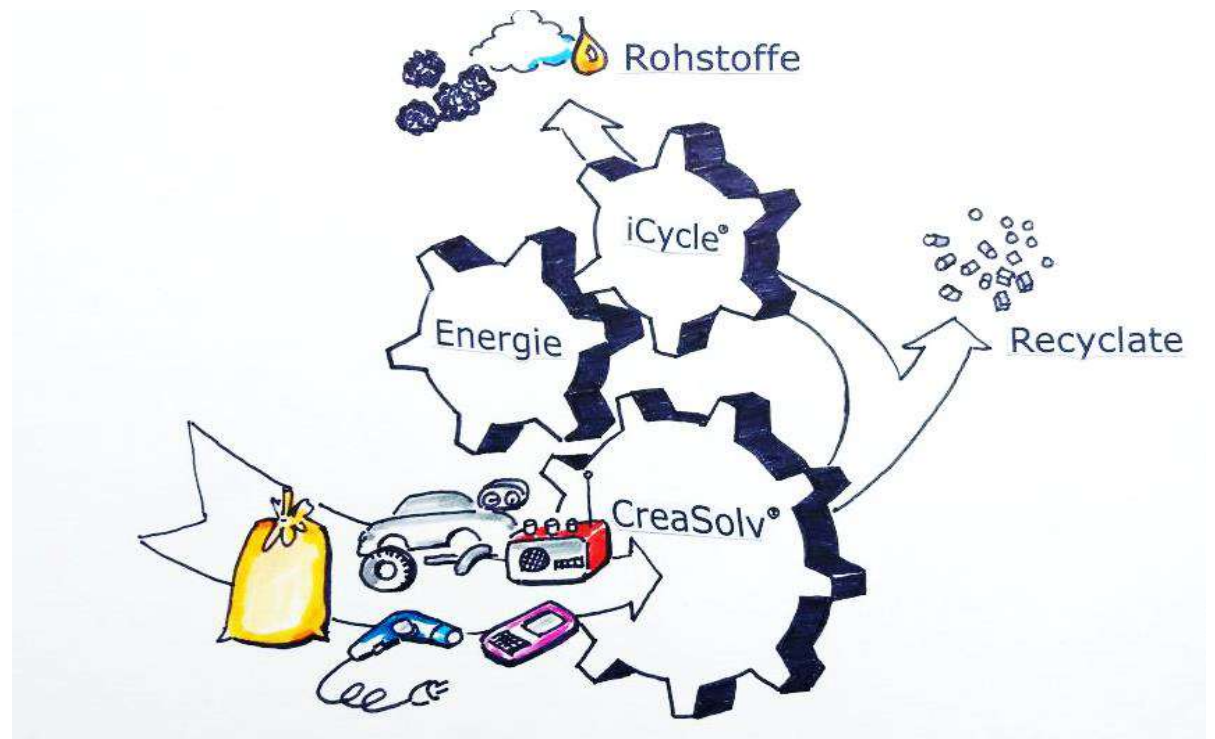
Ziel: Paralleles Recycling von Kunststoffen UND aktiver Masse

kunstwerk

„Kombinierte Kunststoff- und Metallverwertung zu hochwertigen neuen Werkstoffen“

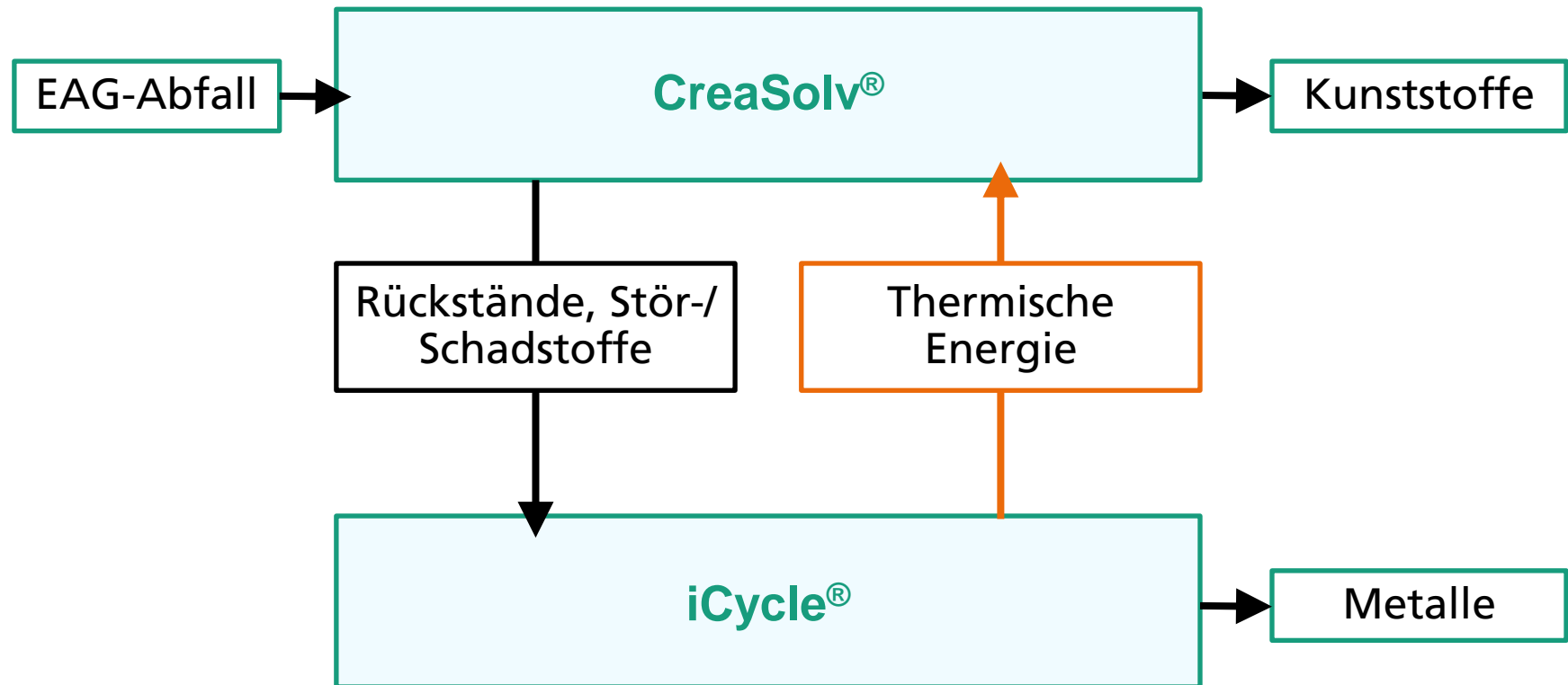
 **Fraunhofer**
IVV

 **Fraunhofer**
UMSICHT



kunstwerk

Synergien – technische Umsetzung (schematisch)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Andreas Mäurer

Fraunhofer Institut für
Verfahrenstechnik und Verpackung IVV
Giggenhauser Str. 35
85354 Freising, Germany

Phone +49 8161 491-330

Andreas.maeurer@ivv.fraunhofer.de

<http://www.ivv.fraunhofer.de/>