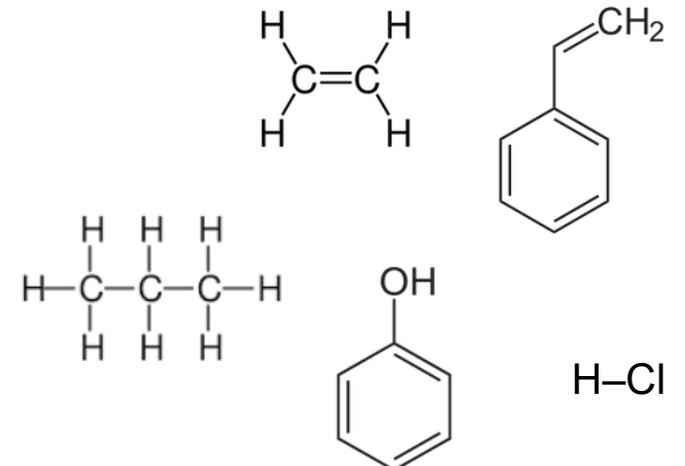
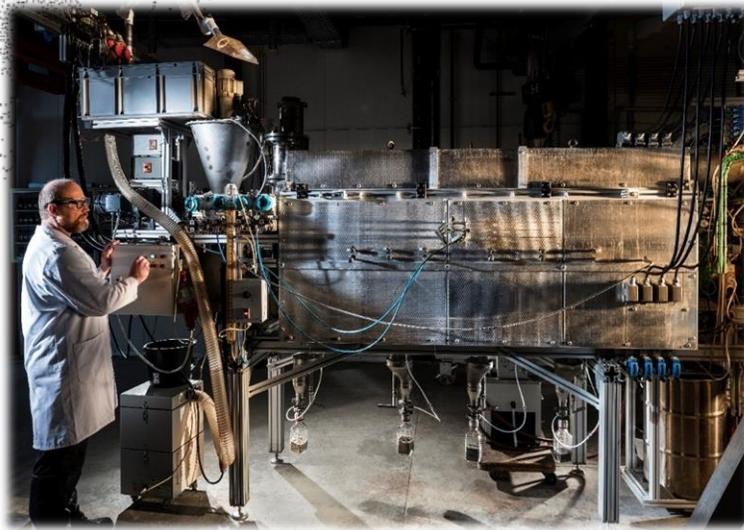


Gamechanger Chemisches Recycling ? Viel Potenzial für neue Herausforderungen

Dieter Stapf

Fachpresstettag Plastics Europe Deutschland 2022,
15. März 2022



H-Cl

Industrielle Investitionen Kunststoffpyrolyse: Chemierohstoff aus Abfällen

- Recycling Technologies, Swindon, UK
 - ➔ RT7000 project, Perthshire, Scotland
- Plastic Energy, London, UK
 - Almeria, Sevilla, ES
- Sabic
 - ➔ Kooperation mit Plastic Energy, Geleen, NL
- LyondellBasell
 - ➔ MoReTec-Pilotanlage, Ferrara, IT
- BASF
 - ➔ Kooperation mit Quantafuel, Oslo, NOR
 - ➔ Kooperation mit Pyrum, Dillingen



www.plasticenergy.com

Kunststoffproduktion und Abfallaufkommen

[Millionen t / a]	EU 28+2*	Deutschland**
Kunststoffproduktion	61,8	19,9
Kunststoffverbrauch	51,2	12,6
Kunststoffabfälle	29,1	6,2
- Deponie	7,2	< 0,1
- Energetische Verwertung	12,4	3,2
- Recycling	9,4 (in EU: 7,6)	2,9 (in D: 2,3)

Zusätzlicher Recyclingbedarf Kunststoffabfälle EU bis 2030: 11 Mt/a

*) Lindner,C. et al., Circular Economy of Plastics 2018 EU-28+2, Conversio Market & Strategy GmbH, Mainaschaff (2019)

***) Lindner,C., Schmitt, J., Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2017, Conversio Market & Strategy GmbH, Mainaschaff (2018)

Mischkunststoffabfälle

Shredderleichtfraktion Automobil



Sortierreste aus LVP-Aufbereitung



Bedeutende
kunststoffhaltige
Abfälle

WEEE-Shredder



Wärmedämmverbundsysteme
(EPS, XPS)



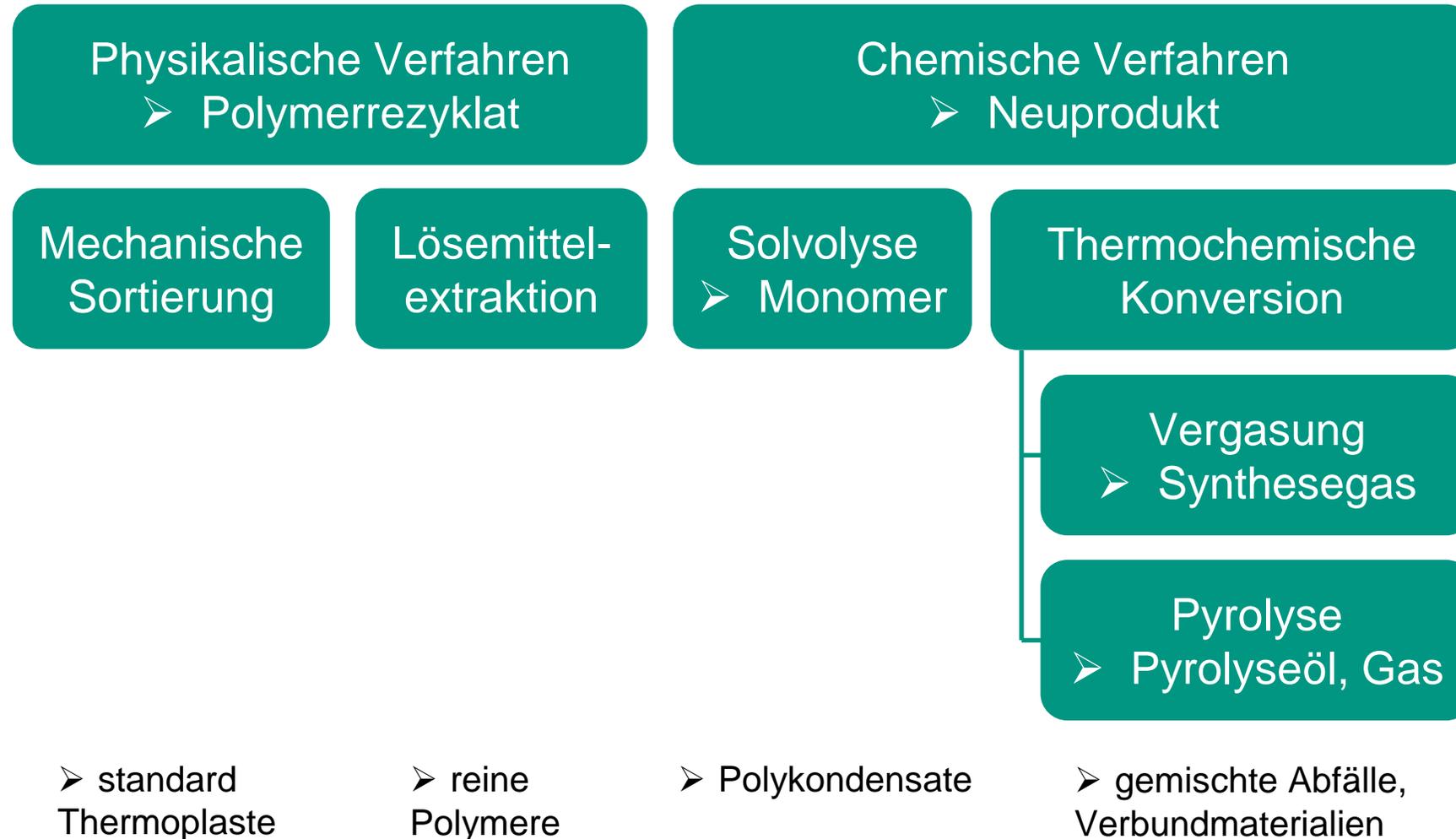
Gewerbeabfälle



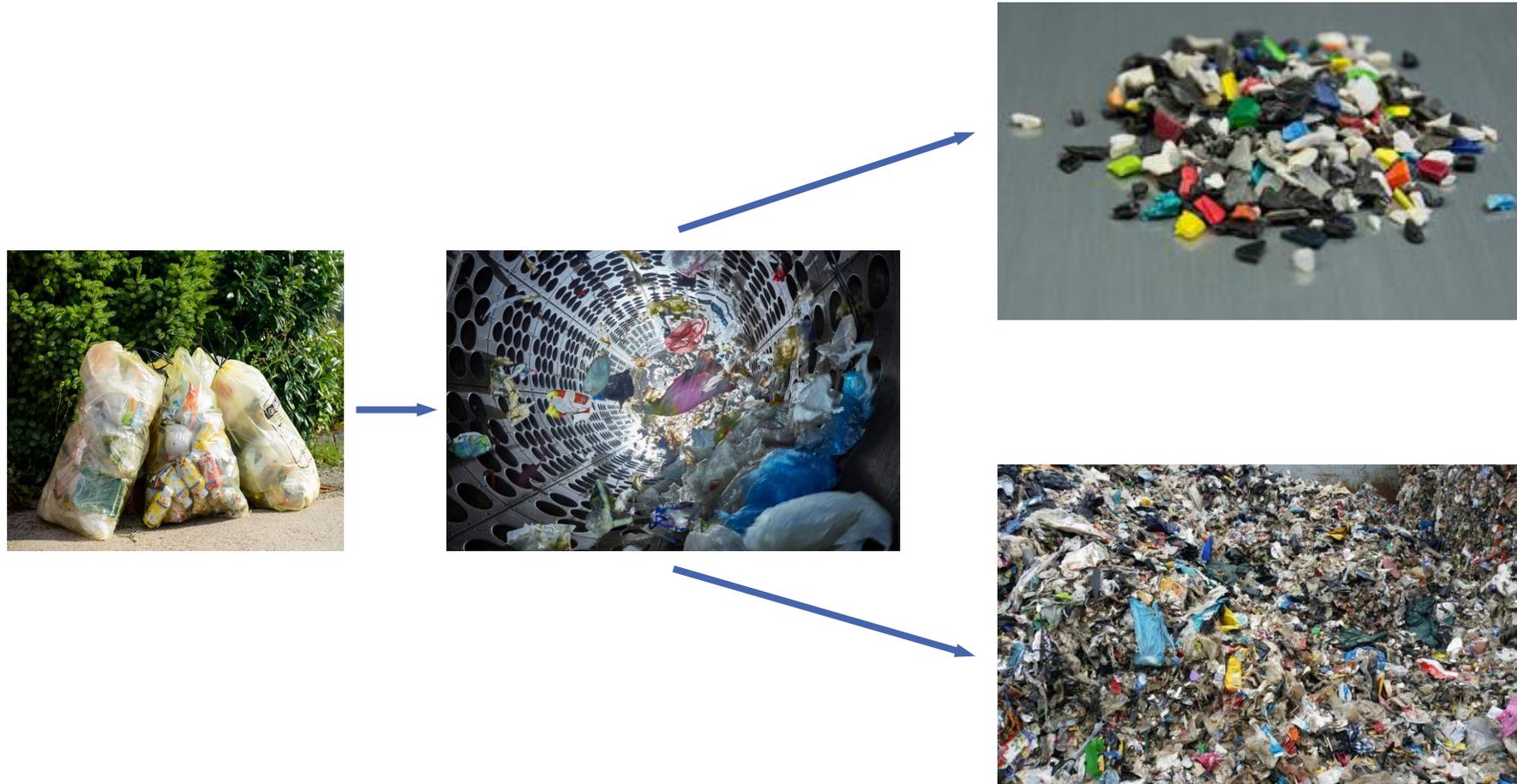
WEEE = **W**aste of **E**lectrical and **E**lectronic **E**quipment

LVP = Leichtverpackung

Recyclingverfahren für Kunststoffabfälle



Mechanisches Recycling – Sammlung und Sortierung der Verpackungsabfälle



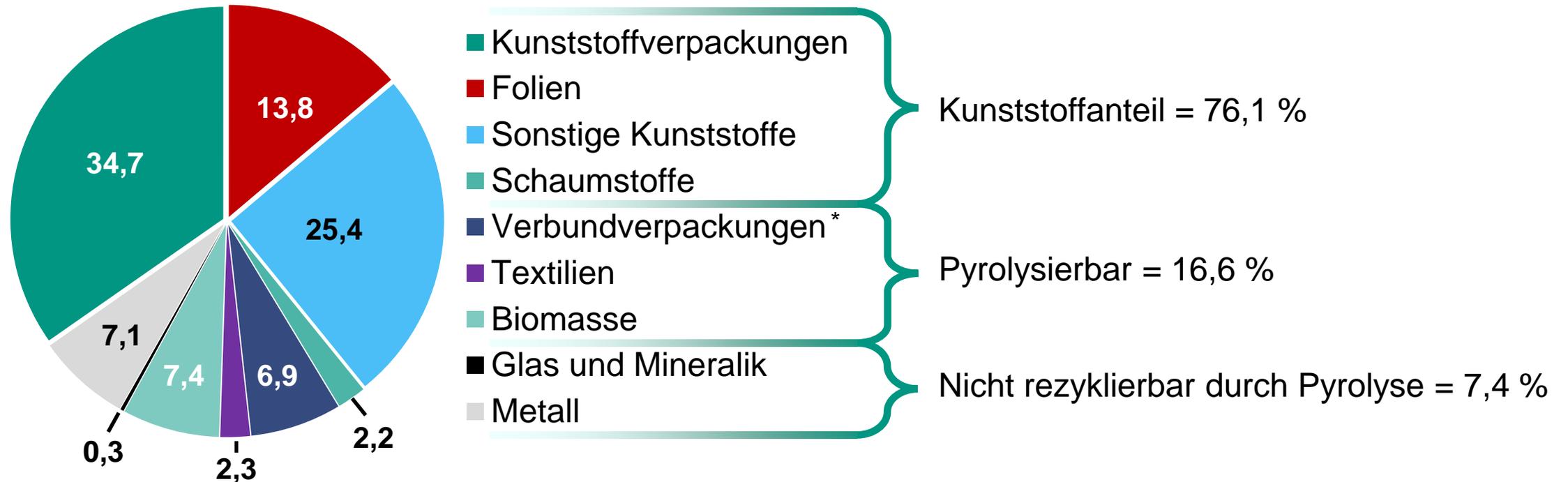
www.awg-info.de/index.php?id=65

www.erema.com/de/erema_news/IDobj=200

www.reclaygroup.com/de/images/Content/Presse/pressefotos/bilddatenbank/sortierung/161010_Sortieranlage_Reclay_by-ASP_DSf3429.jpg

Sortierreste der Verpackungsabfälle - Beispiel

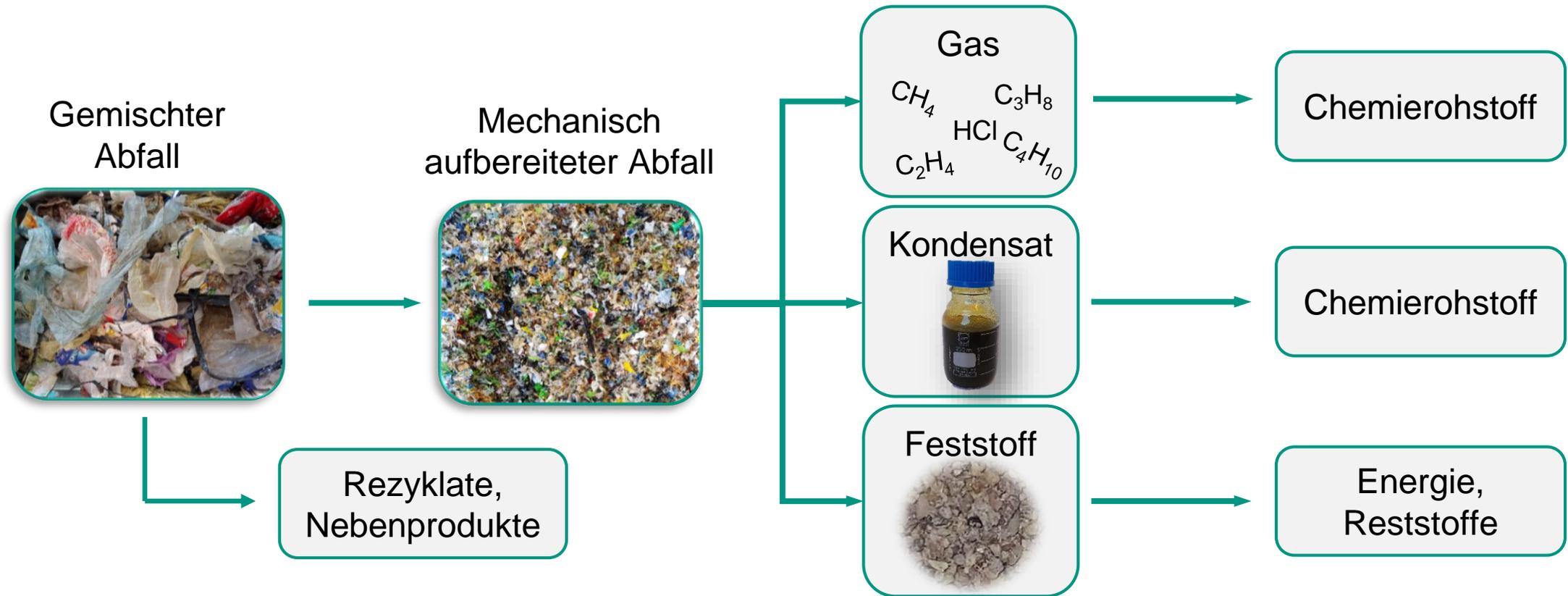
- Mechanische Aufbereitung von LVP - Abfällen („gelber Sack“)
- Sortierreste = Reststoffe nach Abtrennung der Kunststoff-, Metall- und mineralischen Grobfraction
 - Bisher energetisch verwertet



Zusammensetzung der Stichprobe aus Sortieranlage

*) Materialien bestehend aus Verbund von Kunststoff- und Nicht-Kunststoff-anteilen (bspw. „Tetra Pak“)

Chemisches Recycling gemischter Kunststoffabfälle – Wertschöpfungskette: Beispiel Pyrolyse

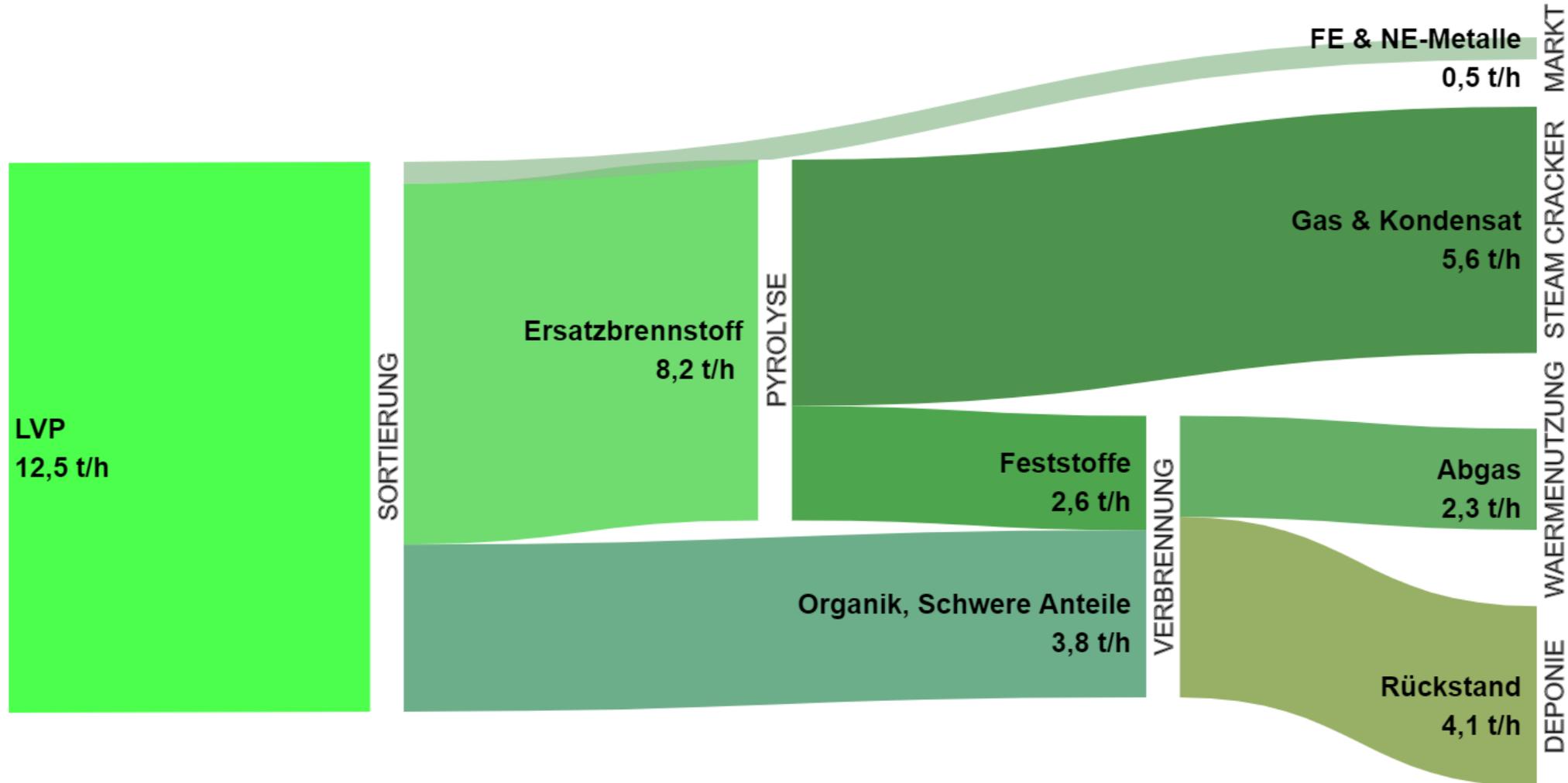


Vorbehandlung

Pyrolyse

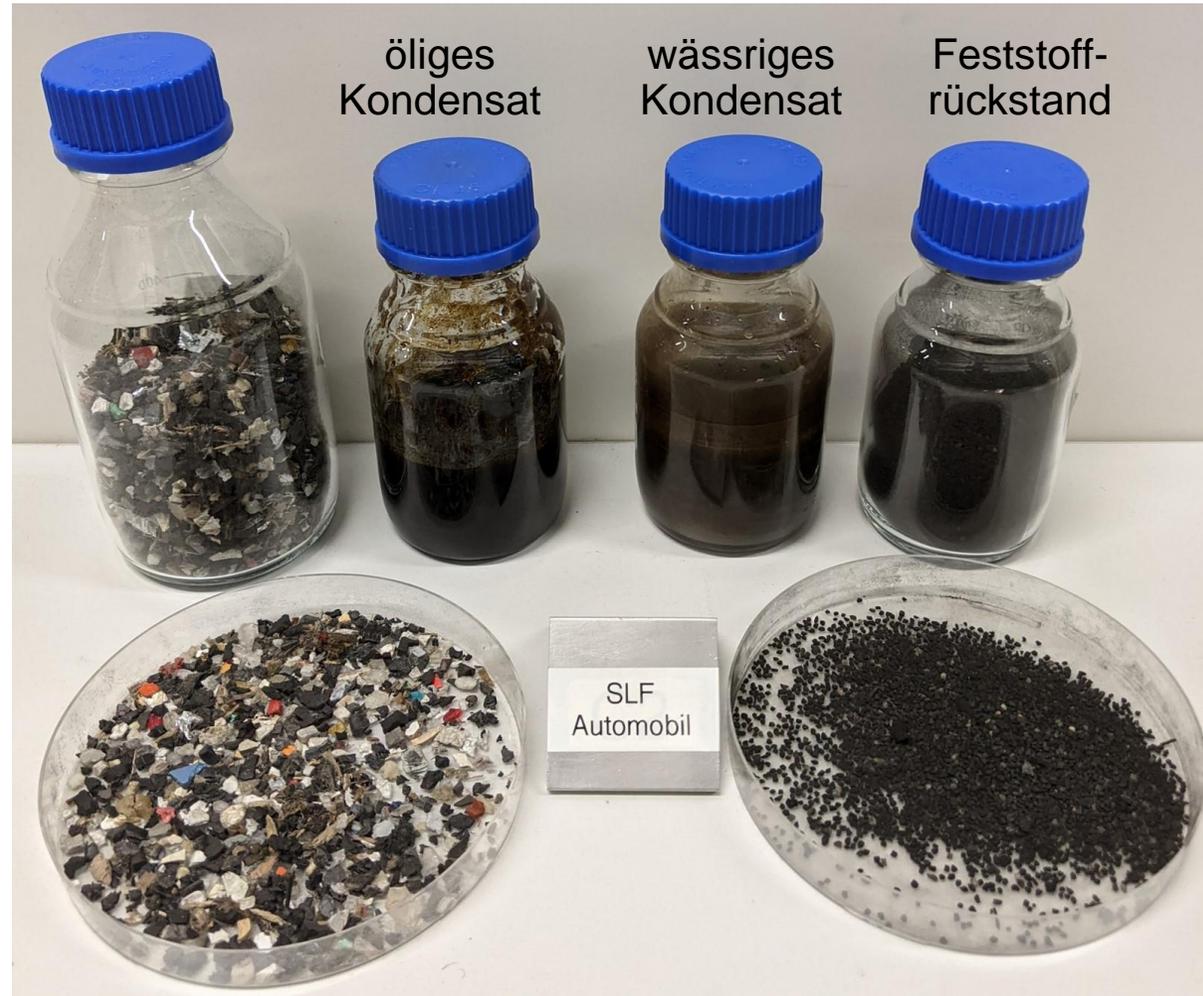
Aufbereitung

Materialflussdiagramm für Leichtverpackungsabfälle (LVP): Pyrolysepfad

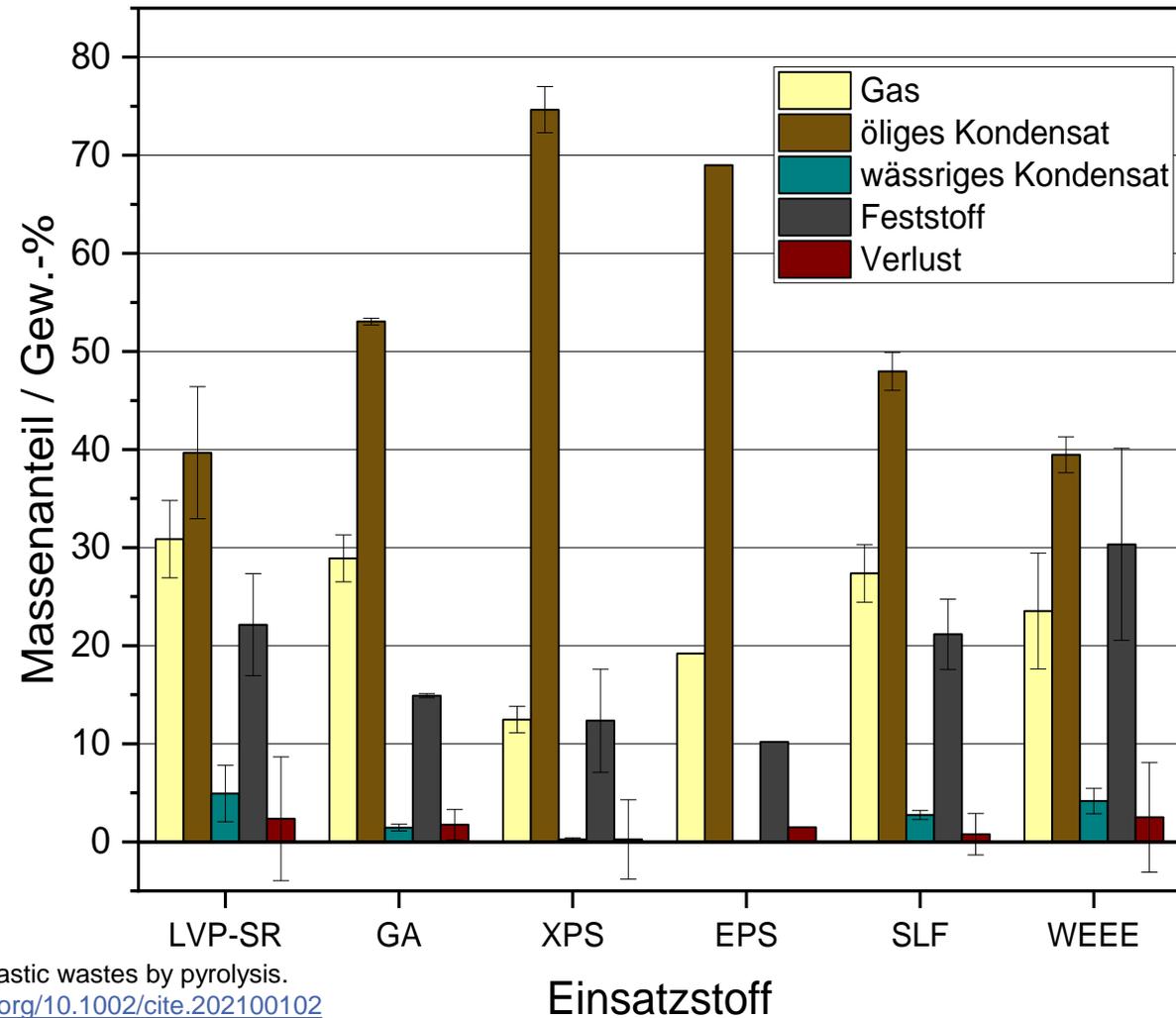


Einsatzstoff- und Produktspektrum der Pyrolyse

Einsatzstoff SLF aus der
Altfahrzeugverwertung



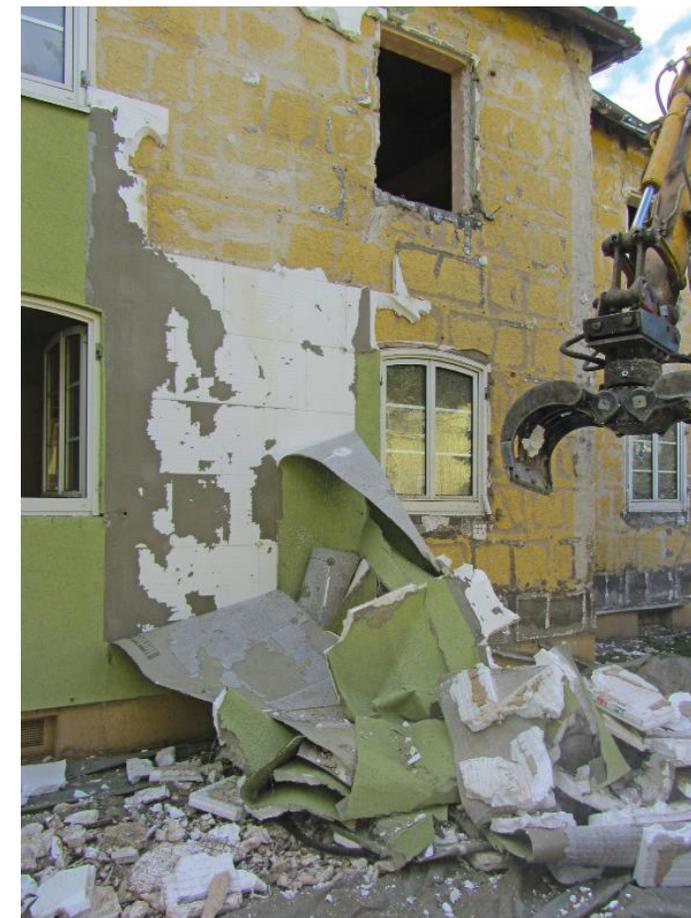
Massenbilanz der Pyrolyse



Zeller, M., et al.: Chemical recycling of mixed plastic wastes by pyrolysis.
 Chem. Ing. Tech. 2021, 93 (11), 1-9. <https://doi.org/10.1002/cite.202100102>

Kohlenstoff - Recycling

Einsatzstoff	Anteil an Einsatzstoff-C im öligen Kondensat
	[Gew.-%]
LVP-SR	51,1
GA	60,0
XPS	74,6
EPS	72,9
SLF	57,5
WEEE	60,5



www.recovery-worldwide.com/en/artikel/disposal-of-exterior-external-thermal-insulation-composite-systems-containing-eps_3187736.html

Energiebedarf für Aufheizen, Schmelzen, thermischen Zerfall und Verdampfen

Einsatzstoff	Energiebedarf für Erwärmen, Schmelzen, Pyrolyse, Verdampfung
	[% des Einsatzstoff-Heizwerts]
LVP-SR	5,1
GA	5,2
XPS	4,9
SLF	5,4
WEEE	3,7

Zeller, M., et al.: Chemical recycling of mixed plastic wastes by pyrolysis. Chem. Ing. Tech. 2021, 93 (11), 1-9. <https://doi.org/10.1002/cite.202100102>

Zusammenfassung

- Chemisches Recycling gemischter Kunststoffabfälle am Beispiel Pyrolyse:
 - Kombination von mechanischem und chemischem Recycling für Mischkunststoffabfälle
 - Zwischen 50 und 75% des eingesetzten Kohlenstoffs werden als Pyrolyseöl rezykliert
 - Schad- und Störstoffe werden abgetrennt
 - Der minimale Energiebedarf der Pyrolyse liegt bei ca. 5% des Energieinhalts des Abfalls
- Ökologische und ökonomische Bewertung einer Kreislaufwirtschaft für Kohlenstoff:
 - Einsparung von Treibhausgasemissionen gegenüber Verbrennung
 - Wirtschaftlichkeit des chemischen Recyclings im Großmaßstab
- Technologiereife der Pyrolyseverfahren noch unzureichend:
 - Skalierung der Pyrolysetechnologie, integrierte Waste-to-Chemicals Wertschöpfungsketten
 - Demonstrationsvorhaben notwendig

Danksagung

Bereitstellung der exemplarischen Abfälle durch:

ARN B.V.

Pre Zero GmbH & Co. KG

Electrocycling GmbH

I.A.R. RWTH Aachen*

Grundlagenprojekt zum chemische Recycling gemischter Kunststoffabfälle gefördert durch:



*BMBF-Projekt 033R214D KUBA: Nachhaltige Kunststoffwertschöpfungskette: Pilotfall Kunststoffe in Bauwirtschaft und Gebäuden

KIT/Conversio, 2019: „BKV-Studie“ Thermal Processes for Feedstock Recycling of Plastics Waste, <http://www.bkv-gmbh.de/infothek/studien.html>

