

Quo vadis Kunststoffindustrie?

Kunststoff-Recycling ganzheitlich denken

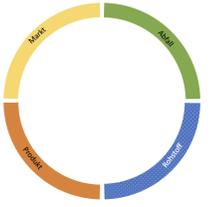
Kick off-Veranstaltung
der BMBF-Fördermaßnahme

“Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoff-Recyclingtechnologien” (KuRT)

Dr. Peter Orth

OPC – Orth Plastics Consulting

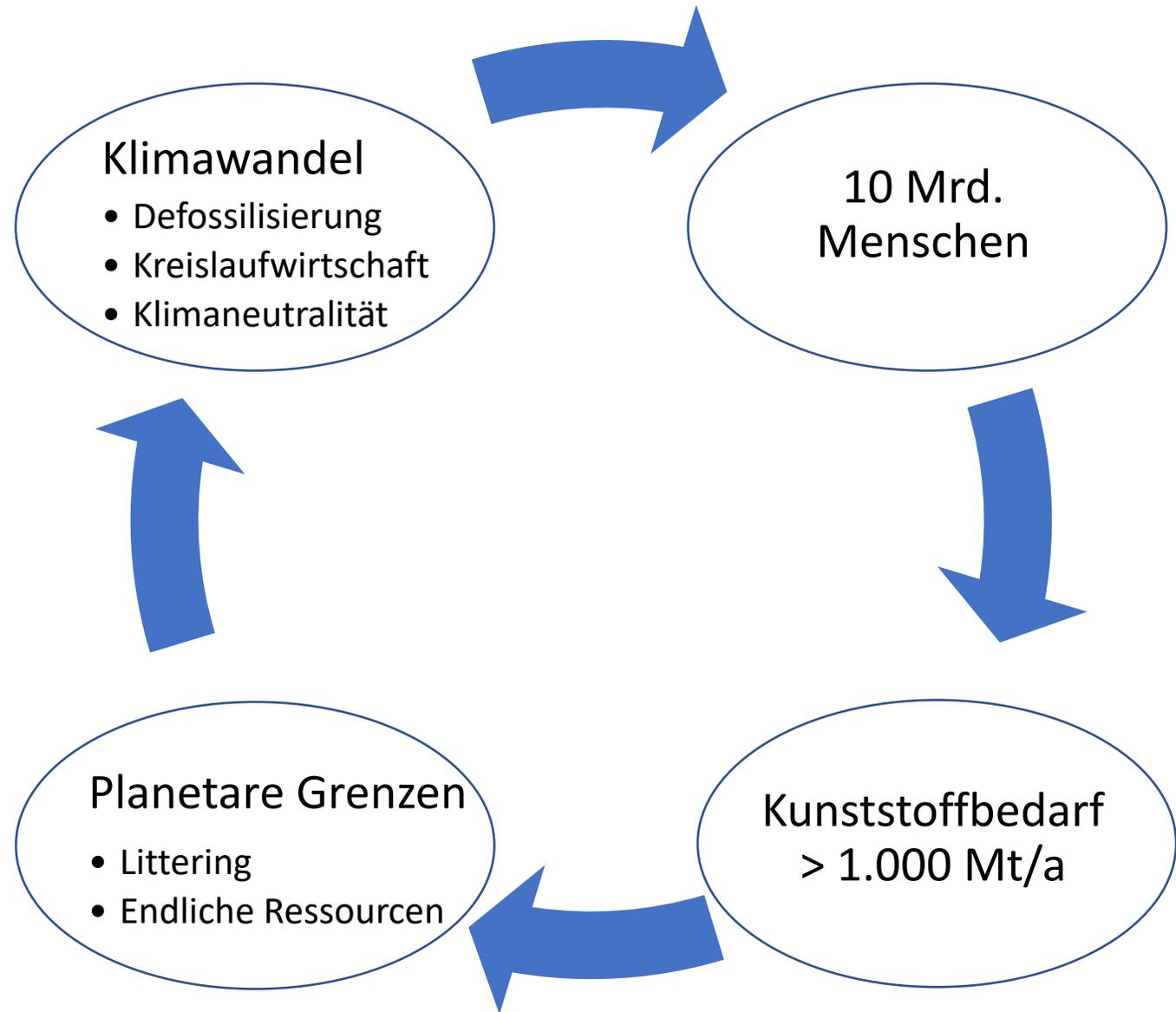
23.01.24



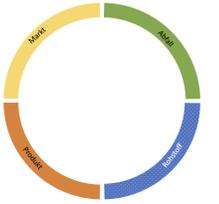
- Erwartungen, Herausforderungen, Ziele
- Kunststoffproduktion und -märkte heute und morgen (2050)
- Herausforderungen
- Ressourcenbedarf
- Kunststoffabfallverwertung
- Zirkuläre Rohstoffe
- Zusammenfassung



*Erwartungen,
Herausforderungen
und Ziele 2050*

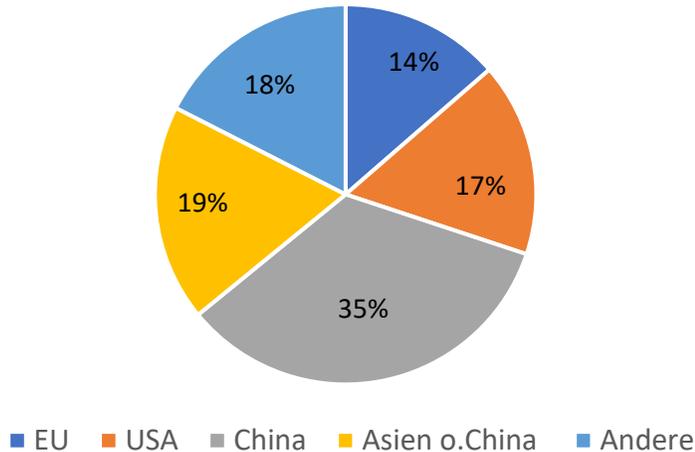


Kunststoffproduktion und -märkte 2022



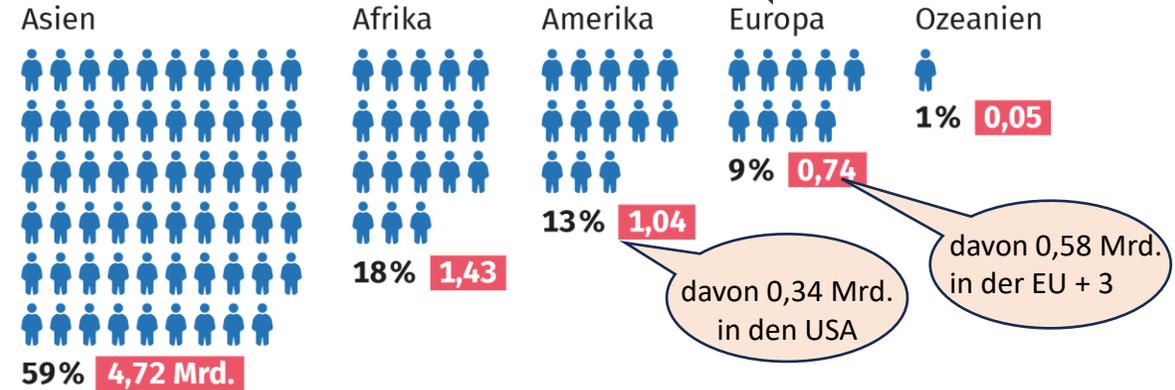
- Kunststoffe
 - Deutschland ~ 20 Mt
 - EU (EU27 + CH/NO/UK) ~ 70 Mt
 - Welt ~ 400 Mt
- Polymere ~ 500 Mt

Anteil Kunststoffproduktion



Weltbevölkerung 2022

nach Kontinent

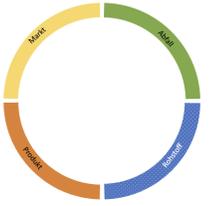


Stand am 1. Juli 2022. Quelle: UN World Population Prospects 2022
 © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

STATIS
 Statistisches Bundesamt

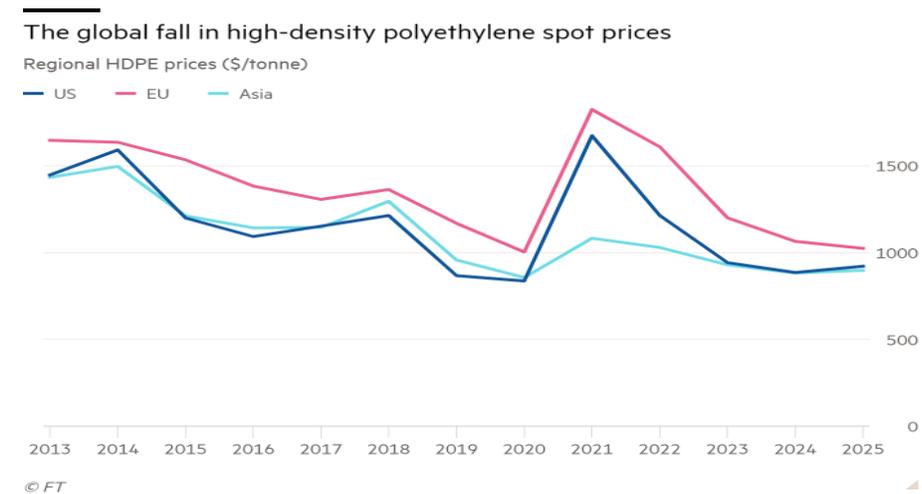
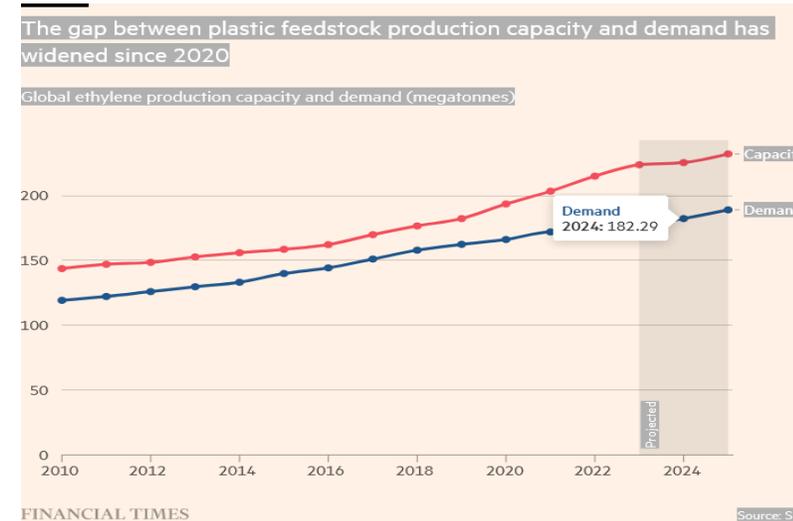
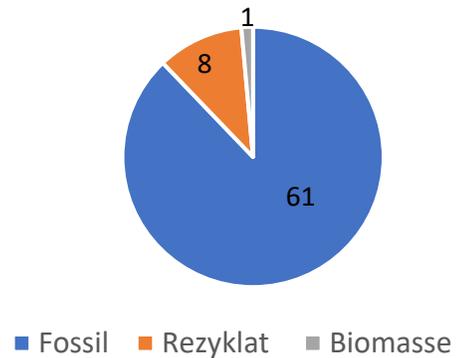
Per capita- Verbrauch	
Deutschland	250 kg/a
EU	120 kg/a
USA	240 kg/a
Asien	45 kg/a

Entwicklung in EU und DE

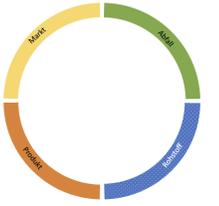


- Gesättigte Märkte
- Sinkende Neuwarenproduktion
- Desinvestitionen
- Gute und billige Importe
- Ursachen
 - Energie- und Arbeitskosten
 - Rohstoffverfügbarkeit
 - Regulierung
- Steigende Rezyklatanteile

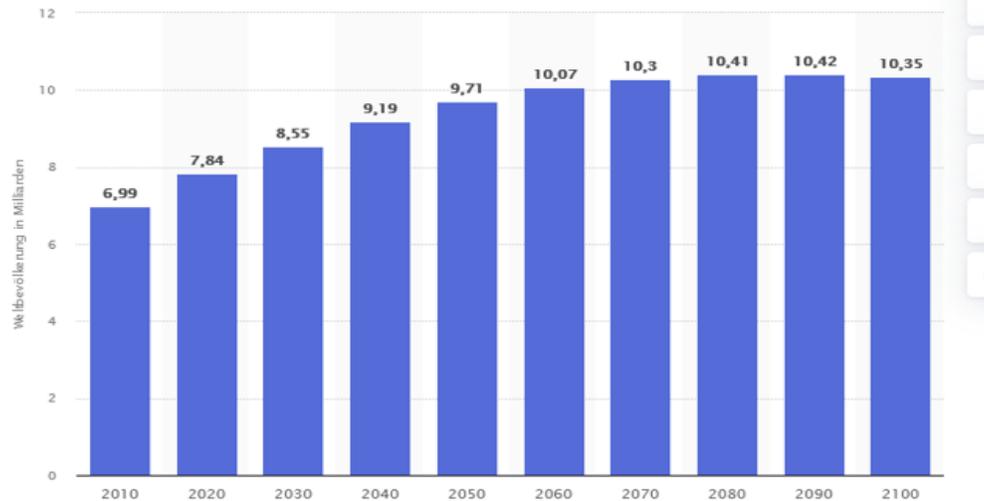
Mengen [Mt]



Kunststoffproduktion und -märkte morgen (2050)



Bevölkerungswachstum bis 2100 (UN-Zahlen)

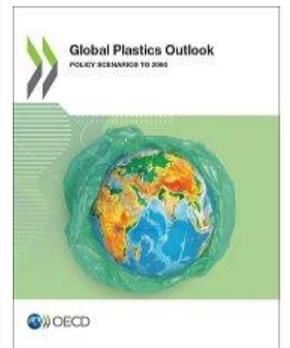
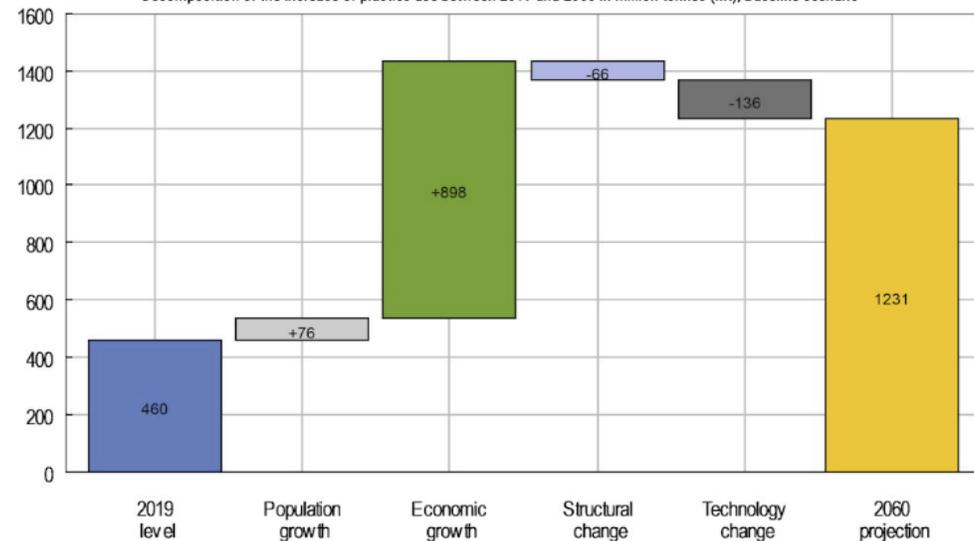


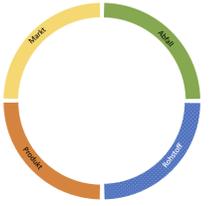
© Statista 2024

- Schwerpunkte: Asien und Afrika
- Ökonomisches Wachstum
- Wohlstandsgewinn
- **Wunsch nach Teilhabe**

- *Steigender Kunststoffverbrauch per capita*
- *Treiber*
 - *Hygiene*
 - *Warendistribution*
 - *Mobilität*

Figure 3.1. Plastics use is projected to almost triple, mostly driven by economic growth
Decomposition of the increase of plastics use between 2019 and 2060 in million tonnes (Mt), *Baseline scenario*





Rohstoffbedarf für 1.000 Mt Kunststoffe:
> 800 Mt Kohlenstoff (Carbon embedded)



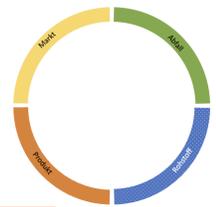
Kohlenstoff-Quellen
und deren Beiträge

Kunststoffabfälle (-(-CH ₂ -) _n)	30%	=> 280 Mt
Biomasse (C ₆ H ₁₂ O ₆)	30%	=> 600 Mt
CO ₂	40%	=> 1.320 Mt

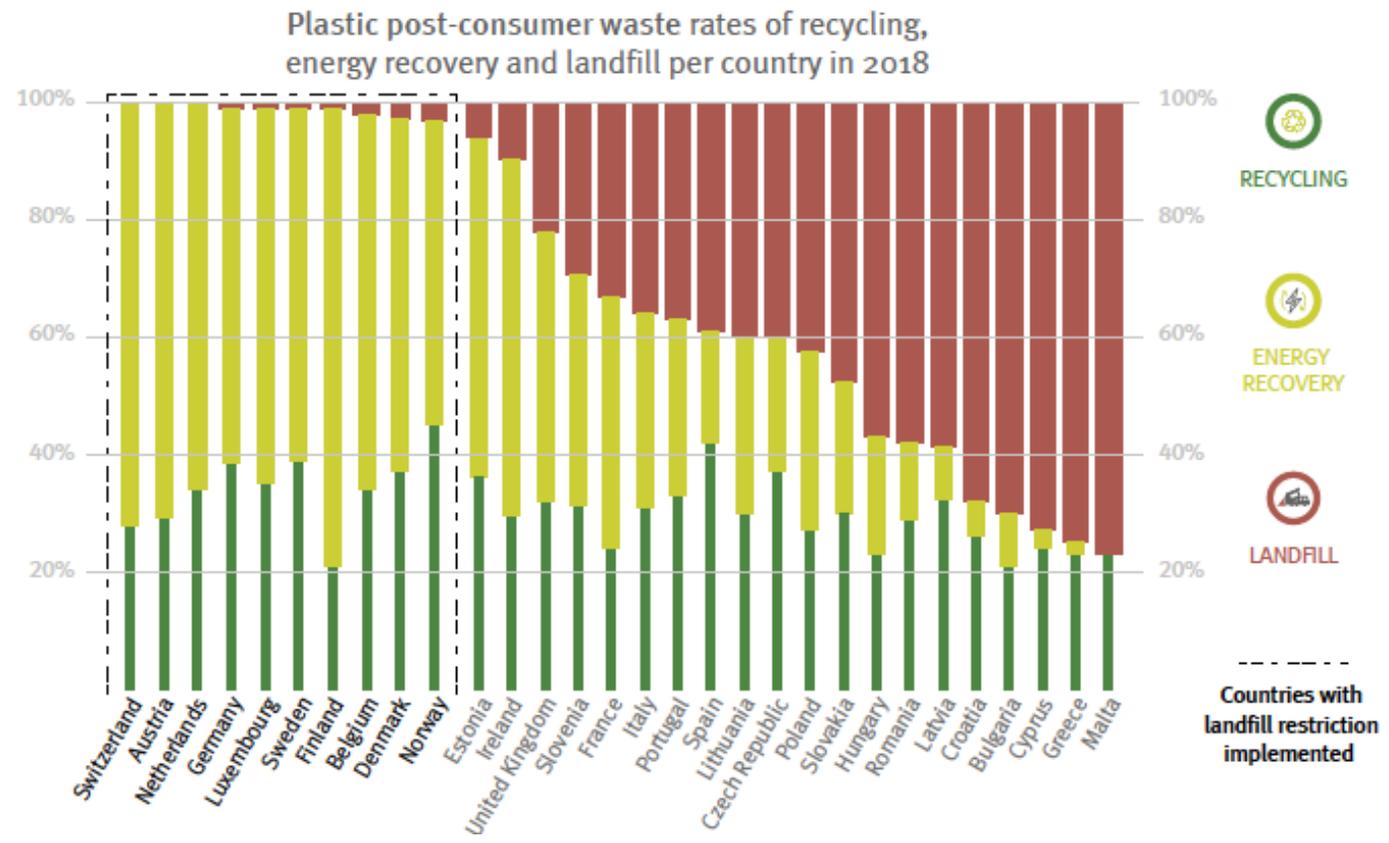


Zusätzlich

Preiswerte elektrische Energie
Massenhaft Wasserstoff



Kunststoffverwertung in Europa 2018



Quelle: PlasticsEurope/Conversio
 Plastic waste management in European countries 2018

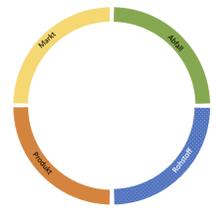
Deponierung beenden

Verbrennung minimieren

Sammeln und Sortieren

Quantitativ stofflich verwerten

Zirkuläre Rohstoffe generieren



Mechanisches und chemisches Recycling

- Physikalische Aufbereitung unter Erhalt der chemischen Struktur des Werkstoffs
- Thermoplasten wie PE, PP, PET, PS, PVC, ...
- Restriktionen
 - Erreichbares Qualitätsniveau
 - Mechanothermischer Abbau
 - Ausrüstung (Pigmente, Flammschutz, Fasern, ...)
 - Kontaminationen
 - Hygienische Anforderungen

- Verfahren zum Abbau von Kunststoffen in chemische Grundbausteine für neue Produkte
- Große Verfahrensvielfalt
 - Lösungsverfahren
 - Solvolytische Verfahren
 - Thermochemische Verfahren
- Vermischter oder kontaminierter Abfälle, Verbänden etc.

Abschätzung:
50 % mechanisch
verwertbar.



Sortieranlage der Fa. Heinze



Steam-Cracker
im Werk Ludwigshafen der BASF

Abschätzung:
40 % chemisch
verwertbar.



MVA München-Süd der AWM

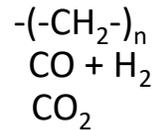
- Restmüllverbrennung und
- Schadstoffbeseitigung unter
- Energieauskopplung

- Abschätzung: Ca. 10 % der Kunststoffabfälle werden auch zukünftig verbrannt werden müssen (hygienische Gründe; stofflich nicht verwertbar)
- Perspektivisch: CO₂-Abscheidung aus dem Rauchgas und stoffliche Verwertung (zirkulärer Rohstoff)

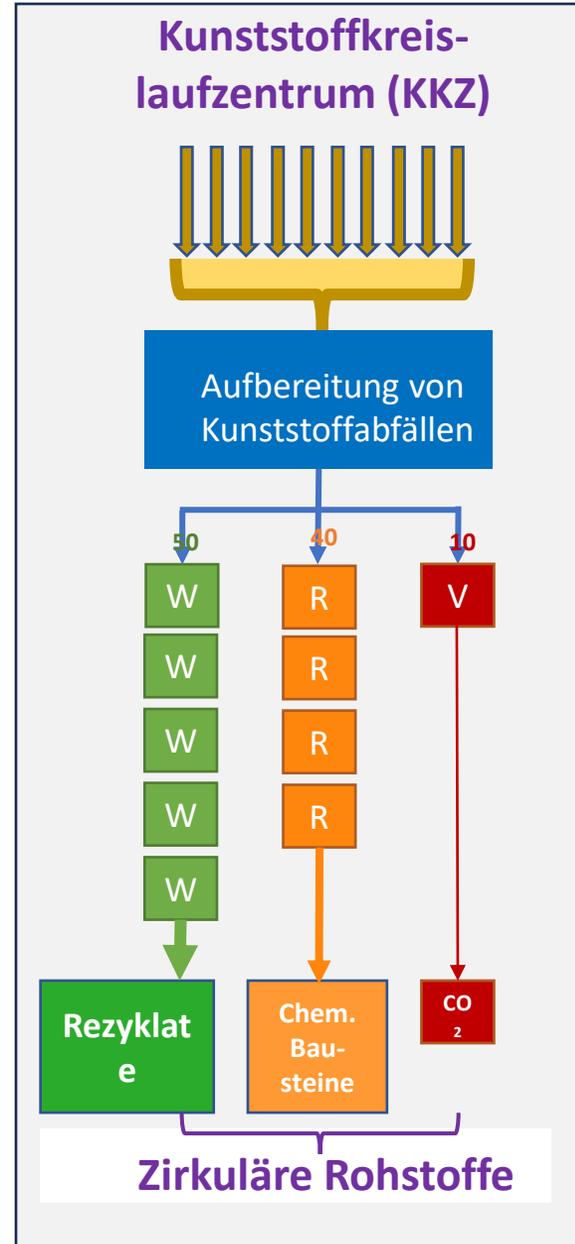
Ganzheitliche Verwertung



- Große Stoffströme generieren
– Economy of Scale
- Effiziente Logistik
- Gezielte Sortierung und Aufbereitung
- Definition der Verfahrenswege auf Ökobilanzbasis
- Herstellung von
 - Rezyklaten
 - Chem. Grundbausteinen
 - Kohlenstoffdioxid
- Optimierung der Ausbeuten – verfahrensbedingte Verluste $\leq 20\%$
- Zirkuläre Rohstoffe für die Produkterzeugung

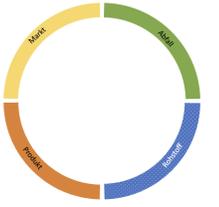


W: werkstoffliches Recycling
R: rohstoffliches Recycling
V: Verbrennung



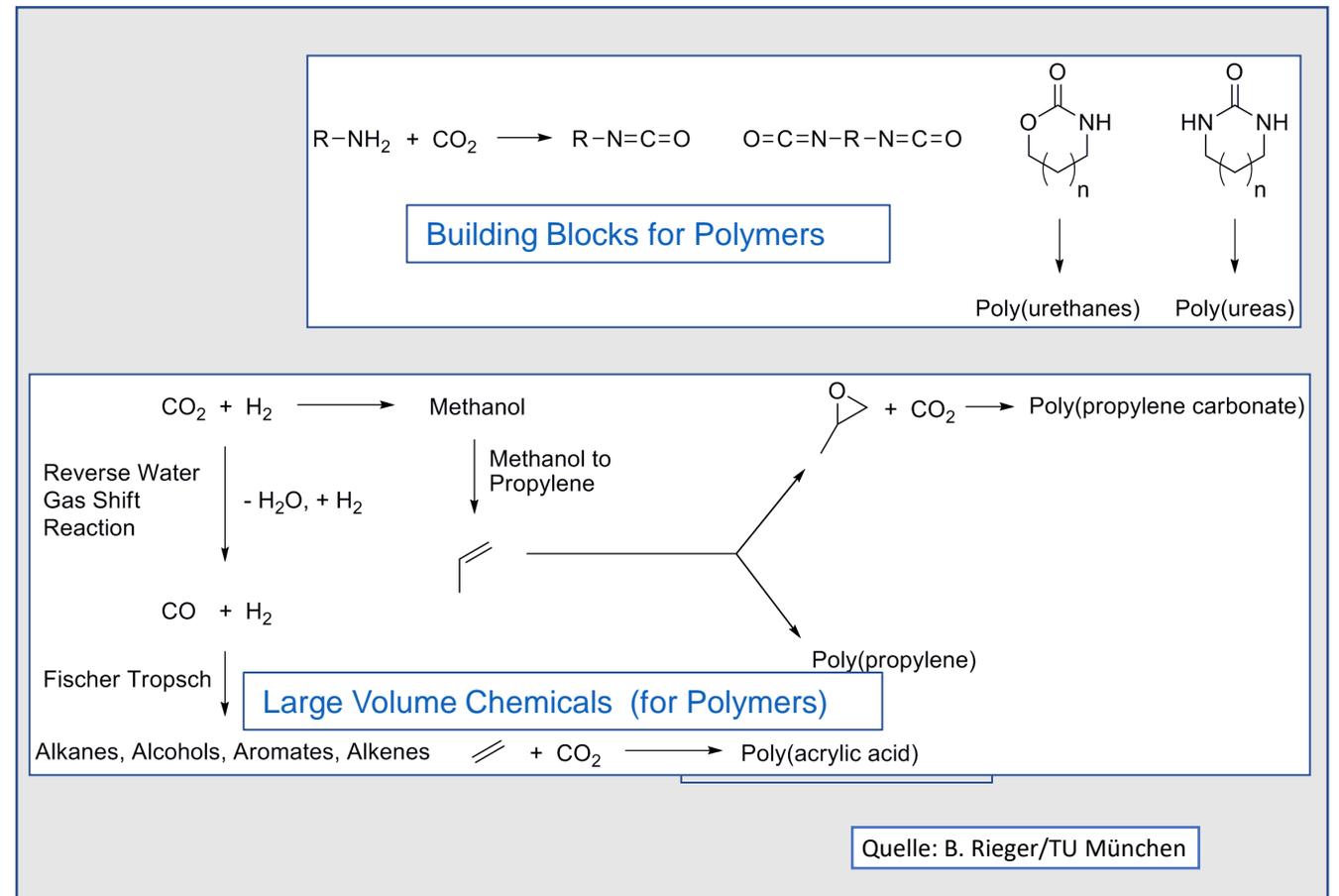
- „Protos Plastic Park“ von Peel L&P
Konzept für Ellesmere Port bei Liverpool
- Integrierte Anlage für mechanisches und chemisches Recycling sowie die thermische Verwertung
- „Distributed Modular Generation“ (DMG)-Vergasungstechnik zur Gewinnung von Synthesegas aus Kunststoffabfällen
- Kosten ca. 165 Mio GBP; wesentliche Genehmigungen erteilt; Fertigstellungsdatum unbekannt.
- Kapazität ca. 400 kt Abfälle p.a. (auch Altreifen), 150 Arbeitsplätze



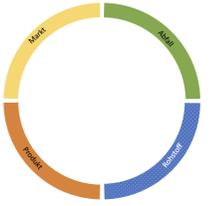


- CO₂-Quellen (langfristig)
 - Punktförmige & prozessbedingt
 - Verbrennungsanlagen
 - Zementindustrie
 - ...
 - Punktförmige biogene Quellen
 - Biogasanlagen
 - ...
 - Atmosphäre
 - DAC – Direct Air Capture

- Hoher Energieaufwand für Reduktion
 - Regenerative Energie
 - Wasserstoff



Zirkuläre Rohstoffe – Biomasse der 2. Generation



Holzschnitzel

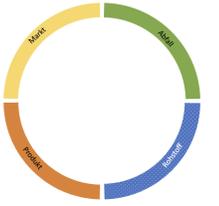
- Rohstoffbasis:
Holz, Stroh, Wurzeln,
Blätter, Stängel etc.
- Rohstoffe – polymere
Zucker: Cellulose, Lignin,
Hemicellulose
- Bioraffinerie



Flaschen aus PEF
(Polyethylenfuranoat)

Fotos: Avantium

Kreislaufeignung – PET-Flasche



Standardisierung

Pfandsystem

Bringsystem

Rücknahmeautomaten

Kreislaufeignung
(Design for Circularity)



*PET-Input in eine Recyclinganlage nach Entfernung von Verschlüssen und Etiketten

93 %
Recycling*



2 - 4% Verlust im Recyclingprozess



37,7 %
Neue PET-Getränkeflaschen



28,6 %
Folien-Industrie



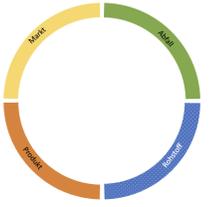
20,4 %
Textilfaser-Industrie



13,2 %
Sonstige
Anwendungen

Quelle: GVM 2020 | IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e.V.

Kreislaufeignung – Design for Circularity



- Produktstandardisierung
 - Kunststoff
 - Design
 - Distribution
- Pfand-/Vergütungssystem
- Bring-/Holsystem
- Verwertungssystem
- Zirkulärer Rohstoff

PET-Getränkeflaschen



HDPE-Flaschen (Shampoo etc.)



EPS (Dämmung, Verpackung)



PUR-Schäume aus Matratzen



Automobil-Stoßfänger

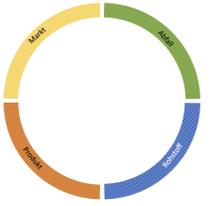


Gehäuse (Staubsauger, Haartrockner, Drucker etc.)

Bauprofile
(PVC-Fenster)



Kreislaufeignung – Regulierungsaspekte



1. Rezyklatmengen im Gesamtmarkt effektiv steigern



4. Wettbewerbsnachteile der deutschen Wirtschaft vermeiden



2. Qualität und Produktsicherheit gewährleisten



5. Den freien Warenverkehr im EU-Binnenmarkt sichern



3. Marktwirtschaftliche Prinzipien bewahren

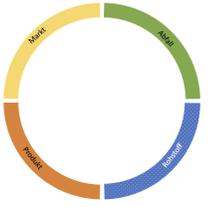


6. Vollzugsfähigkeit ermöglichen



Quelle: IK – Industrievereinigung Kunststoffverpackungen

Kunststoffindustrie in der Transformation – Nachhaltiges und faires Wachstum



- Innovation und Kreislaufeignung
- Kritische Größe – *Scaling-up*
- Kooperation im Kreislauf statt linearer *Supply chains*
- Preiswerte Energie
- Privates Kapital
- Qualifizierte Mitarbeiter
- ETS und EU-Binnenmarkt statt -Überregulierung

Peter Orth
Jürgen Bruder
Manfred Rink

Kunststoffe im Kreislauf

Vom Recycling zur Rohstoffwende

 Springer Vieweg

Erschienen im August 2022
bei Springer Vieweg

ISBN 978-3-658-37814-1

www.kunststoffe-im-kreislauf.de

Erweiterte englische Ausgabe
erscheint im 2. Halbjahr 2024
bei Springer

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!