

# LIT Factory

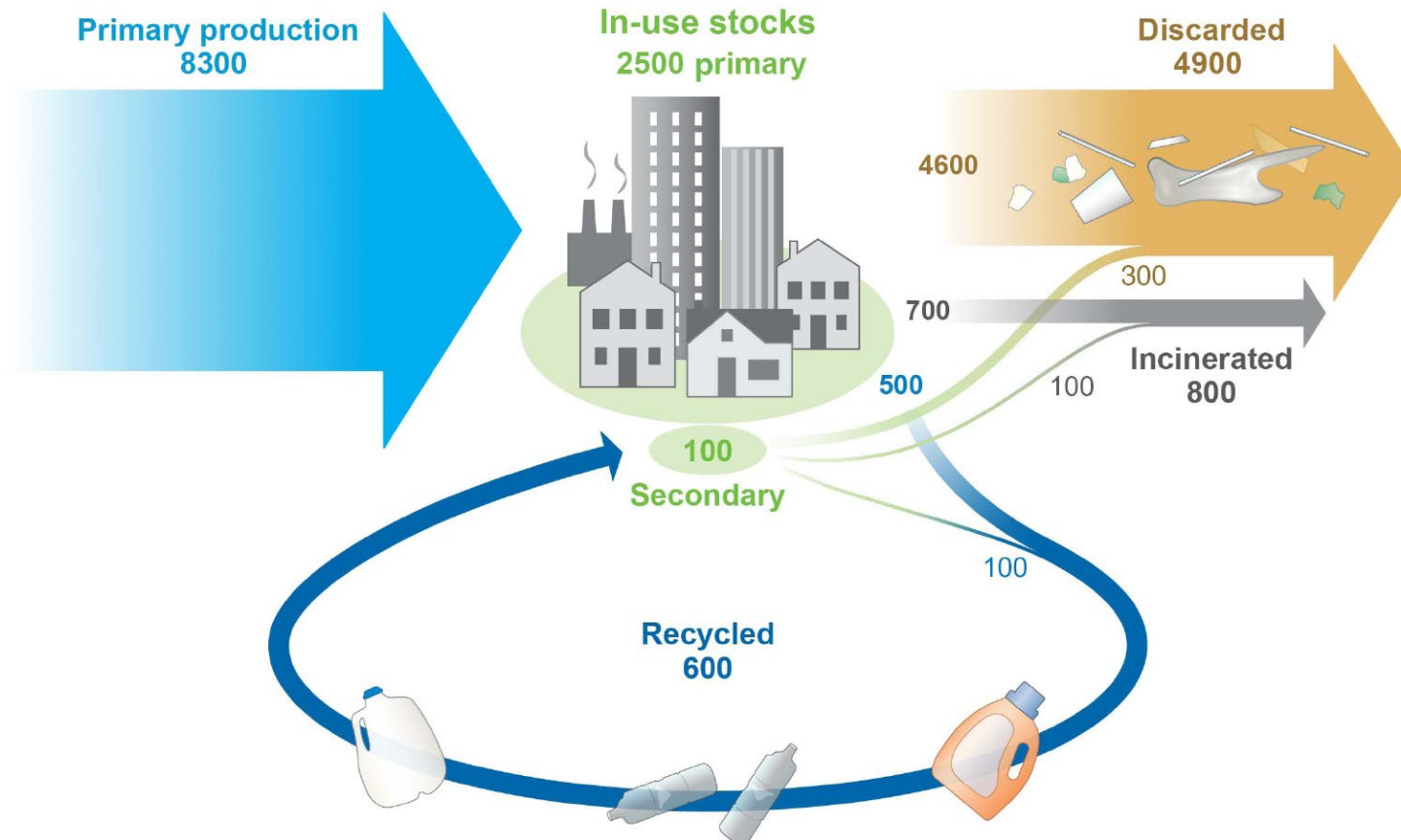


## Re- und Up-Cycling von Kunststoffen

LIT Factory Symposium 2022  
Donnerstag, 19. Mai 2022  
Jörg Fischer

# Kunststoff-Wirtschaft

Kumulierte Zahlen in Mio. t – 1950-2015



## Kunststoffproduktion – Gesamt:

- 8.300 Mio. t

## Kunststoffe aktuell in Verwendung:

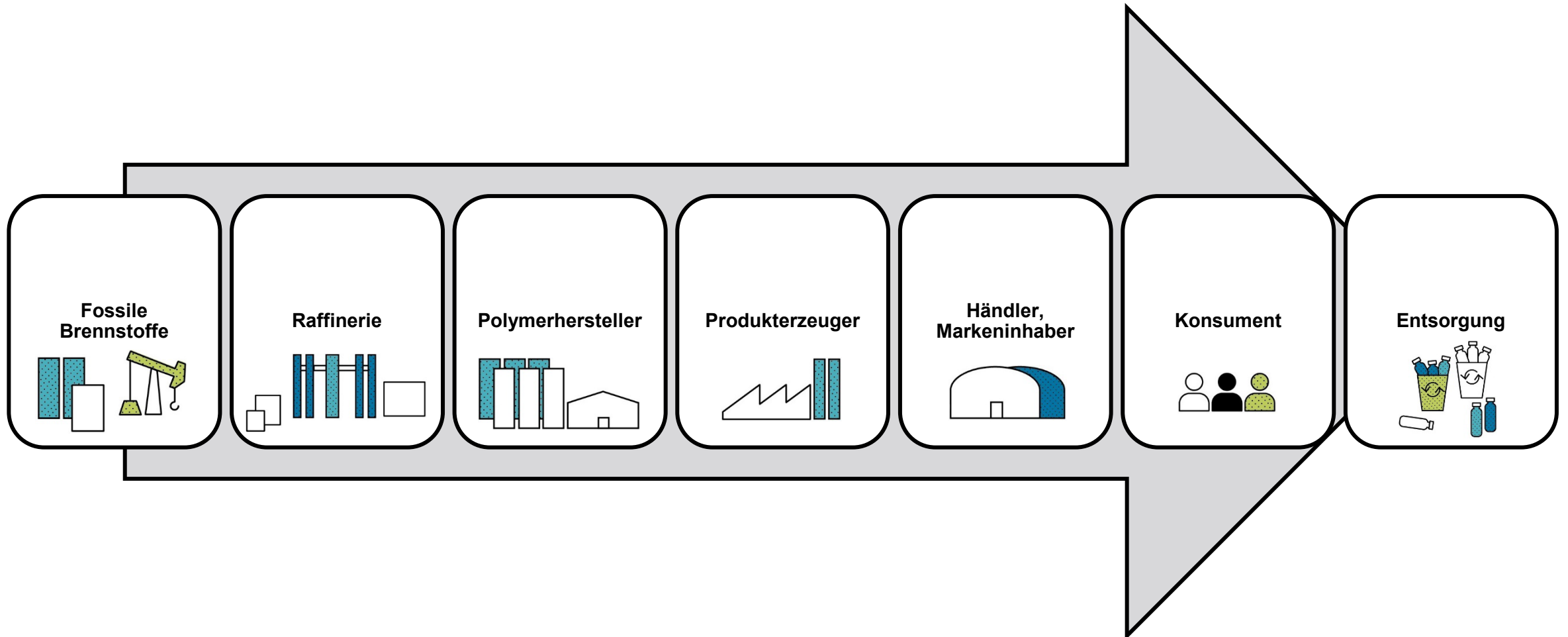
- 2.500 Mio. t

## Kunststoffabfall:

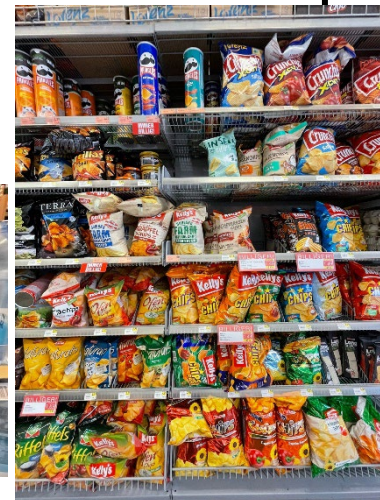
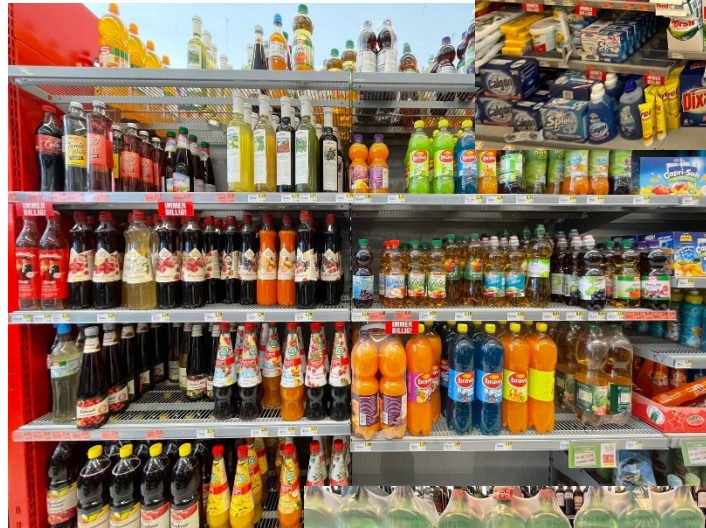
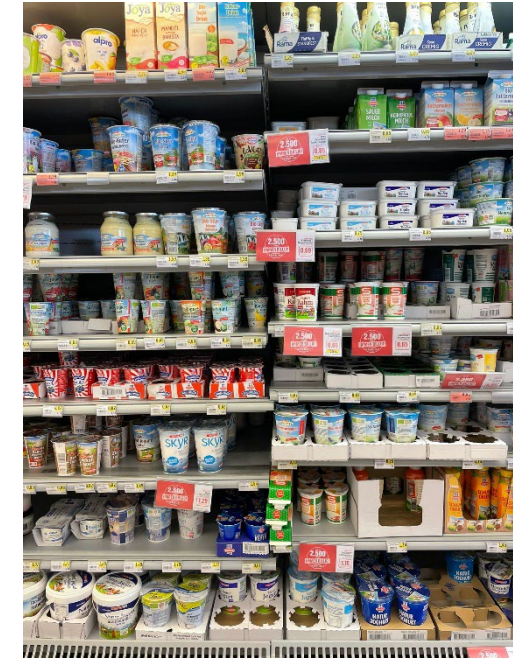
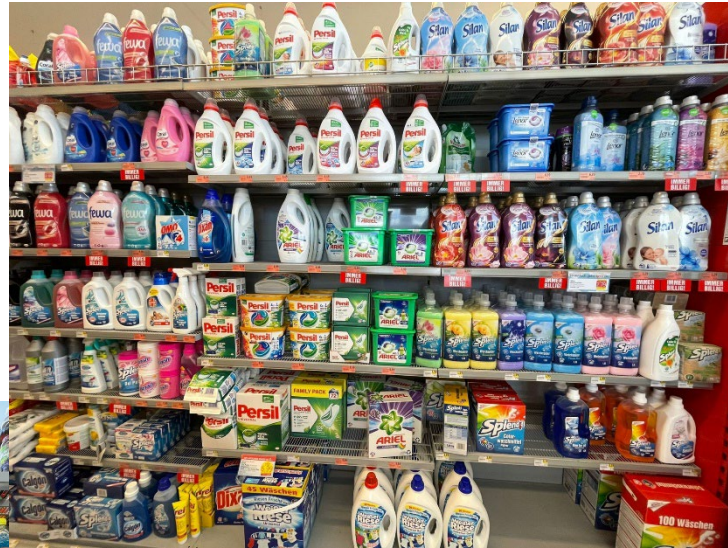
- Gesamt: 6.300 Mio. t
  - Deponiert: 4.900 Mio. t
  - Verbrannt: ~800 Mio. t
  - **Rezykliert: ~600 Mio. t**

Quelle: Geyer, Jambeck, Law Sci. Adv. 2017; 3:e1700782

# Kunststoffe – Linearwirtschaft



# Kunststoffe – Linearwirtschaft



# Kunststoffe – Linearwirtschaft



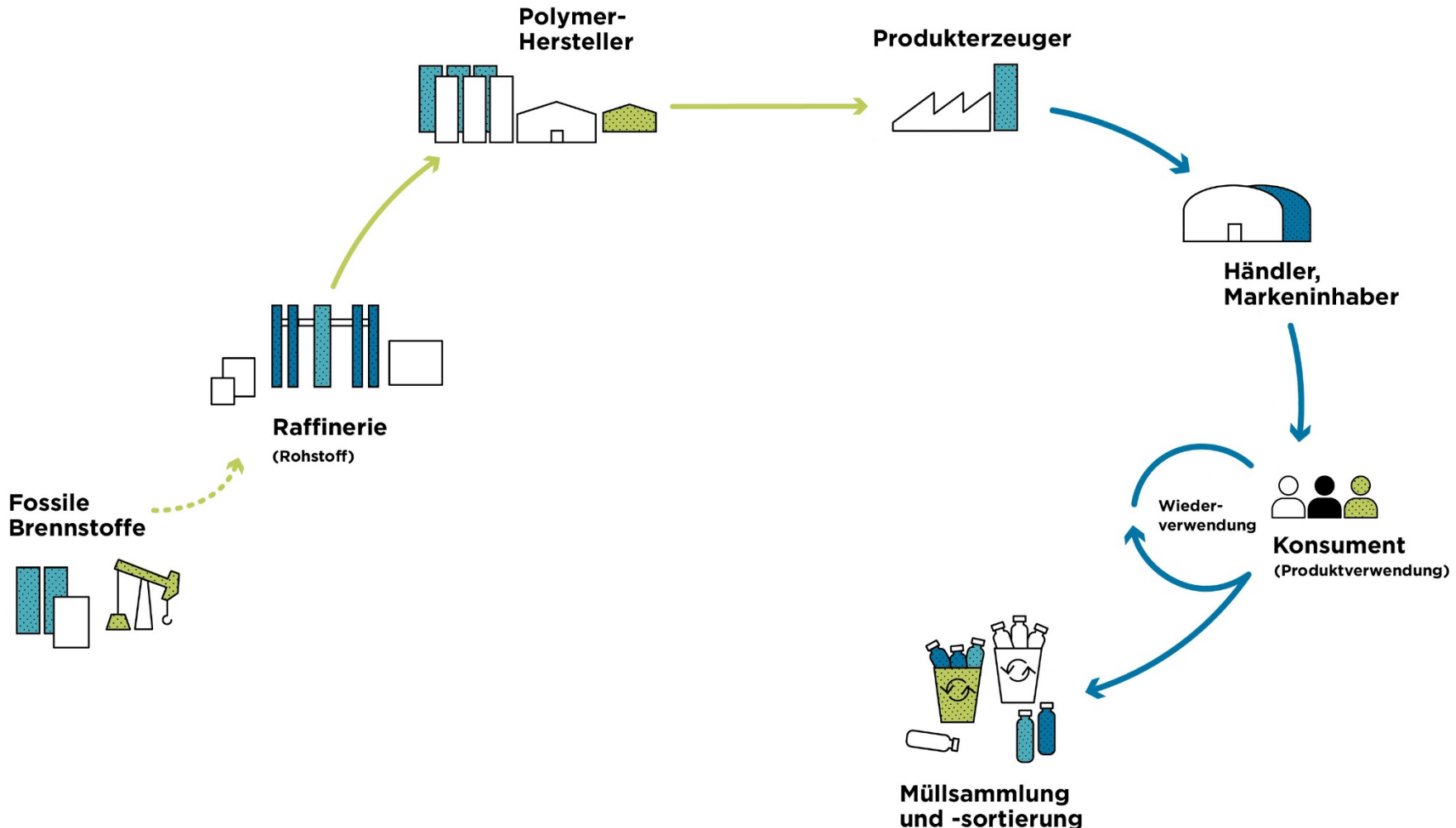
# Kunststoffe – Linearwirtschaft

Abfälle in der Umwelt



Quelle: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

# Kunststoffe – Kreislaufwirtschaft

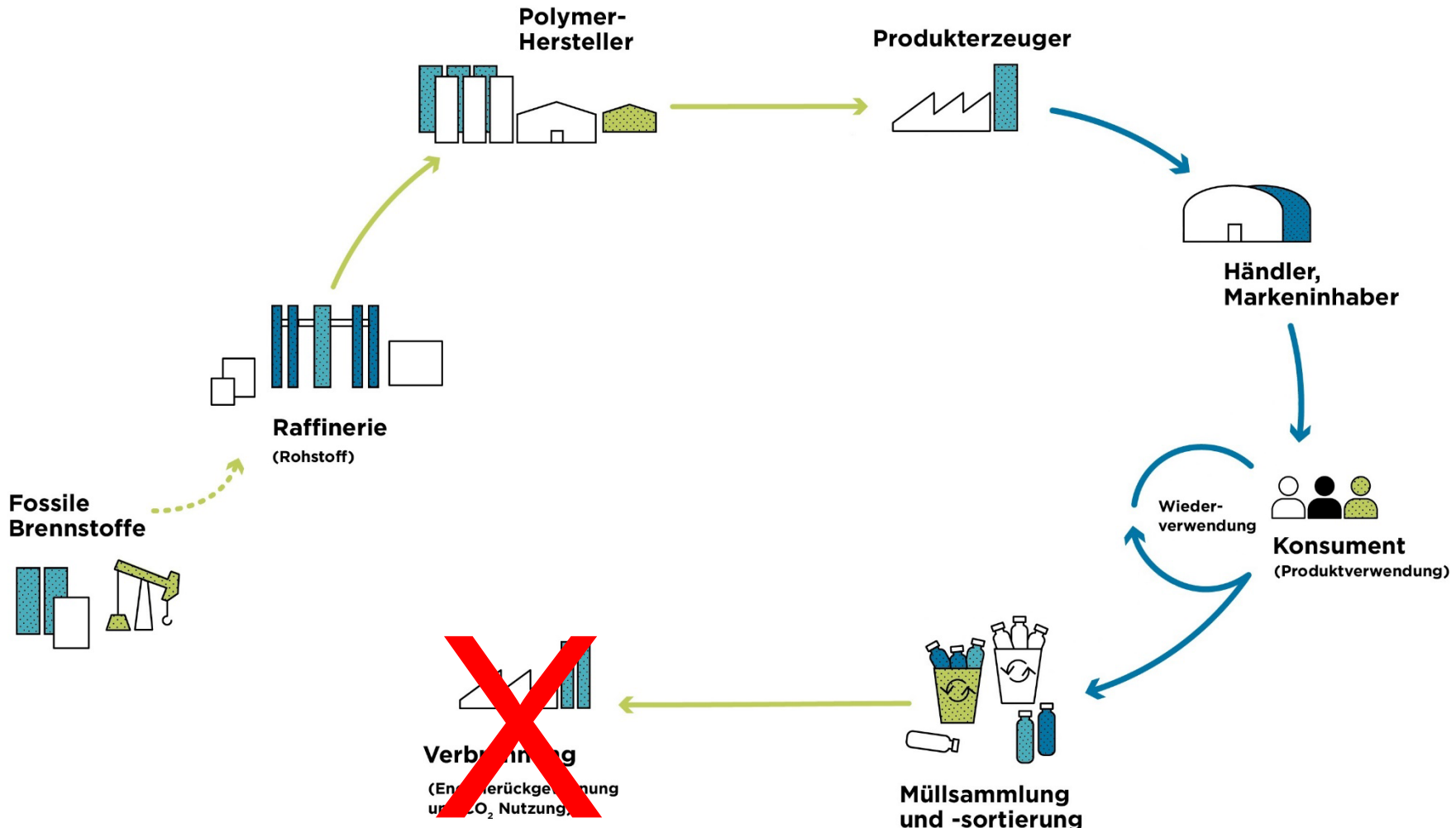


# Kunststoffe – Kreislaufwirtschaft

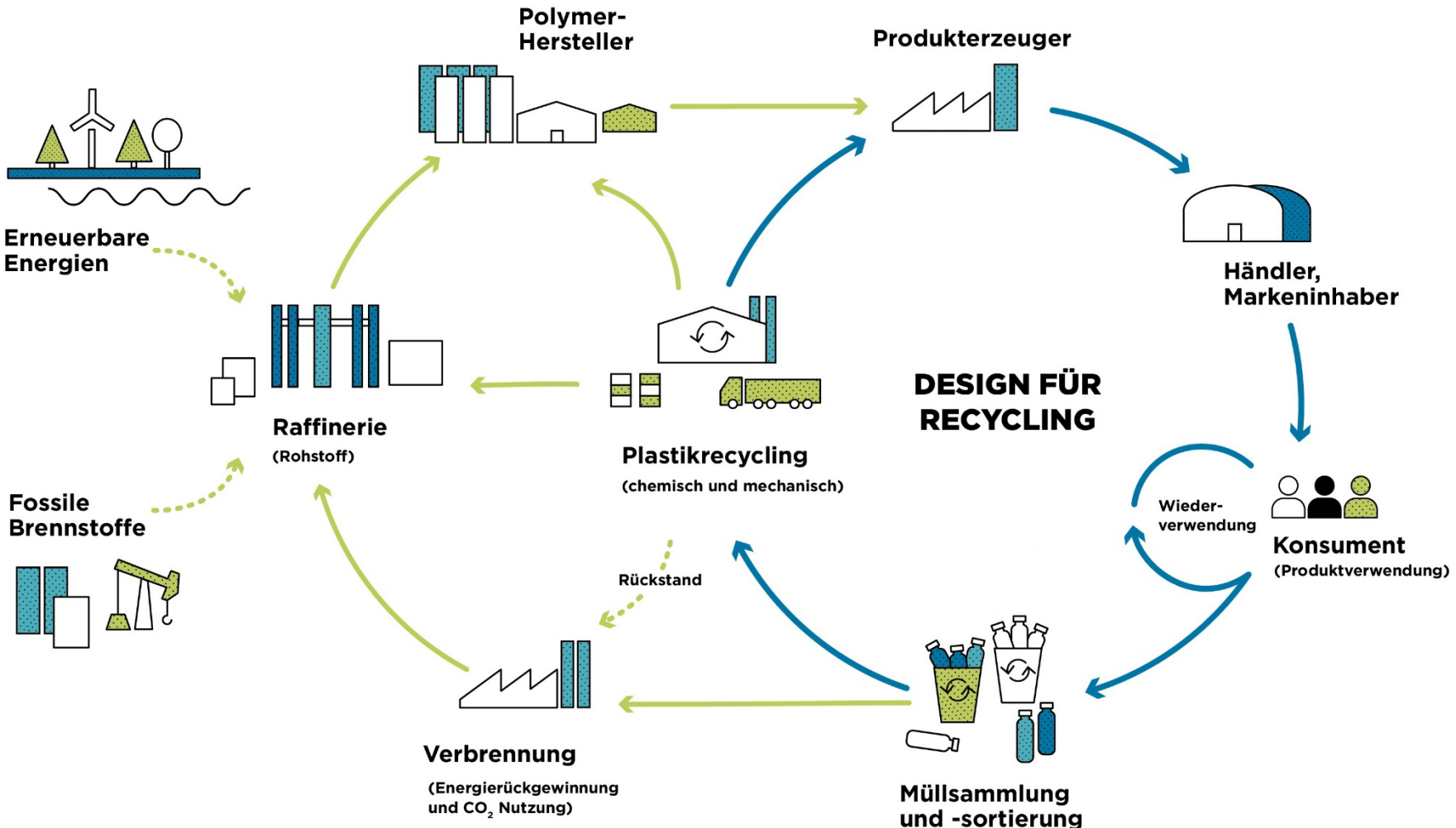




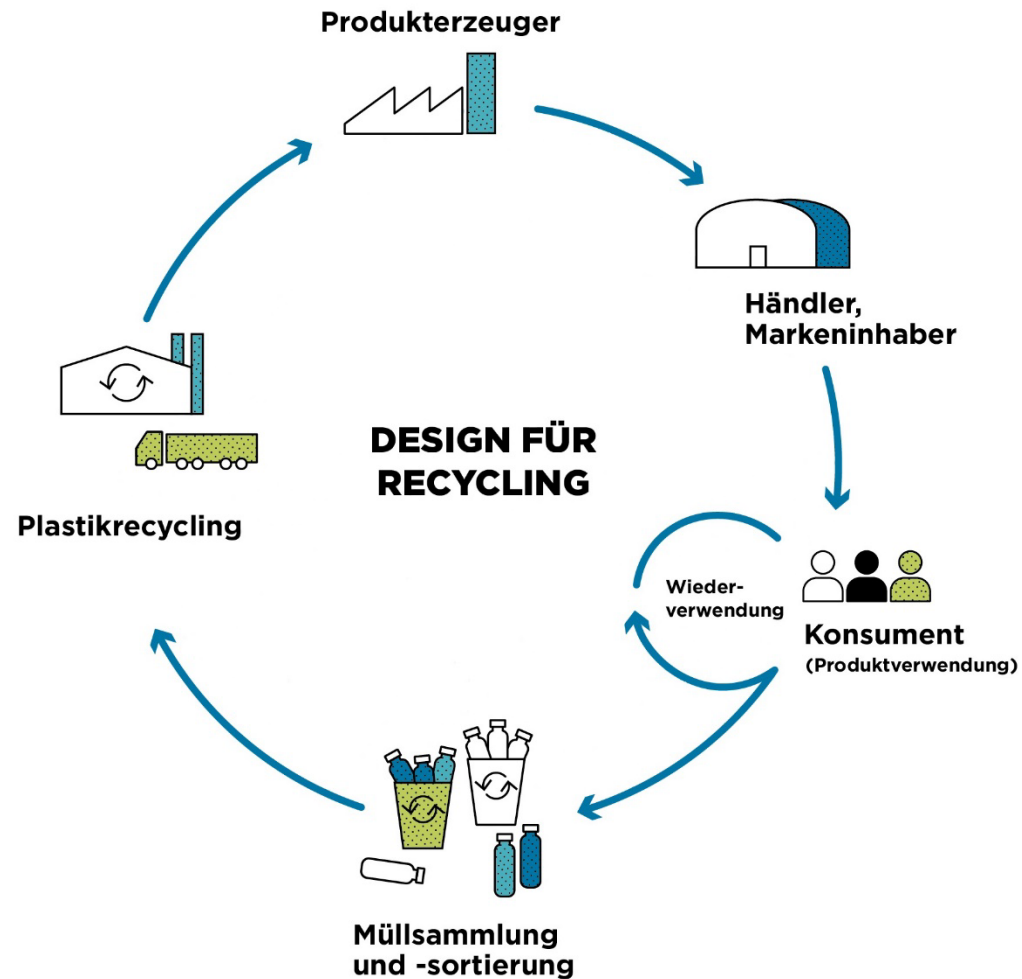
# Kunststoffe – Kreislaufwirtschaft



# Kunststoffe – Kreislaufwirtschaft



# Kreislaufwirtschaft | Mechanisches Recycling



# Kreislaufwirtschaft | Mechanisches Recycling

Aufbereiteter Kunststoff-Abfall – Hohlkörper



# Mechanisches Recycling – Prozesskette Recycler



## Mögliche Ausstattung bzw. Prozessschritte

- **Zerkleinerung**
- **Sortierung**
  - Manuelle Sortierung
  - Siebe
  - Trockene und nasse Dichtentrennung
  - Metallabscheidung
  - Elektrostatische Separierung
  - Optische Sortierung
  - NIR Sortierung
  - Laserspektroskopische Sortierung
- **Waschen**
  - Temperatur (kalt bzw. warm)
  - Medium (Wasser, Chemikalien)
  - Methode (Rührer, Friktion, etc.)
- **Trocknen** (mechanisch bzw. thermisch)
- **Extrusion** (Entgasung, Filtrierung, Granulierung, etc.)
- **Granulat-Nachbehandlung**
  - Dekontamination Aroma
  - Modifizierung, etc.

Quelle: Fischer & PerkinElmer - [https://www.perkinelmer.com/lab-solutions/reQuelles/docs/wht\\_polymerlifecyclechallengesfinal.pdf](https://www.perkinelmer.com/lab-solutions/reQuelles/docs/wht_polymerlifecyclechallengesfinal.pdf)

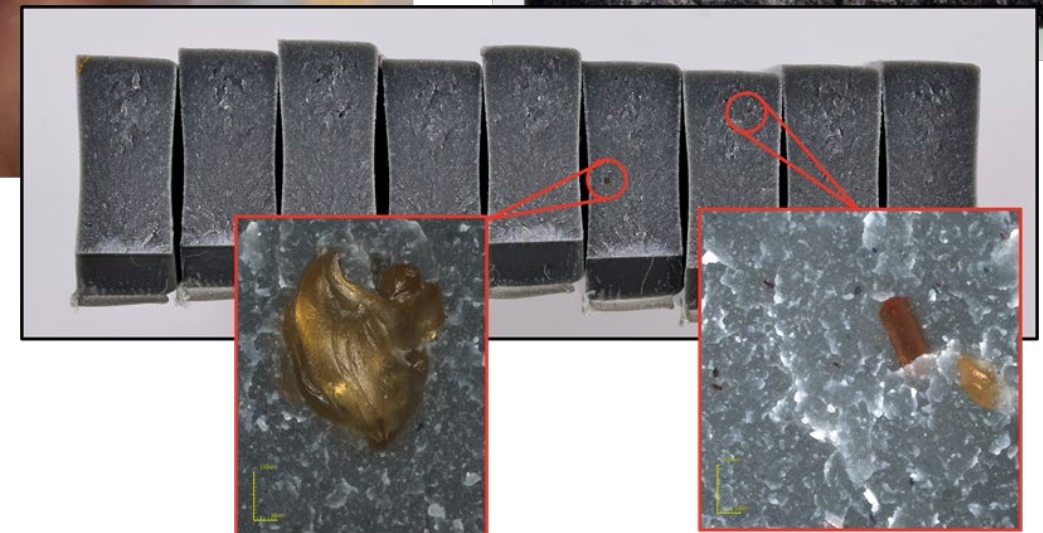
# Mechanisches Recycling – Prozesskette Recycler

Aufbereitete Kunststoff-Flakes (bunt) und resultierendes Granulat



# Mechanisches Recycling – Herausforderungen

Herausforderungen infolge des Recycling-Prozesses



Quelle: Billiet & Trenor (2020), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsmacrolett.0c00437>; Markus Gall, 2021

# Kunststoff-Recycling – Herausforderungen

Herausforderungen infolge von EU Regulierungen

## Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle (Richtlinie (EU) 2018/852)

- Recycling-Ziele – Verpackungsabfälle aus Kunststoff
  - 50 % bis 31. Dezember 2025
  - 55 % bis 31. Dezember 2030



Status: 26 %

## Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt (Single Use Plastics Directive – Richtlinie (EU) 2019/904)

- Ziele für „Getrennte Sammlung“ – Getränkeflaschen
  - 77 % bis 2025
  - 90 % bis 2029
- Ziele für „Anteil an Rezyklat“ – PET-Getränkeflaschen
  - 25 % ab 2025
  - 30 % ab 2030



Status: 76 %

Quelle: EU Parlament - Richtlinie (EU) 2018/852; EU Parlament - Richtlinie (EU) 2019/904; ARA Kunststoffbroschüre, 2019



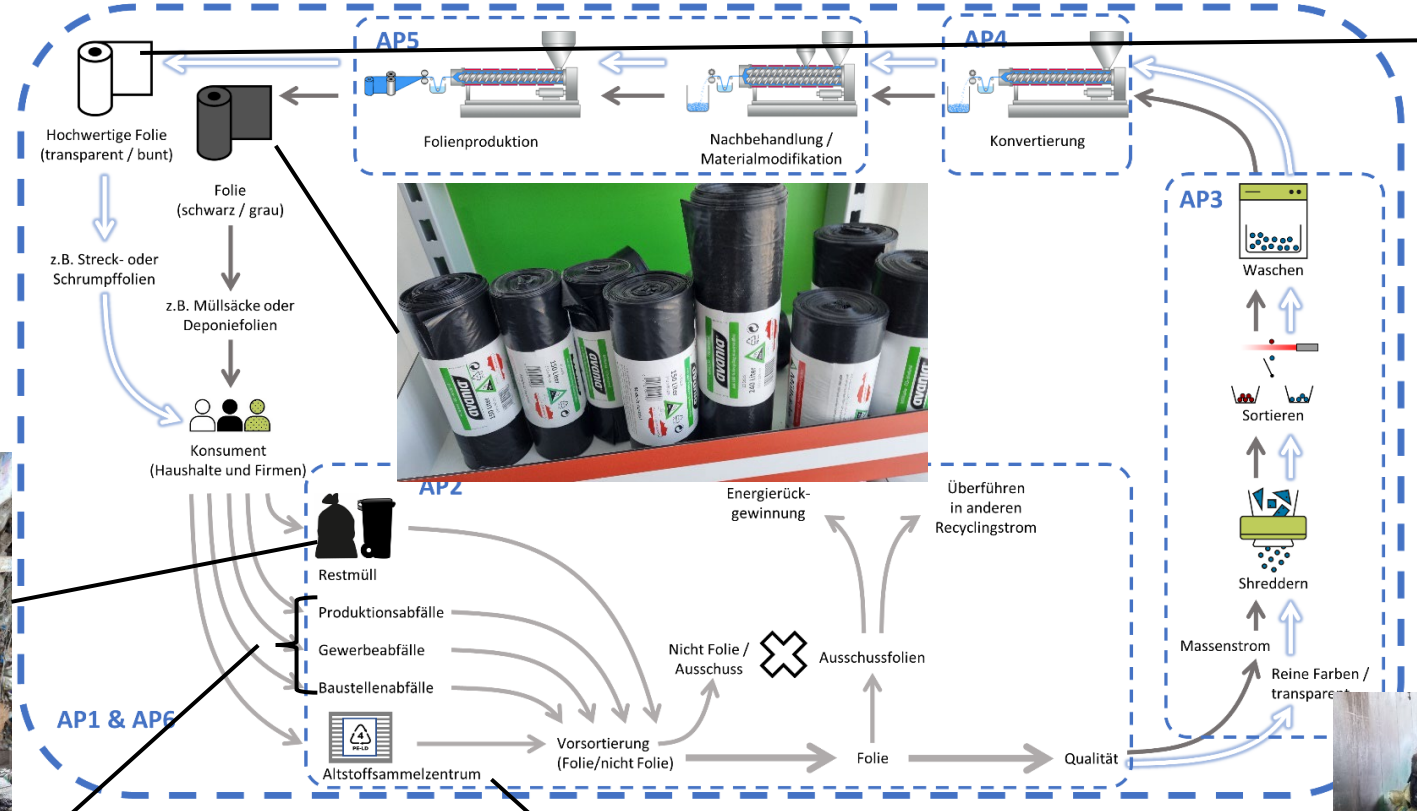
# Kunststoff-Recycling – Lösungsansätze

Closed-Loop?



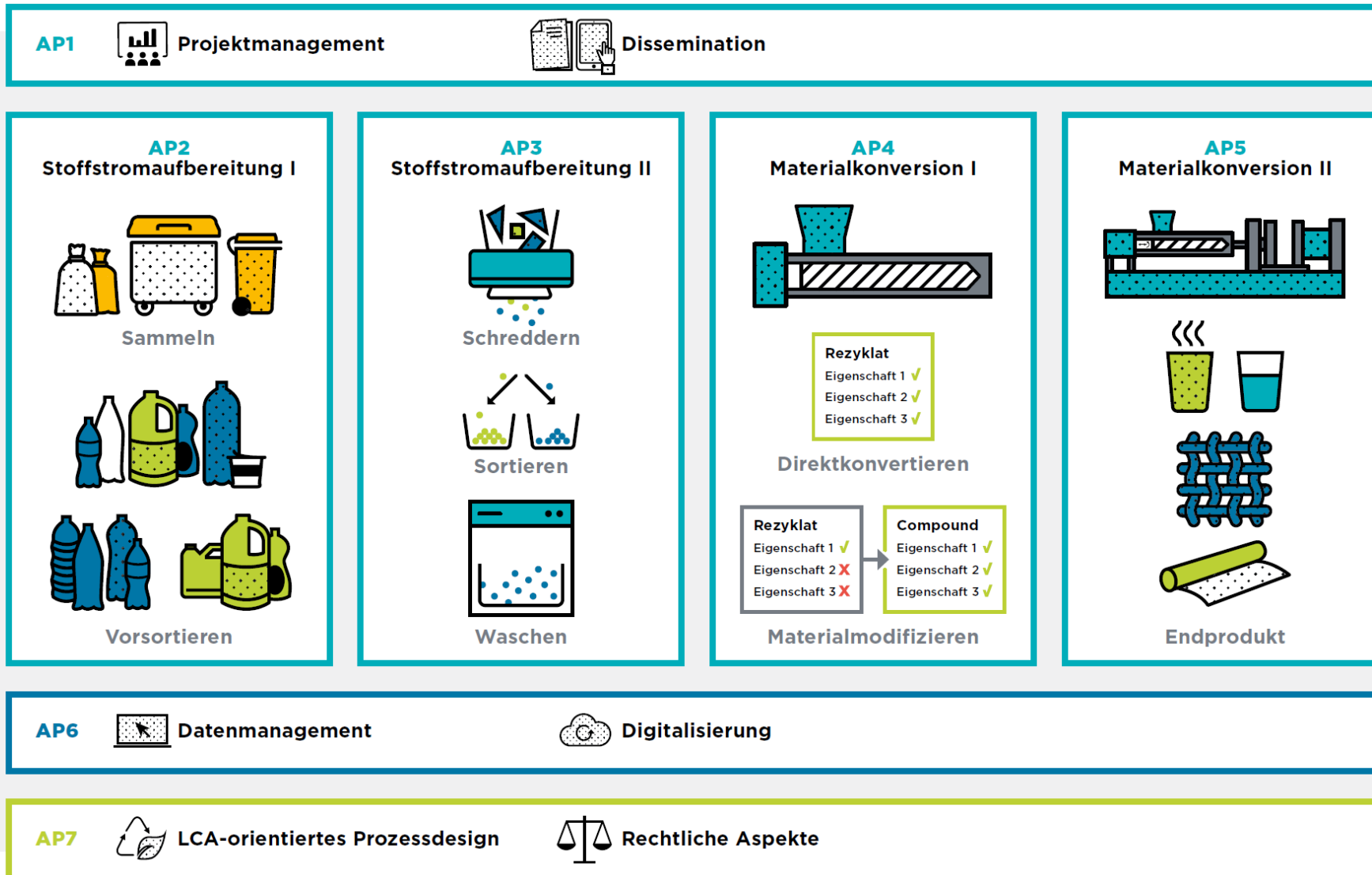
# Kunststoff-Recycling – Lösungsansätze

Projekt: FolienKreislauf2030



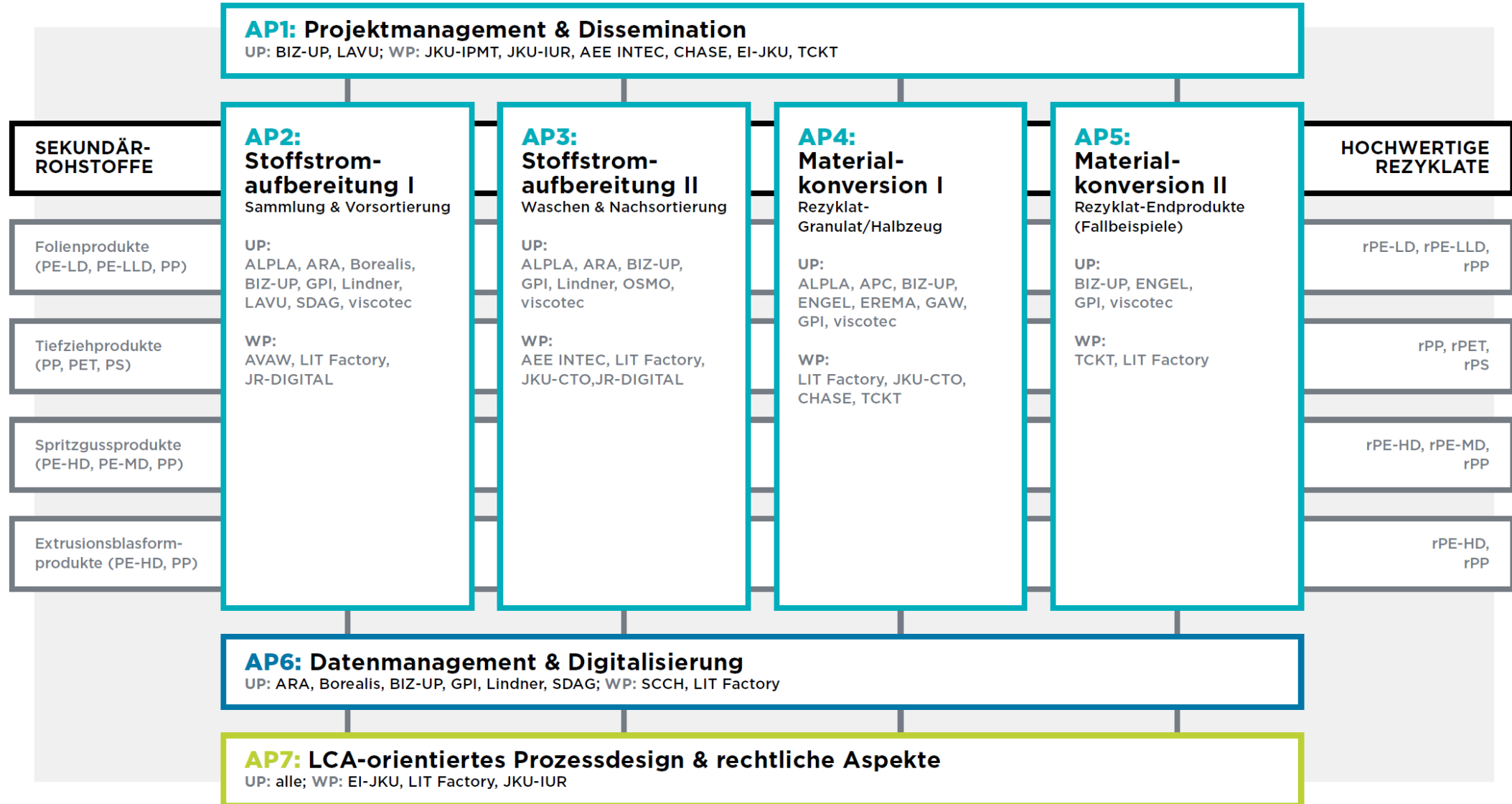
# Kunststoff-Recycling – Lösungsansätze

Leitprojekt: circPLAST-mr



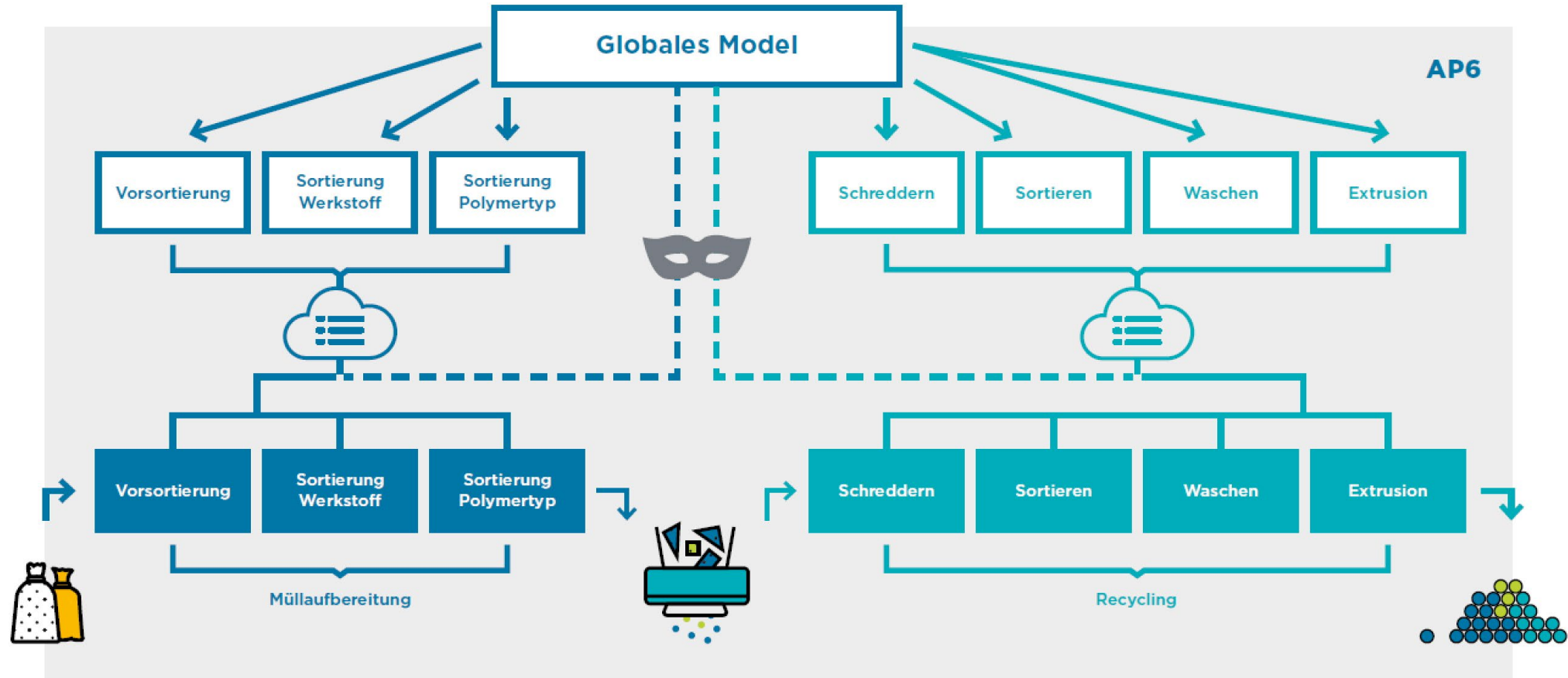
# Kunststoff-Recycling – Lösungsansätze

Leitprojekt: circPLAST-mr



# Kunststoff-Recycling – Lösungsansätze

Leitprojekt: circPLAST-mr – AP6



LEGENDE

Realer  
Prozess

Prozess  
Modell

— Interne Daten

- - - Externe Daten

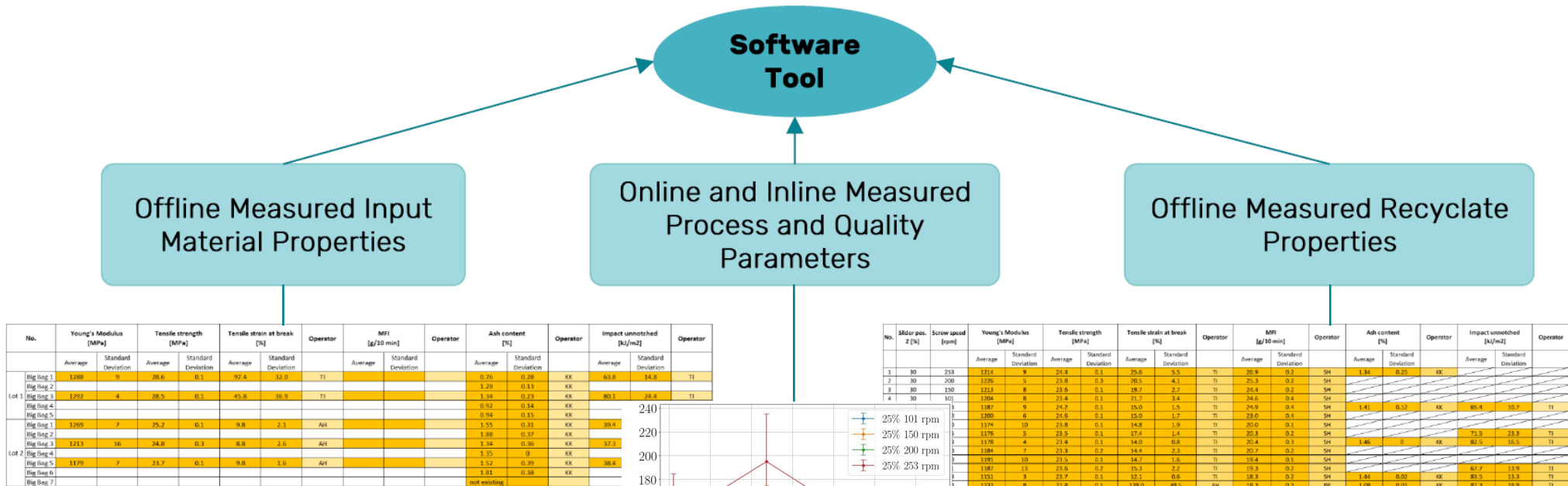


Anonymisierung

→ Steuerung

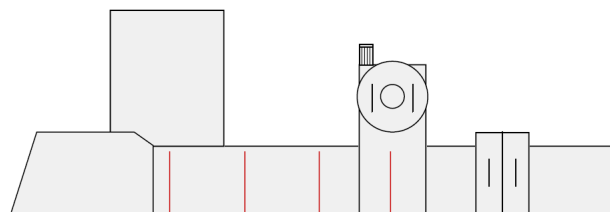
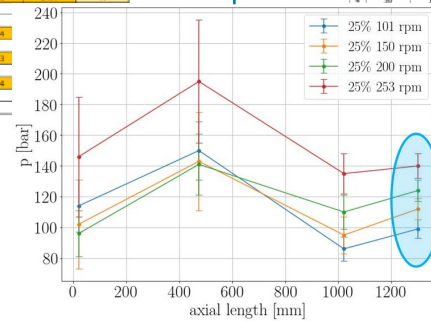
# Kunststoff-Recycling – Lösungsansätze

Projekt: CHASE MFP3.1



No.	Young's Modulus [MPa]		Tensile strength [MPa]		Tensile strain at break [%]		Operator	MFI [g/10 min]		Operator	Ash content [%]		Operator	Impact unnotched [kJ/m <sup>2</sup> ]		Operator	
	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation		Average	Standard Deviation		Average	Standard Deviation		Average	Standard Deviation		
Big Bag 1	1288	9	28.6	0.1	97.4	12.0	TI					0.70	0.28	KK	63.8	14.8	TI
Big Bag 2												1.29	0.33	KK			
Lot 1 Big Bag 3	1252	4	28.5	0.1	45.8	16.9	TI					3.30	0.23	KK	80.1	24.8	TI
Big Bag 4												0.92	0.14	KK			
Big Bag 5												0.94	0.15	KK			
Big Bag 1	1299	7	25.2	0.1	9.8	2.1	AH					1.55	0.31	KK	39.4		
Big Bag 2												1.88	0.37	KK			
Big Bag 3	1213	16	24.8	0.3	8.8	2.8	AH					1.34	0.36	KK	37.3		
Big Bag 4												1.35	0	KK			
Big Bag 5	1179	7	23.7	0.1	9.8	1.6	AH					1.52	0.39	KK	38.4		
Big Bag 6												1.81	0.38	KK			
Big Bag 7												not existing		KK			

No.	Slider pos. z [%]	Screw speed [rpm]	Young's Modulus [MPa]		Tensile strength [MPa]		Tensile strain at break [%]		Operator	MFI [g/10 min]		Operator	Ash content [%]		Operator	Impact unnotched [kJ/m <sup>2</sup> ]		Operator
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation		Average	Standard Deviation		Average	Standard Deviation		Average	Standard Deviation	
1	30	233	1214	8	23.8	0.1	25.6	3.5	TI	35.8	0.2	SH	1.34	0.25	KK			
2	30	200	1226	5	23.8	0.3	26.5	-4.1	TI	25.1	0.2	SH						
3	30	150	1213	8	23.5	0.1	19.2	2.2	TI	24.4	0.2	SH						
4	30	100	1284	8	23.4	0.1	21.2	3.4	TI	24.6	0.4	SH						
5	1187	9	24.2	0.1	15.0	1.5	TI	24.5	0.4	SH			1.41	0.22	KK	46.4	10.2	TI
6	1300	6	24.6	0.1	15.0	1.7	TI	23.0	0.4	SH								
7	1174	19	23.8	0.1	14.8	1.9	TI	20.0	0.1	SH					71.5	23.3	TI	
8	1176	5	23.5	0.1	17.4	1.4	TI	20.8	0.2	SH								
9	1178	4	23.4	0.1	14.0	0.8	TI	20.4	0.3	SH			1.46	0	KK	40.5	16.5	TI
10	1184	7	23.3	0.2	14.4	2.3	TI	20.2	0.2	SH								
11	1189	10	23.5	0.1	14.2	1.6	TI	19.4	0.1	SH								
12	1187	13	23.6	0.2	15.3	2.2	TI	19.1	0.2	SH					47.7	13.9	TI	
13	1155	3	23.7	0.1	12.1	0.6	TI	18.3	0.2	SH			1.44	0.02	KK	83.5	13.3	TI
14	1231	8	22.8	0.1	139.0	49.5	AH	18.3	0.3	PP	1.08	0.01	KK	40.3	26.9	TI		



P1 - pressure Entry zone  
P2 - pressure barrel zone 1  
P3 - pressure barrel zone 2  
P4 - pressure before ventilation zone

# Danke für die Aufmerksamkeit



Kontakt:

Prof. Dr. Jörg Fischer  
joerg.fischer@jku.at  
+43 732 2468 6617