

Potenziale und Risiken des Kunststoffrecyclings

**Prof. Dr. Uwe Lahl
BZL Kommunikation und
Projektsteuerung GmbH**

**38. VDI-/ITAD-Fachkonferenz
Thermische Abfallbehandlung 2026
23. und 24. September 2026, Würzburg**

Zur Geschichte des Recyclings

- 1 Die Wegwerf-Produkte aus Kunststoff waren für die Chemische Industrie ein sehr gutes neues Geschäftsfeld. Allerdings waren die Verbraucher in den 1950er und 1960er Jahren zunächst zögerlich. Schlechtes Gewissen und Schuldgefühle beim Kauf von Wegwerf-Produkten. Die Verbraucher wollten "convenience", aber hatten Schuldgefühle (Ethik), die Produkte anschließend wegzuwerfen (Ernest Dichter).
- 1 Das Recycling-Versprechen half aus diesem Dilemma. Man wirft ja nichts weg, die Flasche kommt wieder als Recycling-Flasche, so das Narrativ.
- 1 Große Namen versprachen in den USA Recycling: Coca-Cola (allein achtmal seit 1990), McDonalds, Procter & Gamble, Unilever, Exxon uvm.
- 1 Zuletzt: "New Plastics Economy Global Commitment": 2025 sind alle Kunststoff-Verpackungen wiederverwendbar, recycelbar oder kompostierbar
→ **Ziel nicht erreicht**

Coca-Cola



Exxon

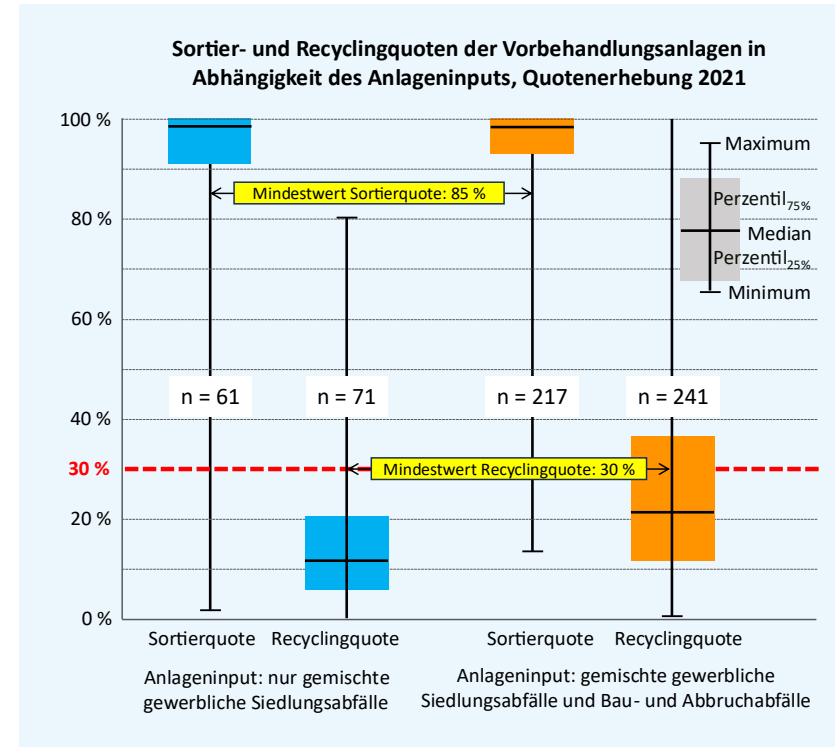
u.a.m.



The Global Commitment
2025 Progress Report

Motive I

- Motiv für das Recycling-Versprechen war aber nicht nur, das schlechte Gewissen der Verbraucher zu beruhigen, sondern war es auch,
 - drohende **Verbote abzuwehren** (PVC als Beispiel),
 - drohende Pfandregelungen zu verhindern.
- Auch der Staat gab und gibt Recycling-Versprechungen ab
- Motive: Umwelt-, Ressourcen- und **Klimaschutz**



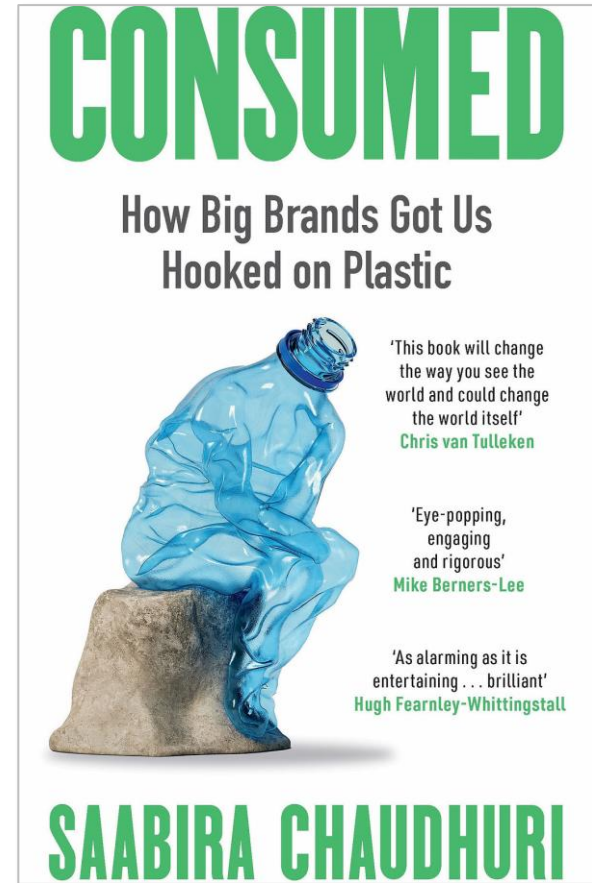
* = (dem Recycling tatsächlich zugeführte Masse) / (für Verwertung aussortierte Masse) × 100

Eigene Grafik nach Muchow et al., 2023,
<https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2023.08.08>

Motive II

- Die Recycling-Versprechungen wurden **alle nicht erfüllt**; häufig wurden nach einer **Schamfrist** erneut Versprechungen abgegeben.
- Parallel zu den Recycling-Versprechen stiegen die vermarkteten Kunststoffmengen über Jahrzehnte jährlich und kontinuierlich.

"Consumed" wurde mit dem [Nautilus Book Award 2026](#) ausgezeichnet, stand auf der [Longlist für den FT & Schroder's Business Book of the Year Award 2025](#) und wurde für den SABEW Best Business Book of the Year Award 2025 nominiert.

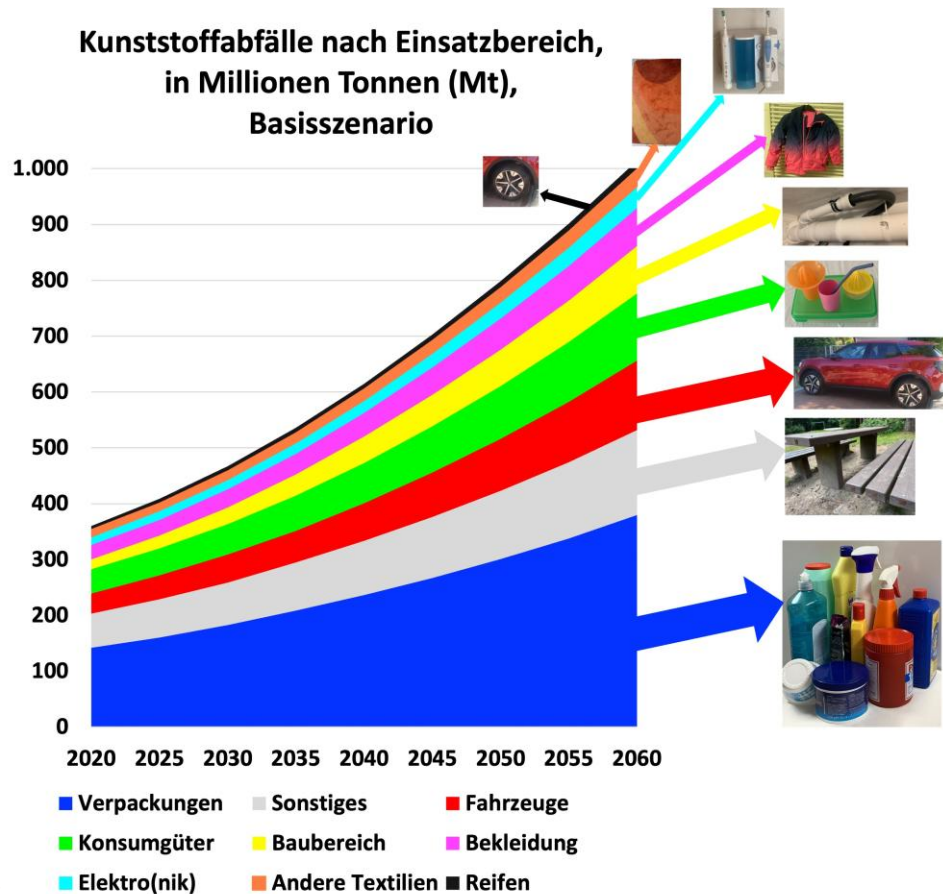


<https://www.saabirachaudhuri.com/book>

Die Kunststoff-Flut

- └ Das Problem: die Lawine rollt
- └ Bisher ungebremsst!
- └ Alles wird irgendwann Abfall!
- └ Beinahe Verdreifachung bis 2060
- └ Wie kann diese Lawine bewältigt werden?

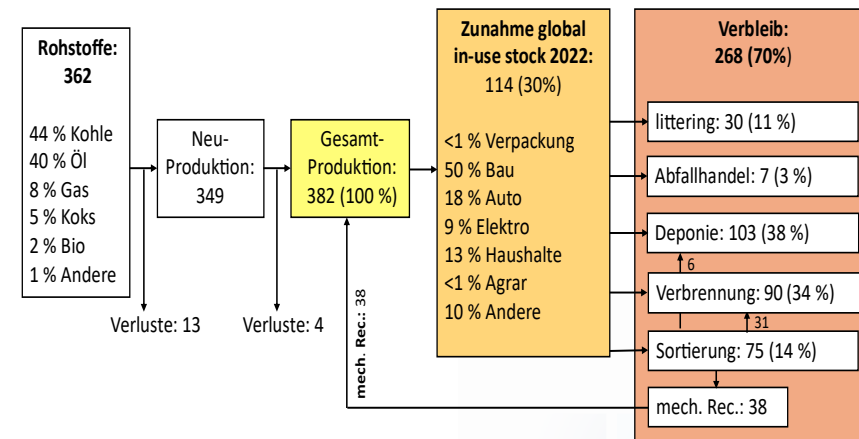
Eigene Grafik basierend auf den Daten des Global Plastics Outlook,
POLICY SCENARIOS TO 2060, Figure 4.1. StatLink: <https://stat.link/munclx>



Das dicke Ende kommt erst noch

- Nach aktuellen Schätzungen [u.a. OECD, Geyer et al.] betrug die kumulierte weltweite Gesamtproduktion von 1950 bis 2022 rund 9,5 bis 10 Mrd. t Kunststoffe.
- Davon, schätzt man, sind etwa 3–4 Mrd. t Plastik im Konsumsystem "gelagert".
 - *Zuwachs z.B. in 2022: 114 Mio. t*
- *Deutschland 50% ins Lager.*
- Diese Mengen werden auch irgendwann zu Abfall. Das Lager wird die Lawine verstärken
- Eine Lösung?
 - Recycling und Kreislaufwirtschaft, so das gängige Narrativ.
 - **Daher: Was kann Recycling heute?**

Globale Kunststoffkreisläufe 2022 – wachsende Bestandsmengen
(Angaben in Mio. t, gerundet)



Grafik, erstellt mit Daten aus Houssini K., Li J., Tan, Q. (2025).
<https://doi.org/10.1038/s43247-025-02169-5>

Abschätzung Treibhausgase – Recycling 1 kg, der Idealfall

- Das Recycling führt zu einer Klimaentlastung* (-0,9 bis -1,6 kg CO₂e/kg Polymer), sofern fossiles Neuplastik zu 100 % ersetzt wird (Zeile 4).
- Hinzu kämen, wenn anschließend sehr viele Kreisläufe stattfänden, die Einsparungen der Emissionen der Entsorgung in WtE-Anlagen (Zeile 5).
- In Summe wäre dies eine Klima-Entlastung in Höhe von **-2,8 bis -3,8 kg CO₂e/kg** (Zeile 6).

Positive Werte = Belastung
Negative Werte = Entlastung

Nr.	Quelle THG-Emissionen (in kg CO ₂ e/kg Polymer) ^a	PE-HD	PE-LD	PP	PET
1	Emissionen Herstellung Polymer	2,0 – 2,4	2,2 – 2,7	1,9 – 2,0	2,7
2	Emissionen Aufbereitung für Recycling (Strom, Diesel etc.)	0,6 – 0,9	0,9	0,5	0,9 – 1,2
3	Emissionen Logistik etc. ^b	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Gutschrift bei 1:1-Substitution von fossilem virgin plastics ^c	-0,9 – -1,6	-1,1 – -1,6	-1,2 – -1,3	-1,3 – -1,6
5	Eingesparte Emissionen aus WtE-Anlagen ^d	-1,9 – -2,2	-1,9 – -2,2	-1,8 – -2,1	-1,6 – -1,9
6	Ergebnis bei bestmöglichem Wirkungsgrad	-2,8 – -3,8	-3,0 – -3,8	-3,0 – -3,4	-2,9 – -3,5

a) Die meisten Werte aus anerkannten Datenbanken entnommen (Probas/ecoinvent etc.)

b) Transport von der Einsammlung bis zum finalen Recycling, Sammlung LVP 3 t/100km, 500 km Transport zwischen den Anlagen, Auf- und Abladen, Verpacken

c) Wie in einigen Ökobilanzen gerechnet.

d) Verbleibende Emissionen nach Abzug der Gutschriften für Strom- und Wärmekopplung. Konservative Berechnung: deutscher Strom- und Wärmemix.

Abschätzung Treibhausgase – Recycling 1 kg, ein Realfall

(Substitution von Neukunststoffen: 80% PET, 35–40% PE oder PP)

- Die Bilanz verschlechtert sich, wenn die Wirkungsgrade des Recyclings abnehmen wg. WtE.
- So liegen die Gesamtergebnisse für PE und PP bei einer Klimabelastung **von 0,7 – 1,0** (Zeile 11).
- Nur bei PET wird, wegen der höheren Wirkungsgrade, durch Recycling eine Klimaentlastung erreicht.
- Bezieht man noch, im Vergleich mit dem Idealfall, die nicht substituierten fossilen Neukunststoffe mit ein, wäre das Recycling noch schlechter. Wäre aber u.E. nicht sachgerecht.

Nr.	Quelle THG-Emissionen (in kg CO ₂ e/kg Polymer)	PE-HD	PE-LD	PP	PET
7	Gutschrift für 35-40% Substitution + eingesparte Emissionen aus WtE	-1,0 – -1,5	-1,0 – -1,5	-1,1 – -1,5	-2,3 – -2,8
8	Emissionen durch Nutzung WtE für 20% PET und 60–65% PE oder PP	0,6 – 1,0	0,7 – 1,0	0,8	0,3
9	Zwischenergebnisse Substitution und WtE (Σ Nr. 7 + 8)	-0,1 – -0,2	-0,1 – -0,2	0 – -0,3	-1,7 – -2,2
10	Emissionen Logistik, Aufbereitung, Recycling	0,7 – 1,1	1,1	0,7	1,1 – 1,4
11	Gesamtergebnis realistischer Wirkungsgrad (Σ Nr. 9 + 10)	0,6 – 0,9	1,0 – 0,9	0,7 – 0,4	-0,6 – - 0,8

Abschätzung Treibhausgase wenn nicht Kunststoffe substituiert werden

- 1 Niedrige Gutschriften für die Substitution von Beton oder Holz (Zeile 1). Da die Aufbereitung zu Rezyklaten höhere Emissionen verursacht (Zeile 2), resultiert aus dem Ersatz von Beton oder Holz eine **Klimabelastung** (Zeile 3).
- 1 Da in der Regel ein zweiter Kreislauf aus Qualitätsgründen unrealistisch ist, käme dann noch die Lastschrift für die WtE-Emissionen von 1,1–1,5 kg CO₂e/kg Polymer hinzu (→ Beton: 1,6–2,7 kg CO₂e/kg; Holz: 2,3–2,9 kg CO₂e/kg).
- 1 Klobiges Design verschlechtert diese Ergebnisse.
- 1 Unterschiedliches spezifisches Gewicht / Substitution: Ergebnisse Holz verschlechtert, Beton verbessert.
- 1 **Daher scheint Substitution von Holz oder Beton aus Sicht des Klimaschutzes nicht sinnvoll.**
- 1 Stahl ist differenzierter zu betrachten.

Nr.	Substituiertes Material in kg CO ₂ e/kg	Beton	Fichte n-holz	Stahl + Sekundärstahl (50/50)
1	Gutschrift für eingesparte Emissionen aus der Herstellung des jeweiligen Baustoffes ^{a)}	-0,2	-0,03	-1,1 ^{b)}
2	Lastschrift Aufbereitung über alle Kunststoffe + Logistik	0,7 – 1,4	0,7 – 1,4	0,7 – 1,4
3	Ergebnis	0,5 –	0,7 –	0,4 – 0,3

a) Probas: Einblick. <https://www.probas.umweltbundesamt.de/einblick/#/>

b) = 1,7/2 (Stahl) + 0,4/2 (Sekundärstahl)

Werte gerundet

Gründe für die niedrigen Wirkungsgrade I

- Kunststoffe sind im Unterschied zu anderen Abfallbestandteilen (Metall, Papier) besonders schwierig zu recyceln.
- Ursprungsidee: man schmilzt sie ein zweites Mal auf und erhält ein neues Produkt.
- Schon die chemisch sehr ähnlichen Hauptbestandteile der Kunststoffe im Siedlungsabfall (PE und PP) sind nicht mischbar (ergeben zwei Phasen, wie Wasser und Öl).
- Noch schwieriger, wenn polare Kunststoffe wie Polykondensate wie PET oder PA vorkommen.
- Daher werden Verpackungen polymerspezifisch sortiert (über NIR-Sensoren).
- Aber: der Ausschuss (Mischfraktionen) ist hoch und die Reinformen sind immer noch mit Verunreinigungen von über 10 % (eher 20 %) nicht hochwertig zu recyceln (→ Downcycling ([Bild](#))).
- Weitere Probleme: Verbundstoffe, Mehrschichtfolien, schwarze Folien, Polymermischungen.
- Nur für getrennt gesammelte Getränkeflaschen gelingt eine begrenzte Zumischung zu Neuware (closed loop).



Gründe für die niedrigen Wirkungsgrade II

- ❏ Polymerketten sind chemisch nicht so stabil, wie man es von den Alltagsprodukten her erwarten würde.
- ❏ Schon das erste Aufschmelzen würde die Polymerkette je nach Polymer stark schädigen.
- ❏ Daher wird mit chemischen Additiven gearbeitet, die dem Polymer zugemischt werden (Stabilisatoren).
- ❏ Auch für die Gebrauchsphase, je nach Einsatzbereich, werden Additive zugesetzt, die die Eigenschaften des Kunststoffes und seine Stabilität definieren (Weichmacher, Brandschutz, Pigmente, Fasern, UV-Schutz, Biozide u.v.m.)
- ❏ Der Ersatz von Neuplastik (closed loop) kann in der Regel nicht gelingen, weil die Additivrezepturen nicht passen.
- ❏ Zudem ist unbekannt, mit welcher Zusammensetzung die Abfallströme ankommen, selbst wenn polymerspezifisch sortiert wurde.



Gründe für die niedrigen Wirkungsgrade III

- In der Vergangenheit zugesetzte Additive (z. B. Pigmente, Stabilisatoren, Katalysatoren, Füllstoffe, Recyclinghilfsmittel, Verarbeitungshilfsmittel) werden nach heutigen Erkenntnissen als gefährlich angesehen und sind ggf. sogar verboten.
- chemische Verunreinigungen aus früherer Nutzung (z. B. Rückstände, Gerüche, Aromen),
- neue Substanzen, die beim Recycling und Abbau von Polymeren entstehen, einschließlich flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) sowie Reaktions- und Zersetzungsprodukte von Additiven (z. B. Oxidations- oder andere Abbauprodukte).
- Untersuchungen aus Österreich zeigen, dass im Recyclingprozess DNA-reaktive mutagene Substanzen gebildet werden (Mayrhofer et al., 2023 <https://doi.org/10.3390/recycling8060087>).
- Recycling-Additive (Lahl & Zeschmar-Lahl, 2026 <https://doi.org/10.5281/zenodo.20157820>)



Pessimistisches Zwischenfazit

- Das Narrativ der Recycling-Versprechungen der Konsum-Branche, ist allenfalls im Idealfall nur über getrennte polymerspezifische Sammlungen wie bei PET-Flaschen darstellbar und hier auch nur in Form einer begrenzten Zumischung zu Neuplastik.
- Im vorherrschenden Realfall gelingt nur eine **anteilige** Substitution für einen Kreislauf,
- Wir haben nur generische Abschätzungen für THG gemacht,
- Rezyklate als Baustoff scheinen hiernach in der Regel nicht sinnvoll (Substitution von Beton oder Holz).
- Rezyklate in kontaktsensitiven Bereichen sind nicht erlaubt (Lebensmittelverpackungen) bzw. toxikologisch nicht empfehlenswert.
- So wird die Kunststoffflut nicht zu meistern sein.



Wie passt der Pessimismus zum offiziellen Bild?

Stimmt es, dass ...

... die meisten Kunststoffverpackungen gar nicht recycelt werden?



Richtig ist: Es gibt trotz großer Erfolge noch weitere Potenziale zur Steigerung der gesetzlichen Zielquote für Kunststoffverpackungen.

**Steigerung der
erreichten
Quoten ... auf
70 %**

Erfolge und Potenziale

– Erfolgreiche Steigerung der erreichten Quoten von ~ 42 % auf 70 % innerhalb weniger Jahre

- Das UBA ließ Potenziale für die Fortentwicklung der Verwertungsquoten untersuchen (UBA-Texte 44/2025).
 - Faktoren für eine weitere Steigerung der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffverpackungen sind insbesondere:
 - ✓ Recyclinggerechte Gestaltung durch Verpackungshersteller,
 - ✓ Korrekte Mülltrennung durch Verbraucher*innen, und
 - ✓ Ausbau und Optimierung der Entsorgungsinfrastruktur (Sortierung und Recycling).
- Die Studie schlägt auch bürokratische Vereinfachungen für die Wirtschaft vor.



Quotenkonzeption im VerpackDG-RefE

Recycling-Zuführungsquote
75 % (ab 2028) | 80 % (ab 2030)

**Zuführungsquote
werkstoffliches Recycling**
70 % (ab 2028) | 75 % (ab 2030)

**Potenzial für Anrechnung
sonst. Recyclingverfahren**
5 % (ab 2028)

- Der Referentenentwurf des BMUKN für ein Verpackungsrecht-Durchführungsgesetz (Nov. 2025) knüpft an der Studie und den UBA-Arbeiten an. Er sieht vor:
 - Absicherung des erreichten Niveaus und der deutschen Entsorgungswirtschaft
 - Technologieoffenheit zugunsten neuartiger Recyclingverfahren
 - Bürokratische Entlastung durch Wegfall bislang erforderlicher Gutachten

https://www.verpackungsregister.org/fileadmin/files/Presse/20260127_PK_2026_Verpackungsrecycling_im_Faktencheck.pdf

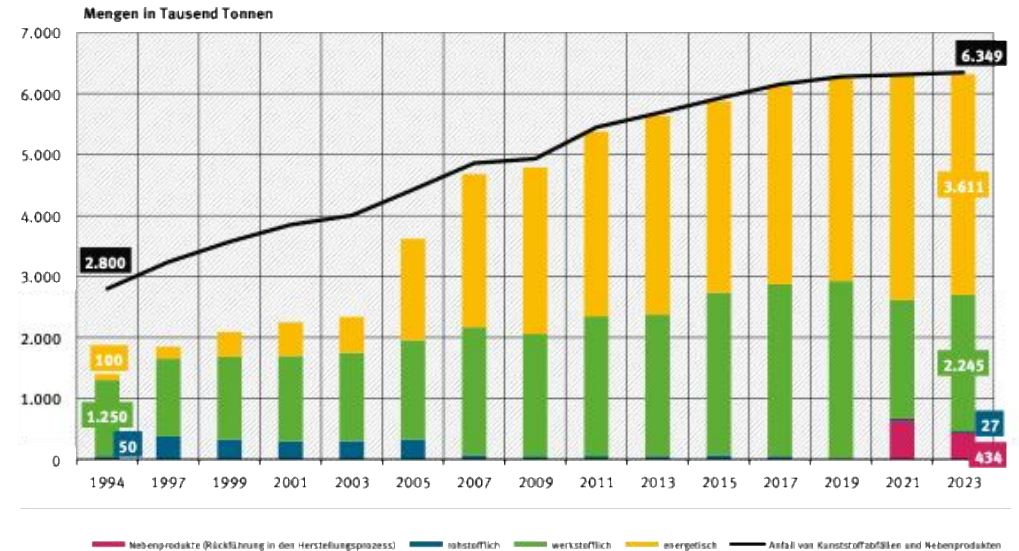
Genauer hingeschaut

Es wird der Eindruck vermittelt, dass 70 % der Kunststoffabfälle recycelt werden. Das stimmt so nicht. Drei Gründe:

1. Zuführungsquote + geschätzte "Standardverlustrate" von 26,3%
2. Es gibt keine gemessenen Zahlen bzw. Output-Bilanzen, wieviel Rezyklate tatsächlich erzeugt werden.
3. Und es gibt keine gemessenen Zahlen, wieviel davon wo/wie tatsächlich stofflich verwertet werden?

Was wäre, wenn die tatsächlichen Wirkungsgrade sogar unterhalb von 35–40% liegen würden?

Entwicklung der Verwertung der Kunststoffabfälle (inkl. Nebenprodukte)



Ab 2021 werden Nebenprodukte (kein Abfallstatus, Wiedervermarkt ist kein Recycling) getrennt von den Kunststoffabfällen ausgewiesen und es änderte sich der Bezugspunkt zur Ermittlung der Recyclingmengen; siehe Erläuterungen im Text.

(Quelle: Umweltbundesamt 2023, eigene Zusammenstellung mit Daten der CONVERSO Markt & Strategy GmbH - Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2023)

https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/384/bilder/dateien/2_abb_verwertung-kunststoffabfaelle-2023_2025-04-30.pdf

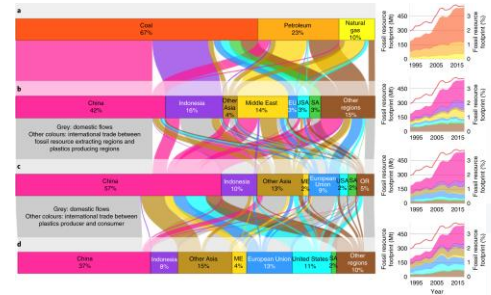
Fazit I

- Die Recyclingversprechen und das Narrativ Kreislaufwirtschaft (für Kunststoffe) wiegen uns alle in Sicherheit. Sie wirken wie ein Sedativ in der politischen Debatte. "Wir sind auf dem Weg"
- Was wir benötigen, ist ein ehrlicher "Kassensturz", was die letzten gut 30 Jahre Kreislaufwirtschaft **tatsächlich** gebracht haben. Es müssen echte, gemessene Output-Zahlen über Wirkungsgrade und Einsatzbereiche auf den Tisch.
- Denn das heutige stoffliche bzw. mechanische Recycling ist bei niedrigen Wirkungsgraden ökologisch fragwürdig und kann Risiken für Mensch und Umwelt aufweisen. Es wird darauf ankommen, diese Probleme zu lösen, wenn der Lösungsbeitrag angesichts der Kunststofflawine höher und nachhaltig ausfallen soll.
- Scheinlösungen (Downcycling) helfen nicht gegen die Lawine, sie vergrößern nur das Lager, weil die Produkte nach dem ersten loop doch in der Entsorgung landen (WtE).
- Die Substitutionsquoten der EU Single Use Plastics Directive (SUPD) und der PPWR sind zwar niedrig (2030: 10–35 %), aber ein Anfang, um hochwertiges Recycling zu steigern. Umsetzung wird kritisch gesehen, Zeit bis 2030 wird knapp, Revisionsklausel wahrscheinlich.



Fazit II

- WtE liefert heute einen stabilen Beitrag zur Entsorgung der Kunststoffe, wird aber ohne Kapazitätsausbau ebenfalls die Flut nicht meistern können.
- Daher wäre es richtig, über eine Obergrenze für die Kunststoffproduktion insbesondere für „single use“ nachzudenken.
- Und fossile Neu-Kunststoffe werden weiter stark subventioniert, was das Recycling unwirtschaftlich macht.
- Die Integration der fossilen Kunststoffe in den Emissionshandel sollte daher entgegen dem EU-Kommissionsvorschlag nicht am Ende am Schornstein der WtE-Anlagen, sondern am Anfang der Kette bei der Kunststoffindustrie erfolgen.
- Hierdurch könnten auch die Importe von "Kohle-Plastik" insbesondere aus China (<https://doi.org/10.1038/s41893-021-00807-2>) besser erfasst werden, deren Fußabdruck zwei- bis dreimal höher ist als die in der EU erzeugten Kunststoffe. Dies würde zudem der deutschen Chemie- und Kunststoffindustrie helfen.
- **Ausblick:** WtE + CCU ist (chemisches) Recycling! Kann das die Flut meistern? Erfahrungen/Investitionen fehlen. Perspektiven für eine defossilisierte chemische Industrie.



Kontakt

Prof. Dr. Uwe Lahl
Ministerialdirektor i.R.

BZL Kommunikation und
Projektsteuerung GmbH
Lindenstr. 33
D-28876 Oyten

+49 4207 699 837

+49 177 100 6513

ul@bzl-gmbh.de

www.bzl-gmbh.de

Abfangen der Lawine *vor* der MVA?

- Die Grundidee ist, durch Abtrennung von fossilem Plastik vor der Verbrennung die **ETS-Zahlungen zu reduzieren** und gleichzeitig noch einen Wertstoff zu erhalten, den man mechanisch recyceln kann.
- Beispiel bisher durchgeführte Untersuchungen dazu: So hat die GML – Gemeinschafts-Müllheizkraftwerk Ludwigshafen GmbH mit dem finnischen Mineralölkonzern Neste in den Jahren 2022 und 2023 im Rahmen des gemeinsamen Machbarkeits-Projektes "low carb" geprüft, welche Möglichkeiten es für die Abtrennung von Plastik gibt. Die Versuche zeigten, dass eine vollständige Abtrennung der Kunststoffe aus dem Hausmüll nicht gelingt (42-81 %, je nach Kunststoff) und nur rund die Hälfte der aussortierten Kunststoffe (PE, PP, PET) mechanisch zu recyceln waren.
- Bezieht man jetzt noch ein, was für fragwürdige, wenig belastbare Ergebnisse das mechanische Recycling getrennt gesammelter Kunststoffabfälle aufweist, wird deutlich, wie wenig sinnvoll so eine Maßnahme ist. Denn es ist nicht davon auszugehen, dass die aussortierten Plastikabfälle eine höhere Qualität aufweisen als die Abfälle aus dem gelben Sack. Eher im Gegenteil ...



Gestufte Einführung der Abgabepflicht für WtE (>3 t/h), gestaffelt nach verifizierten Emissionen:

- 2031: 25 %
- 2032: 50 %
- 2033: 75 %
- Ab 2035: volle Abgabepflicht wie reguläre ETS-Anlagen
- Bis 31.12.2035 Opt-Out unter engen Bedingungen

Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2003/87/EC and Decision (EU) 2015/1814 as regards driving competitiveness and cost-effective decarbonisation. Brussels, 17.7.2026, COM(2026) 616 final 2026/0212 (COD)

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:757bd24a-8413-11f1-bf5e-01aa75ed71a1:0001.02/DOC_1&format=PDF

Abschätzung Treibhausgase – kein Recycling

Kein Recycling:

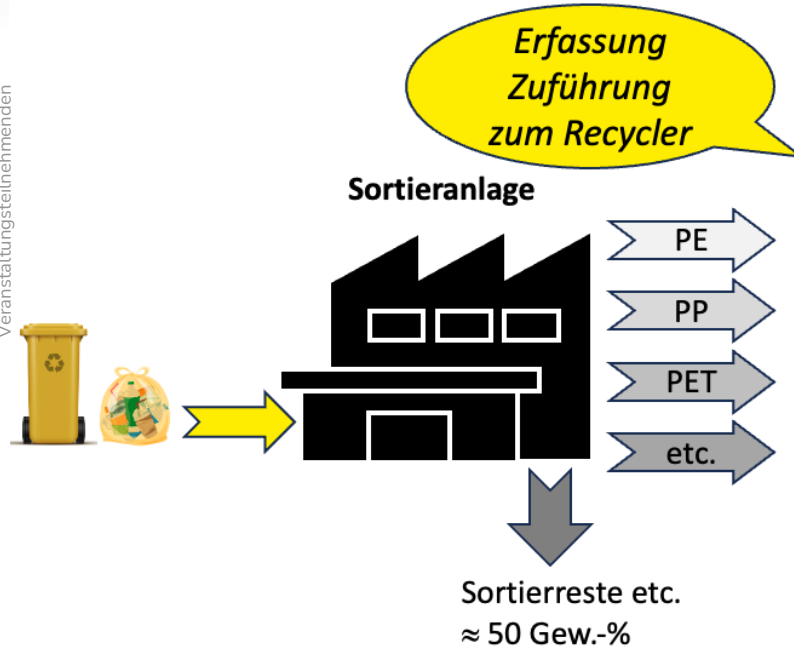
- 100% direkt in WtE-Anlagen ohne Aufbereitung und Logistik (Zeile 2 und 3),
- Gutschrift für Strom und Wärme (Zeile 4),
- Ergebnis: Bei D-mix Klimabelastung für PE/PP 0,6 – 1,5 (Zeile 5), schlechter als Recycling 35/40%, aber bei Substitution Importkohle-Kraftwerk und Erdgas-Heizkessel PE/PP: Ergebnis etwas besser als Recycling (+0,8 - **-0,75**)
- + Lastschrift Herstellung Neu-Kunststoffe (Zeile 6)? Wird in Studien gemacht, ist aber nicht gerechtfertigt. Es ist wichtig, die primären Aufgaben von WtE-Anlagen zu sehen

Alles in WtE ohne Aufbereitung (jeweils Min. bzw. Max.)

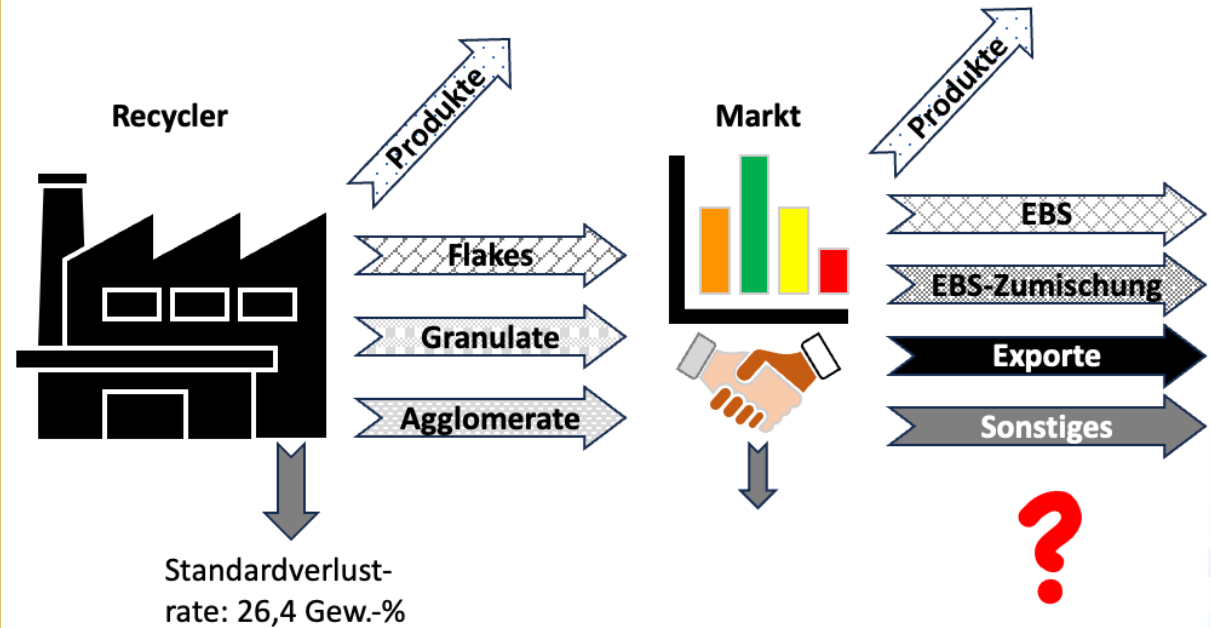
Nr.	Quelle THG-Emissionen (in kg CO ₂ e/kg Polymer)	PE-HD	PE-LD	PP	PET
1	Lastschrift Emissionen WtE	3,1	3,1	3,1	2,3
2	Gutschrift für eingesparte Emissionen aus Recycling	-0,6 – -0,9	-0,9	-0,5	-0,9 – -1,2
3	Gutschrift für eingesparte Emissionen aus Logistik	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
4	Gutschrift für Strom und Wärme über D-mix	-0,9 – - 1,2	-0,9 – - 1,3	-0,9 – - 1,3	-0,4 – - 0,7
5	Ergebnis: Alles in WtE	1,1 – 1,1	0,6 - 1	1,4 – 1,5	0,5
6	Lastschrift Emissionen Herstellung Neukunststoff	2,0 – 2,4	2,2 – 2,7	1,9 – 2,0	2,7

Konservativer Ansatz: Strom als Strommix D. gerechnet (0,344 kg CO₂e/kWh)) nicht marginaler Ansatz.(UBA 2005, 2021) (0,76 – 0,96) Würde die Gutschrift erhöhen (2,5 – 2,7) Wärme als deutscher Wärmemix (0,14 – 0,2) gerechnet. Nicht Erdgas-Heizkessel als Referenzanlage (0,20), würde Gutschrift auf den oberen Wert festlegen.

SORTIERUNG

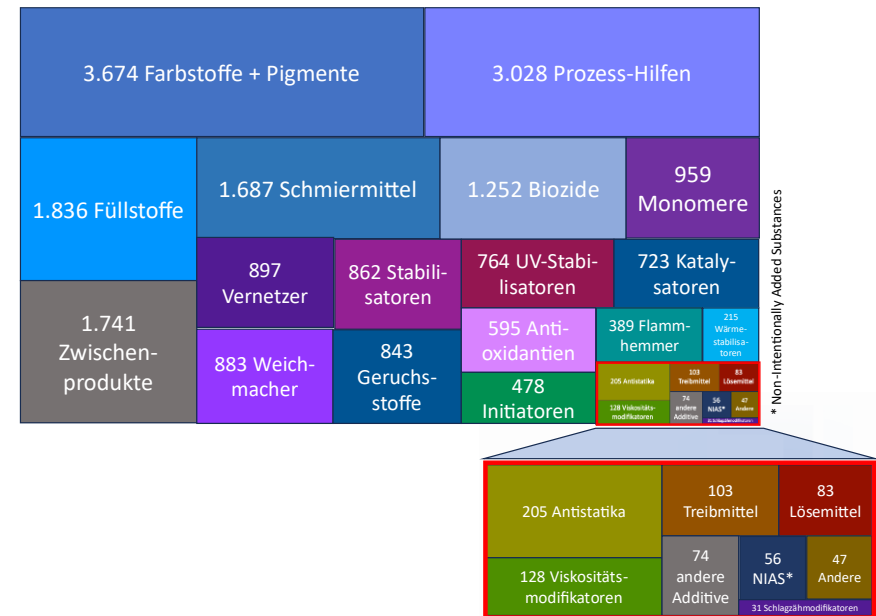


WERKSTOFFLICHE VERWERTUNG



Rezyklate können daher nicht überall eingesetzt werden

- 1 Auf was müsste man alles untersuchen: POPs/SVHC. Eine Auswahl aus dem "Sündenregister" der Vergangenheit: PBDE, Weichmacher wie DEHP und andere Phthalate, PFOA, PFOS, Summe PFAS, UV-328, Dechloran Plus (seit 2023 POP), Ersatzstoff: Decabromdiphenylethan, Chlorparaffine, Grenzwert 1 ppm für UV-328 (2029) und Dechloran Plus (2028)
- 2 Ergo: Das ist nicht leistbar.
- 3 Daher: Rezyklate nicht in kontaktsensitiven Einsatzbereichen einsetzen. Märkte sind daher zurückhaltend.
- 4 **Für Lebensmittelverpackungen (FCM) sind Recyclate aus PE oder PP bisher verboten.**



Grafik nach

<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10701706>

Weiteres Problem – Schadstoffe

- 1 "Jüngste wegweisende Berichte kommen zu dem Ergebnis, dass Kunststoffe über 13.000 Chemikalien enthalten können, darunter sowohl absichtlich zugesetzte Stoffe (z. B. Weichmacher, Füllstoffe, Flammschutzmittel) als auch unbeabsichtigt zugesetzte Stoffe (NIAS), von denen einige Bedenken hinsichtlich der menschlichen Gesundheit oder der Umwelt aufwerfen könnten. Bedenkliche Chemikalien können in recycelten Kunststoffen verbleiben und sich dort anreichern, was im Vergleich zu Neuplastik zu einer erhöhten Toxizität führen kann. Es kann jedoch schwierig sein, den chemischen Gehalt von recyceltem Material zu bestimmen, um die chemische Sicherheit zu gewährleisten." (OECD, 2026 <https://doi.org/10.1787/7c862db6-en> (übersetzt mit deepl.com))

