

Vorläufige Layoutfassung

Vergleich und Gegenüberstellung verschiedener Recyclingverfahren bezüglich ihrer Aufwendungen und ihrem Nutzen

Die PET-Recyclat-Initiative von Werner & Mertz

Ein Gutachten des Öko-Institutes e. V.

Jede zweite Kunststoff-Verpackung landet im Feuer

Im Schnitt verursacht jede/r von uns 220 Kilo Verpackungs-Müll pro Jahr – und rund ein Viertel davon ist Kunststoff. Das macht rund 50 Kilo Kunststoffmüll pro Kopf, Jahr für Jahr, nur hier in Deutschland. Plastikmüll, der erst ordentlich gesammelt und dann größtenteils thermisch verwertet wird, also verbrannt. Laut aktuellem Bericht des Bundesumweltamtes landeten 2017 rund 53 % der gesammelten Kunststoffabfälle im Feuer.

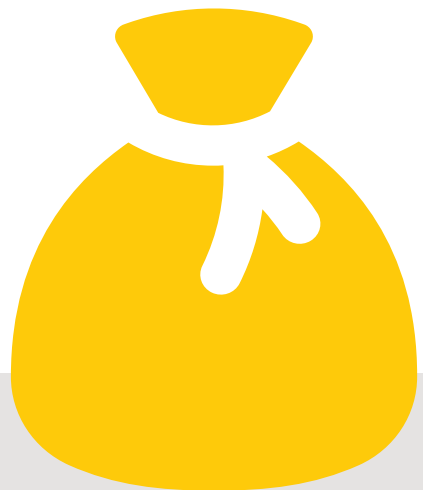
”

Wir verfolgen ein echtes Kreislaufprinzip mit dem Ziel, kein Rohöl für die Produktion von Plastikverpackungen zu verbrauchen und stattdessen Wertstoffe aus der Quelle „Gelber Sack“ so hochwertig aufzubereiten, dass diese als Basis für sogar lebensmitteltaugliche Verpackungen dienen.

*Reinhard Schneider,
Wegbereiter der
Recyclat-Initiative*

Warum ist das so? Weil ein Teil der gesammelten Kunststoff-Abfälle nicht ohne weiteres recycelbar ist beziehungsweise war. Die Recyclat-Initiative von Werner & Mertz und ihren Partnern aus Handel, Industrie und Abfallwirtschaft hat es sich zur Aufgabe gemacht, Wege zu finden, auch diese – bisher ausschließlich thermisch verwerteten Kunststoff-Abfälle – künftig hochwertig zu recyceln. **Mit dem Ergebnis, dass beispielsweise die Produktverpackungen der Marke Frosch bereits zu 20 % aus diesen Abfällen hergestellt werden.**

Die Idee: Neue Flaschen aus altem Kunststoff – jetzt auch mit den Materialien aus dem "Gelben Sack"



Aufkommen an Kunststoffabfällen

Im Jahr 2017 fielen in Deutschland knapp 6,15 Millionen Tonnen Kunststoffabfälle an. Etwa 84,5 % dieser Abfälle entstanden nach dem Gebrauch der Kunststoffe. Die restlichen 15,5 % fielen bei der Herstellung und vor allem bei der Verarbeitung von Kunststoffen an.

Das Öko-Institut e.V. hat nun in einem Gutachten geprüft, wie Aufwand und Nutzen der Recyclat-Initiative von Werner & Mertz im Vergleich zu anderen Recyclingkonzepten und alternativen Entsorgungsvarianten zu bewerten sind. Denn für die Öko-Bilanz zählt nicht nur die Wiederverwendung eines Rohstoffes, sondern auch die mit dem Prozess verbundene Klimabelastung sowie der Energieverbrauch.

Vom Öko-Institut geprüft

In dieser Broschüre werden die Inhalte und Ergebnisse der Studie allgemein-verständlich aufbereitet und mit Hintergrund-Informationen ergänzt.

Öko-Institut e.V.

Das Öko-Institut ist eine der europaweit führenden, unabhängigen Forschungs- und Beratungseinrichtungen für eine nachhaltige Zukunft. Seit der Gründung im Jahr 1977 erarbeitet das Institut Grundlagen und Strategien, wie die Vision einer nachhaltigen Entwicklung global, national und lokal umgesetzt werden kann. Auf Basis einer wertorientierten wissenschaftlichen Forschung berät das Öko-Institut Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft.

Günter Dehoust, Autor des Berichts, ist seit 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Öko-Institut. Seine Forschungsschwerpunkte sind Nachhaltige Stoffströme sowie Kreislaufwirtschaft.

Kunststoff-Abfall-Sammlung

Die aktuelle Situation

In Deutschland werden Kunststoffe auf verschiedenen Wegen gesammelt. Das Polyethylenterephthalat (kurz: PET) aus dem Produktionsverschnitt der Industrie und von zurückgegebenen Einweg-Pfandflaschen ist zum Beispiel ziemlich sortenrein – die Verwertung als Recyclat ist daher vergleichsweise einfach und wird bereits recht gut genutzt.

Leichtverpackungen (LVP) aus dem Gelben Sack dagegen ließen sich bisher nur begrenzt verwerten: Die 66.500 Tonnen PET-Flaschen pro Jahr beispiels-

weise wurden in der Vergangenheit keiner hochwertigen stofflichen Verwertung zugeführt, sondern meist energetisch genutzt – also als Brennstoff – oder downgecycelt – also in minderwertigere Produkte überführt. Aus einem ursprünglich hochwertigen Kunststoff entsteht dann beispielsweise nur noch ein schwarzer Blumentopf.

Und es gibt darüber hinaus einen großen Anteil an Kunststoffanteilen im Gelben Sack, die als gar nicht werkstofflich verwertbar gelten.

”

Das werkstoffliche Recycling von Kunststoffen ist somit aus Umweltsicht sehr empfehlenswert und den energetischen und rohstofflichen Verwertungserfahren eindeutig überlegen.

Studie Öko-Institut

PET-Abfall-Sammlung



Produktionsverschnitt der Industrie

Einweg-Pfandflaschen

Gelber Sack

Produktionsverschnitt ist kein echter Verpackungsmüll – es handelt sich vielmehr um Kunststoffreste, die bei der Herstellung anfallen, sogenanntes Post-Industrial-Recyclat (PIR). Diese Kunststoffe haben noch keine Gebrauchsphase durchlaufen, sondern sind quasi neuwertig. Ihre Verwertung trägt also wenig dazu bei, die bestehende Plastikabfall-Menge zu verringern.

Warum wurden die Kunststoff-Verpackungen aus dem Gelben Sack bisher kaum recycelt?

Je weniger sortenrein gesammelt wird, desto aufwändiger und schwieriger ist die Aufbereitung der Kunststoffe. Aufgrund der unterschiedlichen Schmelzpunkte kann PET nicht als gemeinsames Granulat mit anderen Kunststoffen verwertet werden. Erschwerend hinzu kommen Fremdstoffe, Klebereste und Färbungen.

Leichtverpackungen

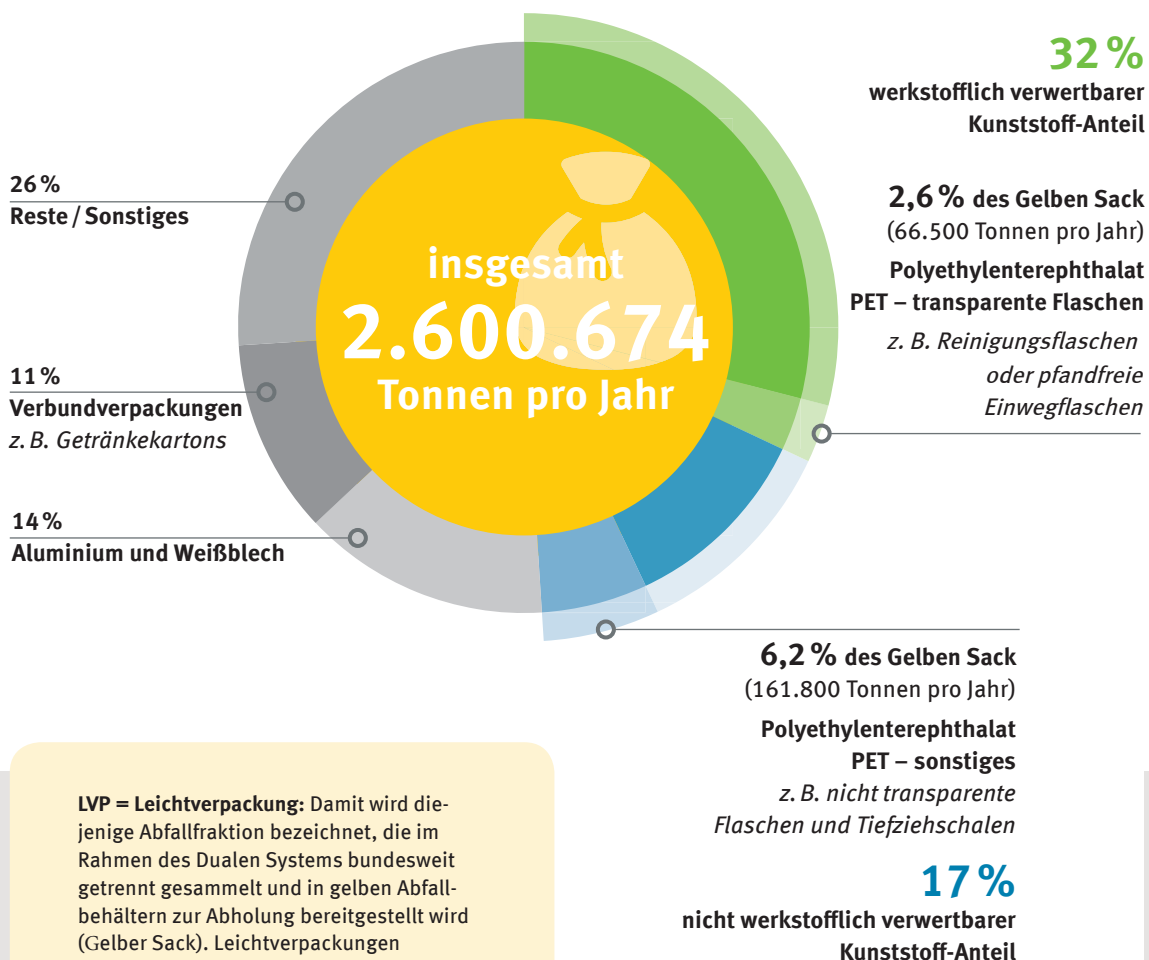
Zu wertvoll für den Ofen

Das aktuelle Sortiment an Kunststoffverpackungen birgt neben der Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten gleichzeitig auch eine Herausforderung für die anschließenden Verwertungsmöglichkeiten. Abfallanalysen für die anschließenden Verwertungsmöglichkeiten. Abfallanalysen aus 2017 kommen zu dem Ergebnis, dass in der LVP-Sammlung 32% werkstoffliche verwertbare Kunststofffraktionen enthalten sind. Bestehend aus: Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), sonstige Polyolefine, Polystrol (PS) und Polyethylenterephthalat (PET).

Die Menge an Kunststoffen wächst beständig, ebenso wie die Zahl an möglichen Verwertungsmethoden.

Studie Öko-Institut

Stoffe im „Gelben Sack“ anteilig | Analyse 2017 | Quelle: Christiani 2018



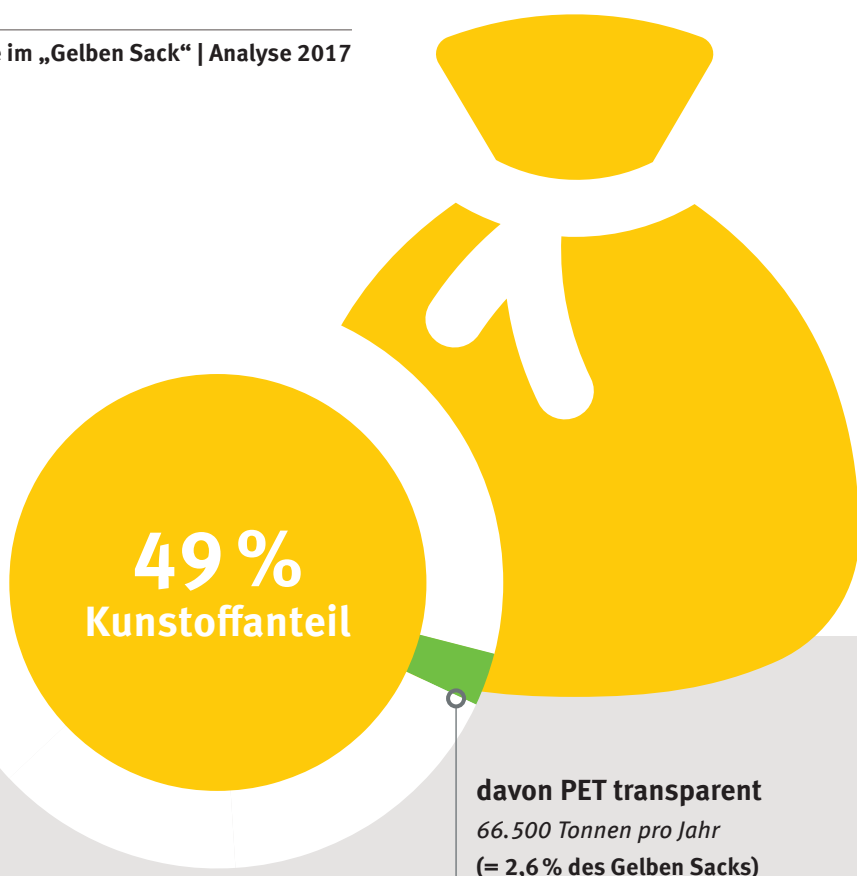
LVP = Leichtverpackung: Damit wird diejenige Abfallfraktion bezeichnet, die im Rahmen des Dualen Systems bundesweit getrennt gesammelt und in gelben Abfallbehältern zur Abholung bereitgestellt wird (Gelber Sack). Leichtverpackungen bestehen meist aus Kunststoffen und Verbundstoffen, Aluminium oder Weißblech, ggf im Verbund mit Papier.

Die Recyclat-Initiative: Einen Schritt weiter

66.500 Tonnen PET-Flaschen pro Jahr waren bisher eine weitgehende ungenutzte Fraktion. Mit der Recyclat-Initiative, die Werner & Mertz gemeinsam mit Partnern aus Handel, Industrie und Abfallwirtschaft angeschoben hat, hat sich das geändert: Dank eines zusätzlichen Sortierschrittes, lässt sich nun auch aus diesen Kunststoff-Abfällen hochwertiges PET-Granulat gewinnen.

Die W&M-Recyclat-Initiative nimmt sich also dieser „ungenutzten“ Fraktion an und nutzt sie zur Herstellung von Flaschen für Reinigungs- und Spülmittel der Marke Frosch. Die PET-Flaschen aus dem gelben Sack stellen dabei 20 % des Recycling-Granulates, die restliche 80 % werden aktuell noch aus „einfacher“ zu recycelnden PET-Pfand-Einwegflaschen hergestellt. Im nächsten Schritt soll der Anteil der PET-Flaschen aus dem gelben Sack auf 40 % steigen.

Kunststoffabfälle im „Gelben Sack“ | Analyse 2017



Eine weitere Maßnahme der Recyclat-Initiative: mehr und mehr Anteile aus den sonstigen PET-Fraktionen zu nutzen – insbesondere nicht-transparente Flaschen und Tiefziehschalen, die als schwer verwertbar gelten. PET-Schalen-Verpackungen bestehen selten aus einem Monomaterial, sondern sind häufig sogenannte Multilayer-Verpackungen, die aufgrund ihrer Kunststoff-Komplexität die Farbe und Transparenz der Sekundärrohstoffe beeinträchtigen und deshalb schwer bis gar nicht zu recyceln sind. Diese „sonstige“ PET-Fraktion nahm in den letzten Jahren stetig zu und lag 2017 bereits bei 6,2 %, also 161.800 Tonnen. Ohne deren stoffliche Verwertung lassen sich die Verwertungsquoten des neuen Verpackungsgesetzes nicht erreichen.

”

Gemeinsam mit Werner & Mertz ist es gelungen, den Kreislauf für einen Wertstoff zu schließen, der bisher nicht für ein Recycling zur Verfügung stand.

*Dr. Markus Helftewes,
Geschäftsführer „Der Grüne Punkt“*

Seit 2014 wird die Recyclat-Initiative regelmäßig für ihr Engagement und ihre Innovationskraft ausgezeichnet. Für die Entwicklung des Verfahrens zum Recycling von PE-Abfällen aus dem Gelben Sack erhielt das Unternehmen den Deutschen Verpackungspreis 2016 in der Kategorie „Nachhaltigkeit“. Die Jury würdigte damit „die Pionierleistung zugunsten echter Kreisläufe und Schonung endlicher Ressourcen“.

Zum 01.01.2019 trat ein neues Verpackungsgesetz in Kraft – es sieht höhere Recycling-Quoten vor: Bereits 2019 steigt die Vorgabe für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen von 36 auf 58,5 Prozent. Ab 2022 wird die Quote sogar 63 % betragen. Eine werkstoffliche Verwendung bedeutet eine Anwendung in neuen Produkten wie Verpackungen oder Gebrauchsgüter. Um diese Quoten überhaupt erfüllen und die Versorgung mit Recyclat aufrecht erhalten zu können, müssen künftig auch PET-Schalen recycelt werden.

Die drei Verwertungswege für Kunststoff-Verpackungen

Energetisch



Bei der thermischen Verwertung der Kunststoffe in Müllverbrennungsanlagen und der energetischen Verwertung als Ersatzbrennstoff (EBS) in speziellen EBS-Heizkraftwerken werden Strom und Wärme erzeugt. Die dafür erzielbaren CO₂-Gutschriften sind heute genauso hoch, wie die bei der Verbrennung erzeugten Emissionen – es wird also, auch in sehr effizienten Anlagen, keine CO₂-Gutschrift erzeugt. Künftig werden es sogar Lastschriften: Durch die Dekarbonisierung (= Umstellung in Richtung eines niedrigeren Umsatzes von Kohlenstoff) der Wärme- und Stromsektoren errechnen die Prognosen für 2030 und 2050 eine enorme Klimabelastung bei dieser Art der Verwertung. Die den Zielen der CO₂-freien Energiebereitstellung entgegensteht.

Rohstofflich



Beim solvolytischen Verfahren werden Kunststoffe in ihre Oligo- und Monomere gespalten. Bei thermischen Prozessen wie der Pyrolyse werden Kunststoffe bei Temperaturen zwischen 350° und 900° aufgespalten. Je nach eingesetztem Kunststoff entstehen dabei die petrochemischen Grundstoffe Öl und Gas in veränderlichen Anteilen. Bei sehr reinen Ausgangsfractionen kann das Pyrolyseöl für die Herstellung petrochemischer Produkte verwendet werden, es lässt sich also wieder Kunststoff daraus herstellen – doch der Aufwand ist sehr viel höher als beim werkstofflichen Recycling. Die gewonnenen Komponenten werden daher vorrangig als Brennstoff vergast. Ihr Heizwert ist abhängig von den Eigenschaften des eingesetzten Kunststoffes.

Werkstofflich



Ziel und Nutzen der werkstofflichen Verwertung ist die Einsparung von Primärmaterial – bei Kunststoff also das Ersetzen von Primärkunststoffen, die sonst aus Erdöl hergestellt werden müssten. Für die verschiedenen Schritte des Recyclings sind, ebenso wie bei der Primärproduktion, Strom, Wärme und Chemikalienzusätze notwendig. Die dafür erforderlichen Mengen hängen vom Anwendungsprofil der Produkte und bei den Sekundärrohstoffen von der Qualität der Ausgangsprodukte ab. Der Gesamtaufwand und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen sind im Gegensatz zur Primärproduktion jedoch deutlich geringer. **Das werkstoffliche Recycling von Kunststoffen ist somit aus Umweltsicht sehr empfehlenswert und den energetischen und rohstofflichen Verwertungserfahren eindeutig überlegen.**

Äpfel mit Birnen vergleichen?

Die verschiedenen Verwertungs-Methoden sind nicht ohne weiteres vergleichbar. Um dennoch eine Vergleichbarkeit zu erreichen, arbeiten wissenschaftliche Studien in der Regel mit dem Darstellungswert CO₂ beziehungsweise CO₂-Äquivalenten – als Maßeinheit für die klimaschädliche Wirkung einer Substanz oder einer Aktivität.

- | Wird durch eine Aktion CO₂ eingespart, ergibt das eine CO₂-Gutschrift (-x)
- | Wird durch eine Aktion CO₂ erzeugt, ergibt das eine CO₂-Lastschrift (+x)

Warum ist die Pyrolyse keine geeignete Lösung?

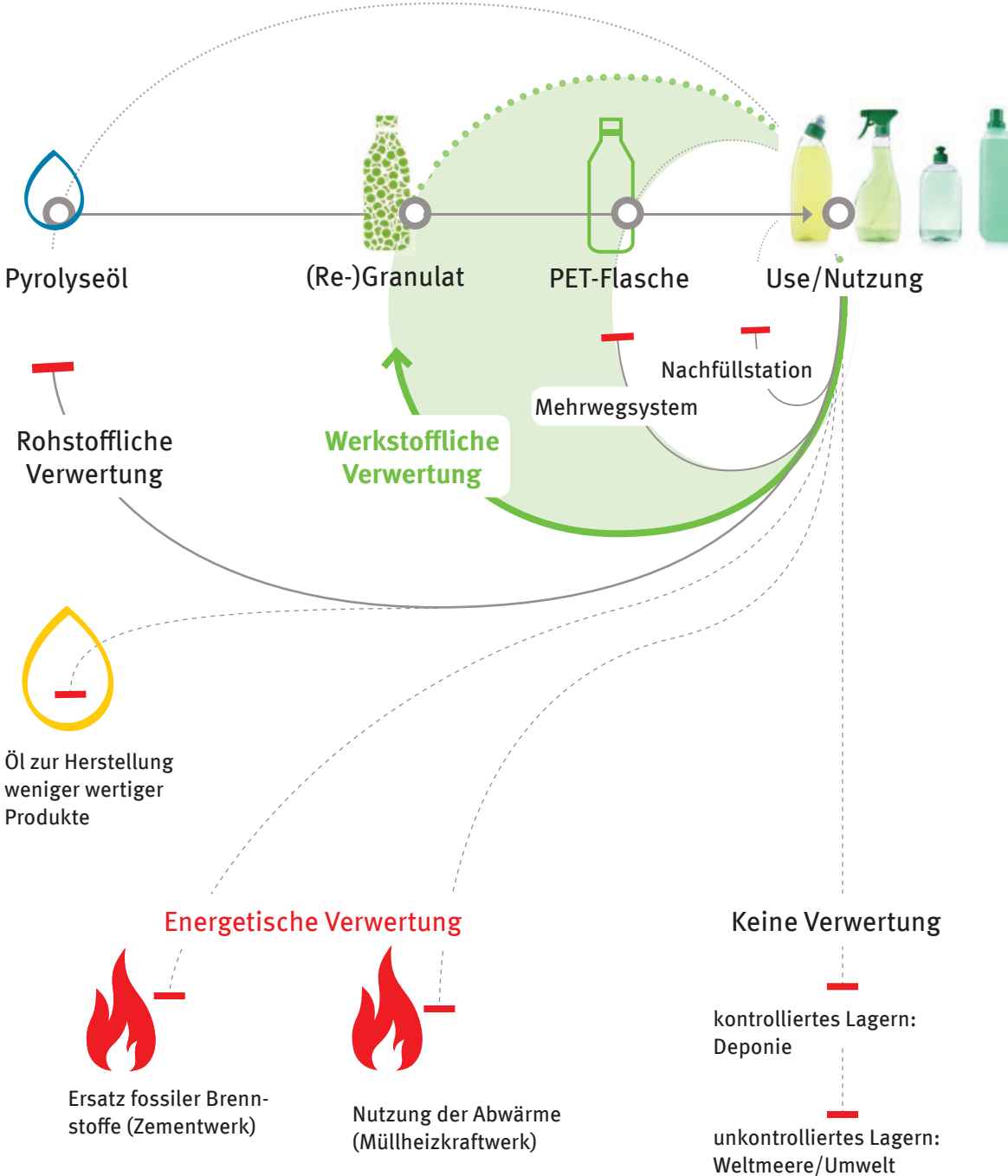
Weil Studien zeigen, dass aus Pyrolyseöl zwar wieder Kunststoff hergestellt werden kann, aber der Energieaufwand dafür sehr viel höher ist als bei der werkstofflichen Verwertung. Zudem ist die Mengenausbeute an Pyrolyseöl gering.

Warum gibt es kein Mehrwegsystem für Reinigungsmittelflaschen?

Weil in Deutschland eine Sammlung von Reinigungsmittelflaschen getrennt von Lebensmittelflaschen durchgeführt werden müsste – es wäre also der gleiche Aufwand nötig, mit dem die Rückgabe von Lebensmittelflaschen aufgebaut wurde.

Warum gibt es keine Nachfüllstationen für Reinigungsmittelflaschen?

Weil Tests gezeigt haben, dass die hygienischen Probleme an den Abfüllstationen nur mit sehr hohem Personalaufwand in den Griff zu bekommen sind. Zudem müssen die Rezepturen - gelagert in großen Behältern - mit überdurchschnittlich viel Konservierungsmittel versehen werden.



Die werkstofflichen Verwertungswege

Ablauf, Aufwand, Ergebnis

Entscheidend für die Qualität des Outputs beim Recycling und für mögliche Anwendungen des Recyclingmaterials ist die Reinheit der sortierten Kunststofffraktionen im Input.

Studie Öko-Institut



PET-Recycling aus der Einweg-Pfandsammlung



Basis sind hier die über Pfandsysteme gesammelten PET-Einweg-Flaschen – es handelt sich also um sortenreines Ausgangsmaterial.

Die Flaschen werden farblich sortiert und zu Ballen gepresst. In der Recyclinganlage werden die PET-Ballen aufgebrochen, etwaige Etikettenreste abgetrennt und das Material dann in ca 12 mm kleine Flakes zermahlen. Diese PET-Flakes werden mit Natronlauge behandelt und auf zirka 200°C erhitzt. Die vorgereinigten Flakes werden gewaschen, getrocknet und



können nun erneut im Lebensmittelbereich Anwendung finden.

Kunststoff ist sehr leicht, er kann gute Funktionen erfüllen. Was sich ändern muss, ist unser Umgang damit.

Katharina Istel, Naturschutzbund Deutschland e. V.



Aluminium

Das Recycling von Post-Consumer-Aluminiumschrott erfolgt ausschließlich schmelzmetallurgisch. Bei der Aluminiumschmelze lösen sich viele Metalle im aufgeschmolzenen Aluminium, können intermetallische Verbindungen bilden und somit das Aluminium in seiner Zusammensetzung verunreinigen.



Weißes Glas

Für die Glasproduktion lassen sich zu einem hohen Anteil auch recycelte Glasscherben wiederverwenden. Die gesammelten Scherben werden zunächst von anderen Materialien getrennt, dann in farblos und farbig sortiert und anschließend eingeschmolzen – aus der Schmelze entsteht wieder Glas.



HD-PE-Recycling

Vorsortiertes Polyethylen erreicht die Recyclinganlage. Das Material wird gewaschen, Störstoffe wie fremde Polymere werden aussortiert und die Fraktionen PET und PP werden abgetrennt. Das homogene HD-PE wird als eine weitere Reinigungsstufe geschreddert und eingeschmolzen. Die abgekühlten Pellets können erneut für viele Anwendungen dienen.



PET-Recycling aus dem dualen System

Die Anforderungen an PET-Granulate sind sehr hoch. Aufgrund der unterschiedlichen Schmelzpunkte kann PET nicht als gemeinsames Granulat mit anderen Kunststoffen verwertet werden. Die PET-Fraktion aus der LVP-Sammlung wird wegen Fremdstoffen, Kleberresten und Färbungen zum größten Teil nicht recycelt, sondern als Sortierrest thermisch verwertet. Dieses Problem betrifft insbesondere den PET-Anteil aus nicht transparenten Flaschen und sonstiges PET – beispielsweise Schalen und Folien –, doch auch die PET-Flaschen aus dem Gelben Sack landen bisher häufig noch in der energetischen Verwertung.

PET-Recycling amorph



Das Recycling beschränkt sich bisher auf die Fraktion der transparenten Flaschen.

Die PET-Ballen werden aufgebrochen und Fremdstoffe aussortiert. Nach einer Vorwäsche wird das PET zu Flakes zermahlen. Danach erfolgt eine Reinigung mit Laugen und gegebenenfalls Tensiden und Antischaummitteln.



Das gewonnene PET-Granulat kann in die Herstellung von Textilfasern, Tiefziehschalen oder Folien gehen.

PET-Recycling Werner & Mertz



Das Verfahren zielt insbesondere darauf ab, verwertbare, transparente PET-Flaschen aus der LVP-Sortierung – die bisher entweder energetisch verwertet oder downcyclt wurden – einem hochwertigen Recycling zuzuführen.

In einem zusätzlichen Sortierschritt werden PET-Flaschen aus der Menge der Leichtverpackungen heraussortiert, und anschließend wie bei den Einweg-Pfandflaschen aufbereitet. Aufwand und Aufbereitungsverlust sind durch den zusätzlichen Schritt geringfügig höher.



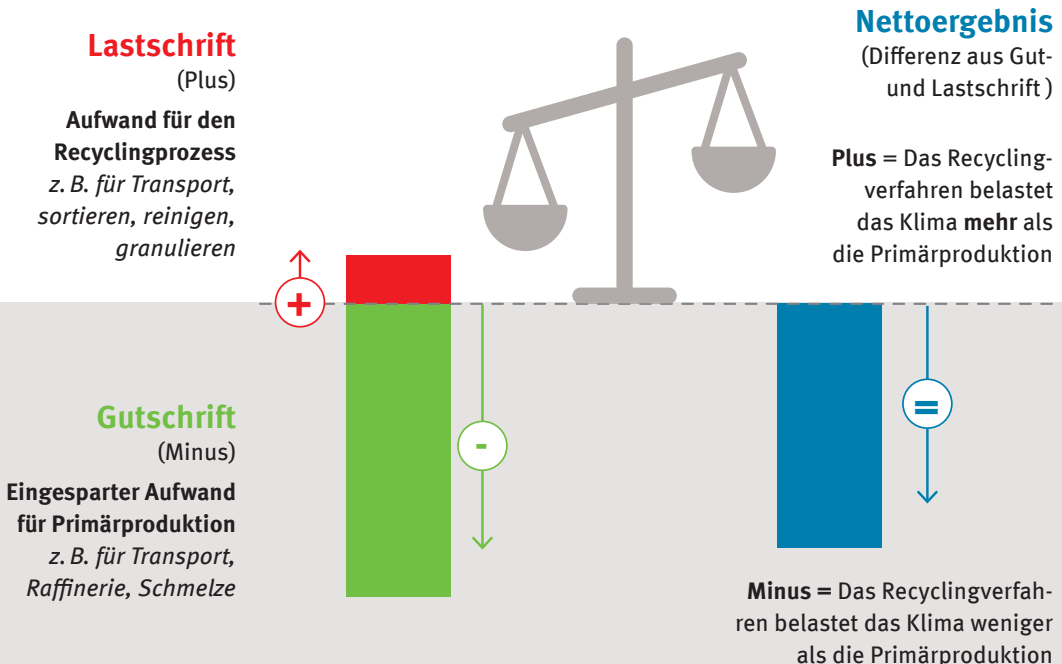
Aus dem Recyclat erzeugte PET-Flaschen erfüllen die Kriterien des Foodgrades.

Der zusätzliche Sortierschritt vor dem eigentlichen Recycling, sortiert neben den Schalen (die als Fehlsortierung noch in der Flaschenfraktion vorkommen können) auch gezielt Orangensaftflaschen aus. Diese sind zwar meist farblos, haben allerdings eine zusätzliche Schutzschicht, die das PET-Recycling stören würde.

Wie sind die verschiedenen Wege zu bewerten?

Die Grafiken zeigen zum einen die Einsparungen (Gutschriften), die durch die Bereitstellung eines Recyclingmaterials erreicht werden – sie werden mit einem Minus dargestellt, da sie zu einer CO₂-Entlastung führen und entsprechen dem Aufwand für die Primärproduktion, die durch das Recyclingprodukt ersetzt wird. Dem wird der Aufwand (Lastschrift) der jeweiligen Recyclingprozesse gegenübergestellt, das heißt: alle Emissionen, die beim Recycling der Materialien zu Recyclat direkt oder durch den Einsatz von Energie und Hilfschemikalien entstehen. In Summe ergeben diese beiden Werte das Nettoergebnis. Im Falle der hier gezeigten Materialien und Recyclingverfahren ist der Wert immer negativ. Das bedeutet, in allen Fällen führt das Recycling und die damit verbundene Bereitstellung von Sekundärmaterial zu einer CO₂-Entlastung, sprich einer Nettogutschrift.

Gutschriften und Lastschriften von Recyclingverfahren



Abwägung von Aufwand und Nutzen

Wie bereits auf Seite 8 erläutert: Viele verschiedene Aspekte beeinflussen Aufwand und Nutzen der einzelnen Verwertungswege – das macht es schwierig, diese eindeutig miteinander zu vergleichen. Neben dem Aufwand für die Erstproduktion und dem Aufwand für die Wiederverwertung ist beispielsweise auch relevant, aus welcher Quelle das Material stammt, was alternativ damit geschehen würde oder ob das Recycling-Produkt ebenso hochwertig ist wie das ursprüngliche Produkt (Cradle-to-Cradle). Wichtig ist bei der Bewertung der Recycling-Methode demnach nicht nur der Aufwand, sondern insbesondere das Verhältnis von Aufwand und Nutzen.

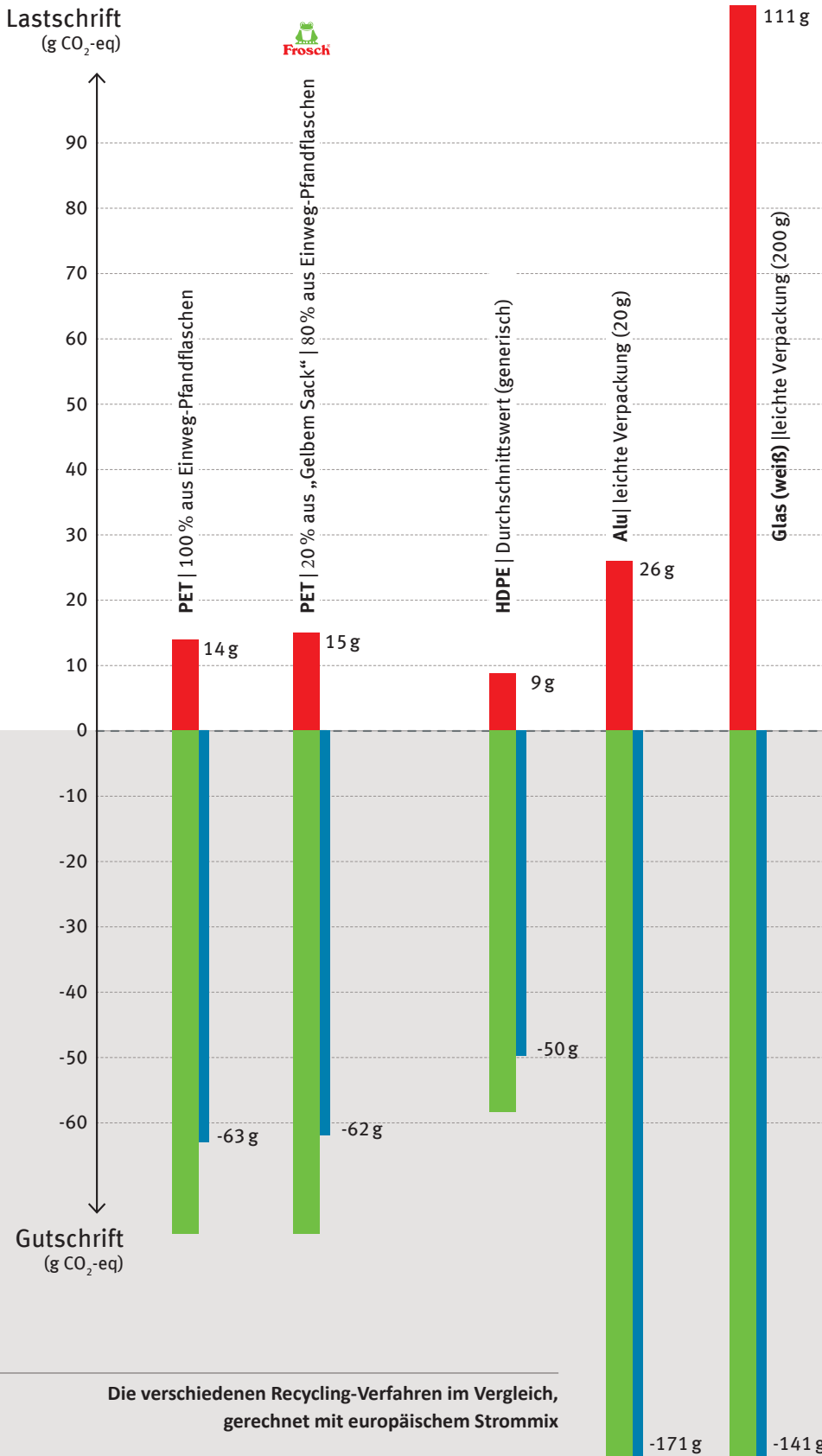
Ein weiterer wichtiger Faktor für die Gesamtbilanz von Recycling-Methoden ist der Umgang mit Aufbereitungsresten: Werden beispielsweise auch die Flaschendeckel recycelt oder wandern sie zur energetischen Verwertung in die Müllverbrennungsanlage? Die unterschiedlich hohen CO₂-Gutschriften dafür wirken sich auf die Gesamtbilanz aus.

Darüber hinaus gibt es weitere Parameter, die die Ergebnisse verändern können. So gelten die vorgestellten Werte für ein einmaliges Recycling – wird das Material fünf oder sogar zehn Mal wiederverwertet, ergeben sich andere Zahlen.

Sollen Mischkunststoffe hochwertig recycelt werden, ist das aufwändiger als bei reineren Ausgangsfractionen. Dadurch ist erstens der Energieeinsatz höher, und zweitens bleibt ein größerer Aufbereitungsrest übrig, die Ausbeute sinkt. Der Mehraufwand führt zu höheren CO₂-Emissionen, die geringere Ausbeute an Recyclat zu weniger CO₂-Gutschriften. Aber: Wenn das Recyclat die gleiche Funktion erfüllen kann, wie das Primärmaterial, dann ist der Produktkreislauf geschlossen.

Konkreter:

Am Beispiel einer Spülmittelflasche



Die verschiedenen Recycling-Verfahren im Vergleich, gerechnet mit europäischem Strommix

Um Zahlen und Ergebnisse nachvollziehbarer zu machen, untersuchte die Studie, welcher Aufwand bei der Herstellung einer 0,5 Liter Flasche nötig ist – dargestellt wird der Aufwand mit dem jeweiligen Primärmaterial und mit dem jeweiligen Recycling-Material.

Die Grafik zeigt, dass die Primärproduktion bei Glas und Aluminium deutlich höher liegen als bei den verschiedenen Kunststoffvarianten. Bei Glas liegt dies insbesondere am höheren Gewicht der Flasche und dem damit einhergehenden höheren Materialverbrauch. Aluminium liegt im Gewicht zwar deutlich unter Glas, aber immer noch über den Werten bei den Kunststoffen. Hier ist ein sehr hoher Energieaufwand für die Verhüttung von Bauxit zu Aluminium erforderlich. Das Recycling von Aluminium benötigt dagegen deutlich weniger Energie als die Primärproduktion, aber immer noch mehr als die Kunststoffe.

Da die Kunststoffe in ihren Werten sehr nah beieinander liegen, wurden sie im nächsten Schritt genauer betrachtet. Es zeigt sich: **Der Energieaufwand für das PET-Recycling aus der Fraktion der transparenten Flaschen aus dem Dualen System ist nur unwesentlich höher als bei der sortenreinen Einweg-Pfandsammlung (Flasche zu Flasche).** Der Energiebedarf für die um 25 % schwerere HDPE-Flasche ist bei der Primärproduktion etwas höher, beim Recycling etwas geringer.

Situation vor der Recyclat-Initiative

In die Bewertung sollte auch einfließen, was vor der Recyclat-Initiative mit den transparenten Flaschen aus dem Gelben Sack passierte, und zu welchen Beiträgen zum Klimaschutz diese Varianten führten.

Im schlechtesten Fall landete diese Fraktion mit den Resten in der Müllverbrennungsanlage, vermutlich aber landeten die Flaschen eher als EBS-Bestandteil in einem Zementwerk und ersetzten dort den Brennstoffmix aus Primär- und Sekundärbrennstoffen. Im optimalen, aber auch seltenen Fall, konnte durch diese Fraktion in einem Zementwerk zu hundert Prozent Primärbrennstoff (Kohle) ersetzt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Unterschiede bei der daraus jeweils resultierenden CO₂-Bilanz.

Gegenüberstellung des W&M PET-Recyclings mit alternativen Behandlungsmöglichkeiten vor Einführung der Recyclat-Initiative

Vergleich mit Situation ohne W&M Recyclat-Initiative:	kg CO ₂ -eq/kg PET Output			kg CO ₂ -eq/Flasche
	Emissionen	Einsparungen	Netto-Einsparungen bzw. Netto-Mehremission	Netto pro Flasche
DSD-Flaschen von W&M bottle-to-bottle (non-food grade) recycelt	0,50	3,21	-2,71	-0,065
Alternativen:				
DSD-Flaschen werden in MVA verwertet	2,31	0,87	1,44	0,035
oder Zementwerk (Gesamtmix) oder	2,31	1,86	0,45	0,011
Zementwerk (Kohlemix)	2,31	2,70	-0,39	-0,009