

Abschlussbericht

Ökologische Vorteile eines prioritären PET- Stoffkreislaufs für Einwegflaschen in Deutschland

Benedikt Kauertz (ifeu), Nicolas Cayé und Kurt Schüler (GVM)

März 2023

PET-Stoffkreislauf für Einwegflaschen in Deutschland

Erste Schlussfolgerungen

Das Fazit aus der Forschungsfrage

Gibt es einen ökologischen Vorteil, wenn das PET aus recycelten PET-Flaschen primär im Flaschenkreislauf bleibt?
lautet:

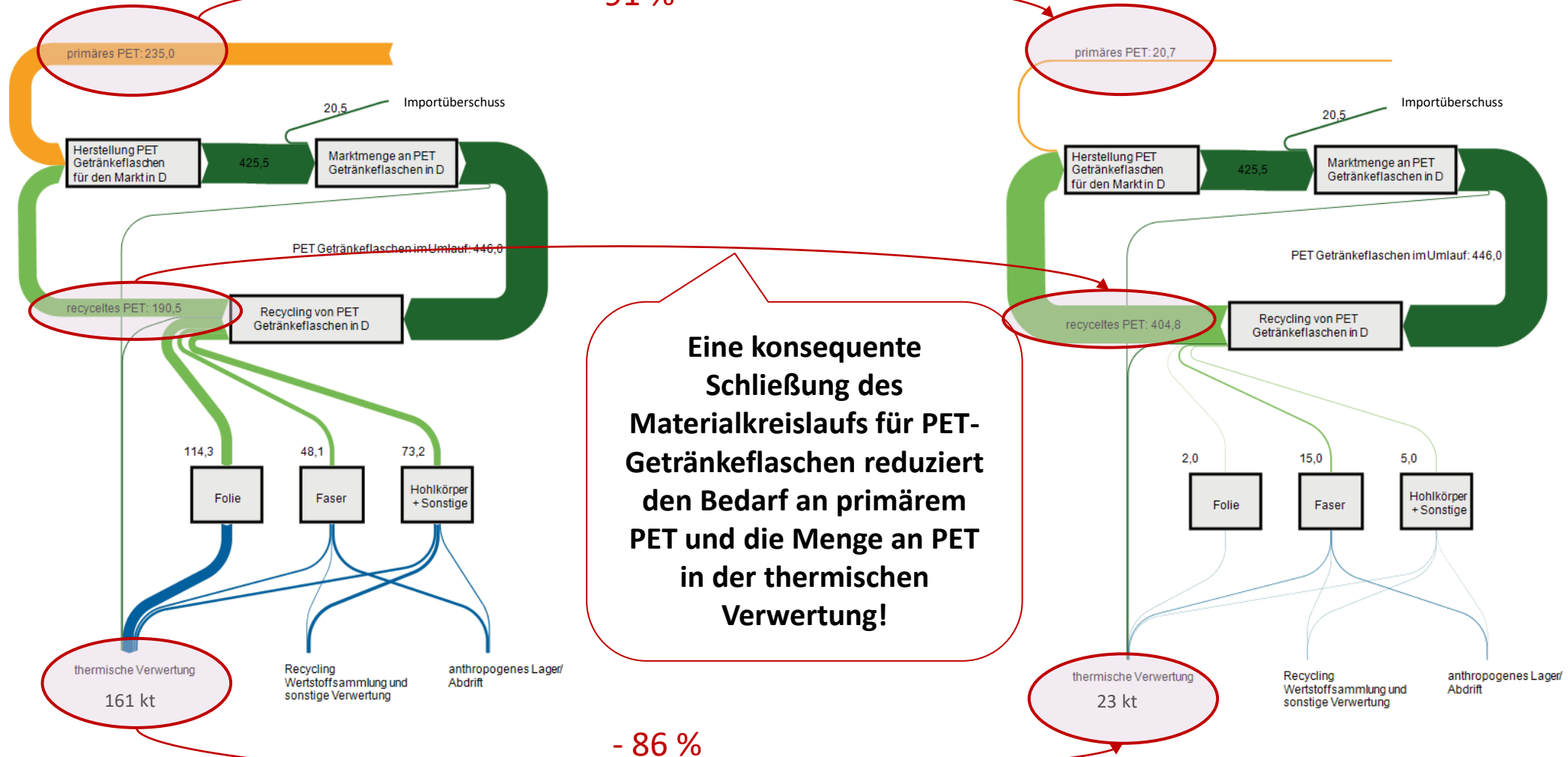
- Auch wenn der PET-Stofffluss derzeit primär eine Kaskade ist, steht ausreichend Material zur Verfügung, um in PET-Einwegflaschen einen **Materialkreislauf** mit ca. 90 % rPET umzusetzen (der Wert ist wachstumsbefreit, d.h., ein fortschreitendes Marktwachstum führt zu geringeren Rezyklateinsatzquoten).
- Eine konsequente Schließung des Kreislaufs durch eine **Priorisierung der Materialverwendung** im Stoffstrom der bepfandeten PET-Einwegflaschen **reduziert den Anteil der thermischen Verwertung um 86 % und die Abdrift des Materials um 66 %**.
 - Das führt zu **deutlichen Vorteilen in der Treibhausgasbilanz**.
 - Der Vorteil wird mit **20 %** bilanziert – unter der Prämisse, dass der **entgangene Sekundärnutzen** vollständig dem System PET-Kreislaufflasche angerechnet wird.
- Die wesentliche Stellschraube für die positive Bewertung des Flaschenkreislaufs ist der **Materialerhalt**. Recyceltes PET steht für weitere Recyclingkreisläufe zur Verfügung.
 - Der **Faktor des Wiederrecyclings** ist im Flaschenkreislauf deutlich höher als im Wertstoffkreislauf.
 - Dies führt dazu, dass auf lange Sicht **9x mehr Material ersetzt** werden kann, wenn das Material im **Flaschenkreislauf** verbleibt.

PET-Stoffkreislauf für Einwegflaschen in Deutschland

Ökologische Vorteile eines prioritären PET- Stoffkreislaufs für Einwegflaschen in Deutschland

2021 Status quo

2021 Priorität Flaschenkreislauf



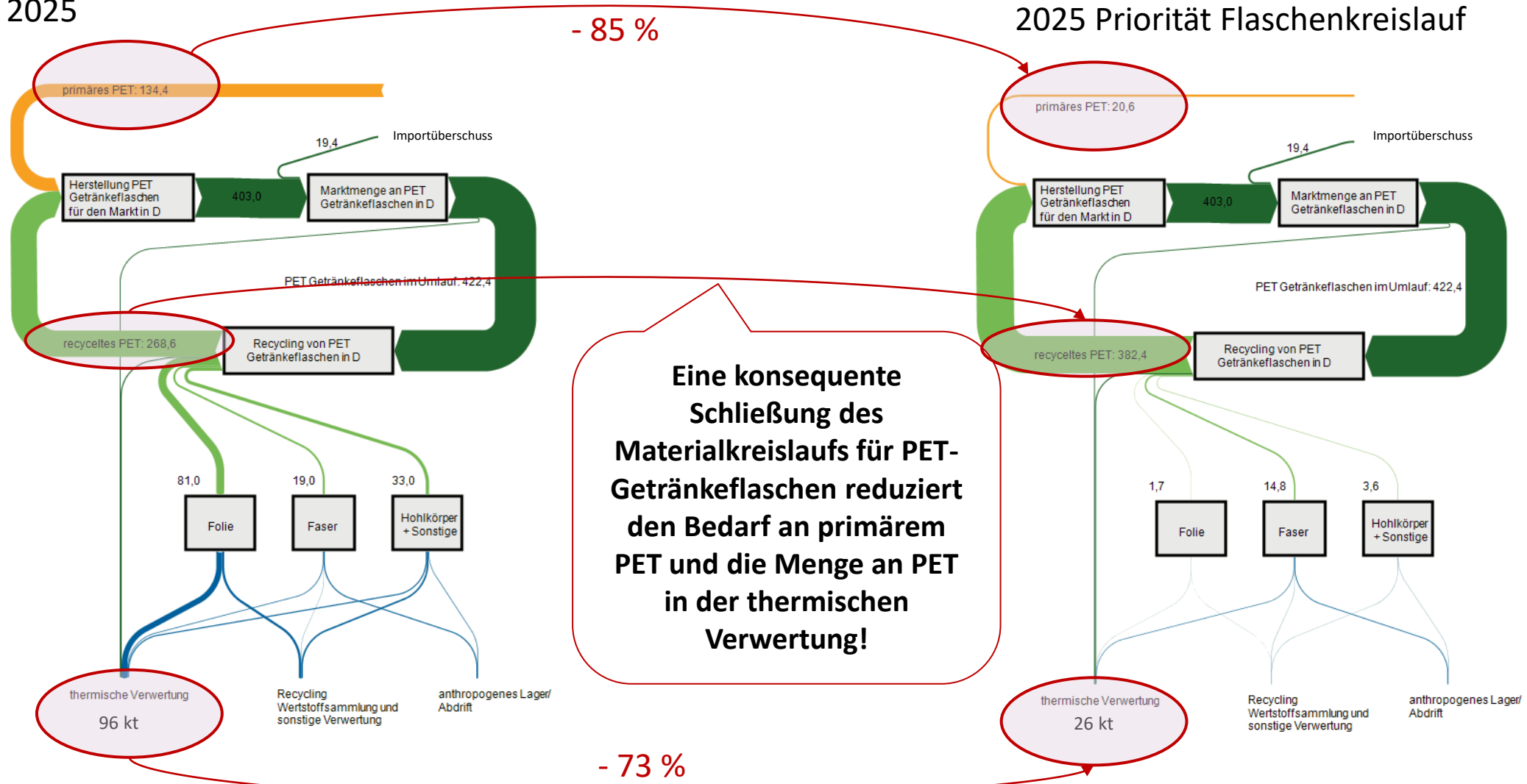
Alle Mengenangaben in Kilotonnen (kt)

PET-Stoffkreislauf für Einwegflaschen in Deutschland

Ökologische Vorteile eines prioritären PET-Stoffkreislaufs für Einwegflaschen in Deutschland

2025

2025 Priorität Flaschenkreislauf



Alle Mengenangaben in Kilotonnen (kt)

PET-Stoffkreislauf für Einwegflaschen in Deutschland

Ökologische Vorteile eines prioritären PET-Stoffkreislaufs für Einwegflaschen in Deutschland

- Der Materialfluss von PET-Verpackungen in Deutschland gleicht derzeit einer **Kaskade**. Mit nur 45 % wird weniger als die Hälfte des Materials im Kreislauf geführt. Das restliche Material erfährt nur noch wenige Nachnutzungen, bevor es entweder **thermisch verwertet** oder in dauerhaften Anwendungen **langfristig gebunden** wird.
- Entsprechend hoch ist mit 235 kt Primärmaterial der jährliche Bedarf an Neuware.
- Die vorliegende Studie weist nach, dass ein **prioritärer Materialkreislauf** für PET-Getränkeflaschen
 - den **Einsatz von primärem PET** in der Kaskade nachweislich **reduzieren** kann und
 - zu einer **signifikanten Reduktion von PET** in der **thermischen Verwertung** beitragen kann.
- Ein Szenario für das Jahr 2025 zeigt zudem, dass neben den bereits postulierten Zielen der Getränkebranche zum Einsatz von rPET noch **weitere Optimierungspotenzial** zur **Schließung der Kreisläufe** besteht.
- *Die detaillierten Ergebnisse der Materialflussbetrachtung sind im Kapitel „**Stoffflussbilanzen**“ dokumentiert.*

PET-Stoffkreislauf für Einwegflaschen in Deutschland

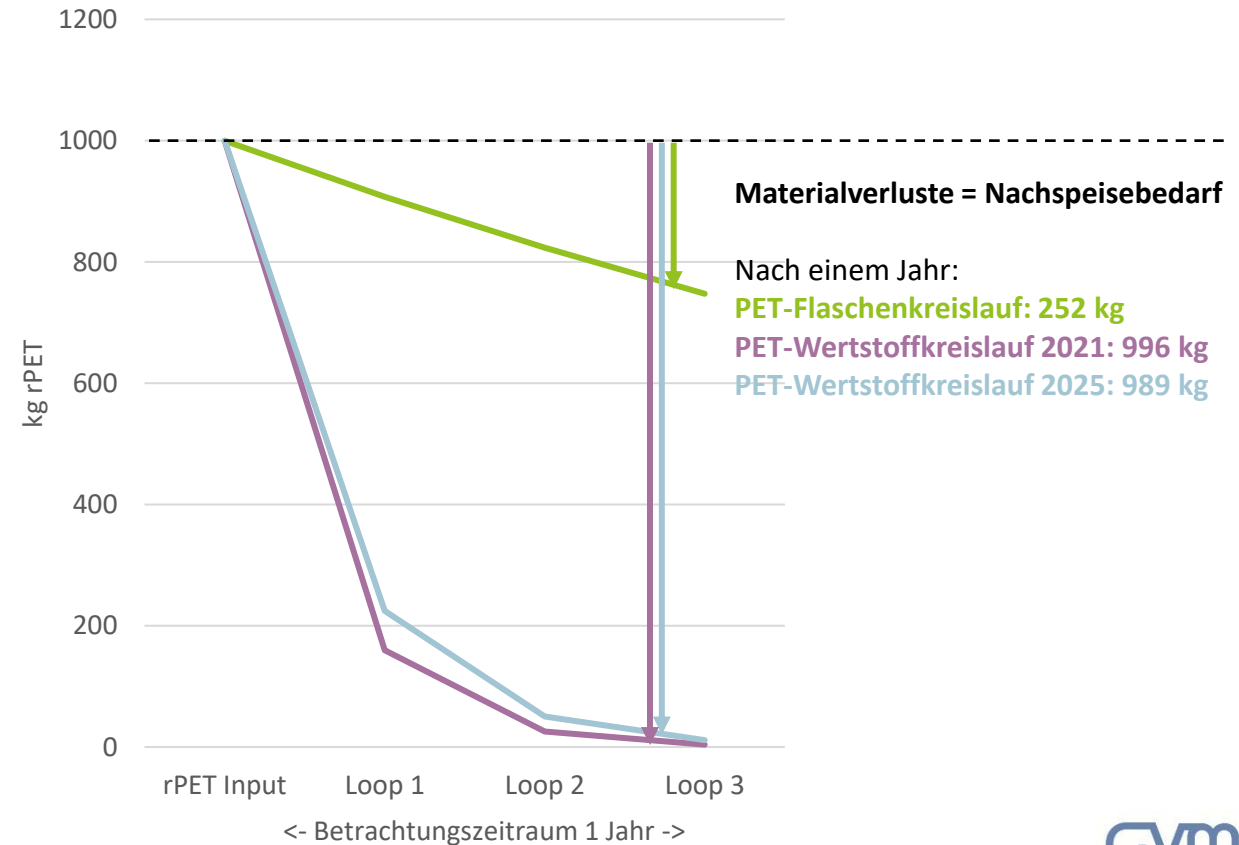
Ökologische Vorteile eines prioritären PET-Stoffkreislaufs für Einwegflaschen in Deutschland

- Die Reduktion des Einsatzes von primärem PET führt auch zu **signifikanten Reduktionen** in der Treibhausgasbilanz (-20 %)
- In dem Wert ist der entgangene Sekundärnutzen des Rezyklats (rPET aus dem Flaschenkreislauf ersetzt vPET in nachfolgenden Systemen) vollumfänglich berücksichtigt.
- Die Gesamtschau der Ergebnisse zeigt, dass ein **Verbleib des Materials im Flaschenkreislauf positive Effekte** auf die Gesamtbewertung der PET-Kaskade hat.
- Die Schließung des Flaschenkreislaufs ist kein **Selbstläufer**. Es bedarf einer aktiven Steuerung.
- *Die detaillierten Ergebnisse der Materialflussbetrachtung sind im Kapitel „Treibhausgasbilanzen“ dokumentiert.*

PET-Stoffkreislauf für Einwegflaschen in Deutschland

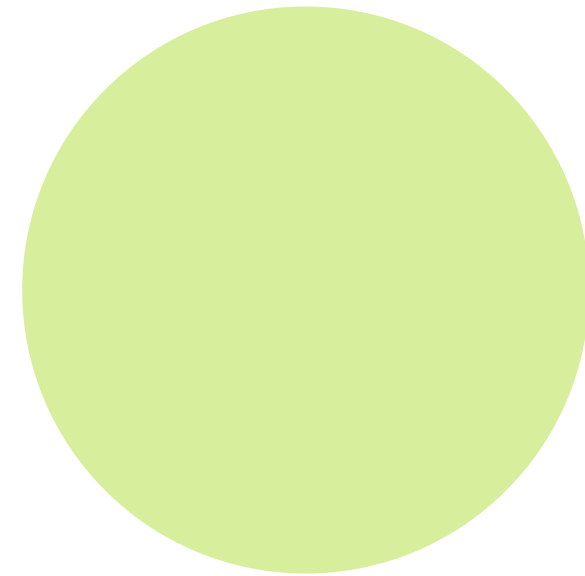
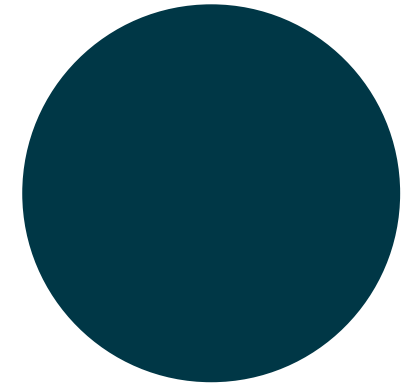
Ökologische Vorteile eines prioritären PET-Stoffkreislaufs für Einwegflaschen in Deutschland

- Der Schlüssel für die positive Bewertung der Treibhausgasbilanz des prioritären Flaschenkreislaufs ist der **Materialerhalt** im Flaschensystem:
 - System „Flasche“: 90 % Materialerhalt
 - System „Wertstoffkreislauf“ Status quo 16 % ; Prognose 2025: 23 %
- Mit Blick auf diese **Wiederrecyclingfähigkeit** wird klar:
 - Im Wertstoffkreislauf ist das Material nach drei Umläufen vollständig verbraucht, im System Flasche sind nach drei Umläufen noch ca. 75 % des ursprünglichen Materials im Kreislauf vorhanden.
 - Der Faktor von drei Umläufen ist eine wesentliche Stellgröße, da er in etwa der Dauer von einem Jahr entspricht.
- *Die detaillierten Ergebnisse der Materialflussbetrachtung sind im Kapitel „**Materialerhalt und -bindung**“ dokumentiert.*



Kurzgutachten rPET

Stoffflussbilanz



Stoffflussbilanz

PET-Stoffstrommodell

- In einem ersten Schritt wurde ein PET-Stoffstrommodell für Deutschland abgeleitet, das die folgenden Parameter berücksichtigt:
 - Primärmaterialeinsatz
 - Verwertungszuführung
 - Rezyklateinsatz
 - thermische Verwertung
 - antropogene Lager (Bindung von Material in langfristigen Anwendungen, Abdrift in Form von Produkten in außereuropäische Länder)
- Grundlage ist das PET-Stoffstrommodell für das Bezugsjahr 2021, das die GVM im Auftrag des Forum PET in der IK erstellt hat.
- Die Daten aus dem Stoffstrommodell mussten für den Zweck dieser Studie weiter bearbeitet werden. Insbesondere die stofflichen und energetischen Verwertungsquoten der Produkte aus rPET (z.B. PET-Nicht-Getränkeflaschen, PET-Schalen, Fasern) wurden erarbeitet.

Stoffflussbilanz

Substitutionsmaterialien

- Das rPET ersetzt nicht in allen Anwendungsfeldern primäres PET.
- Aus diesem Grund wurde für die verschiedenen Anwendungsbereiche (z.B. Folien, Hohlkörper, Fasern) bewertet, zu welchen Anteilen das rPET primäres PET und andere Materialien ersetzt.
- Die verschiedenen Substitutionsmaterialien werden nachfolgend dargestellt:



Stoffflussbilanz

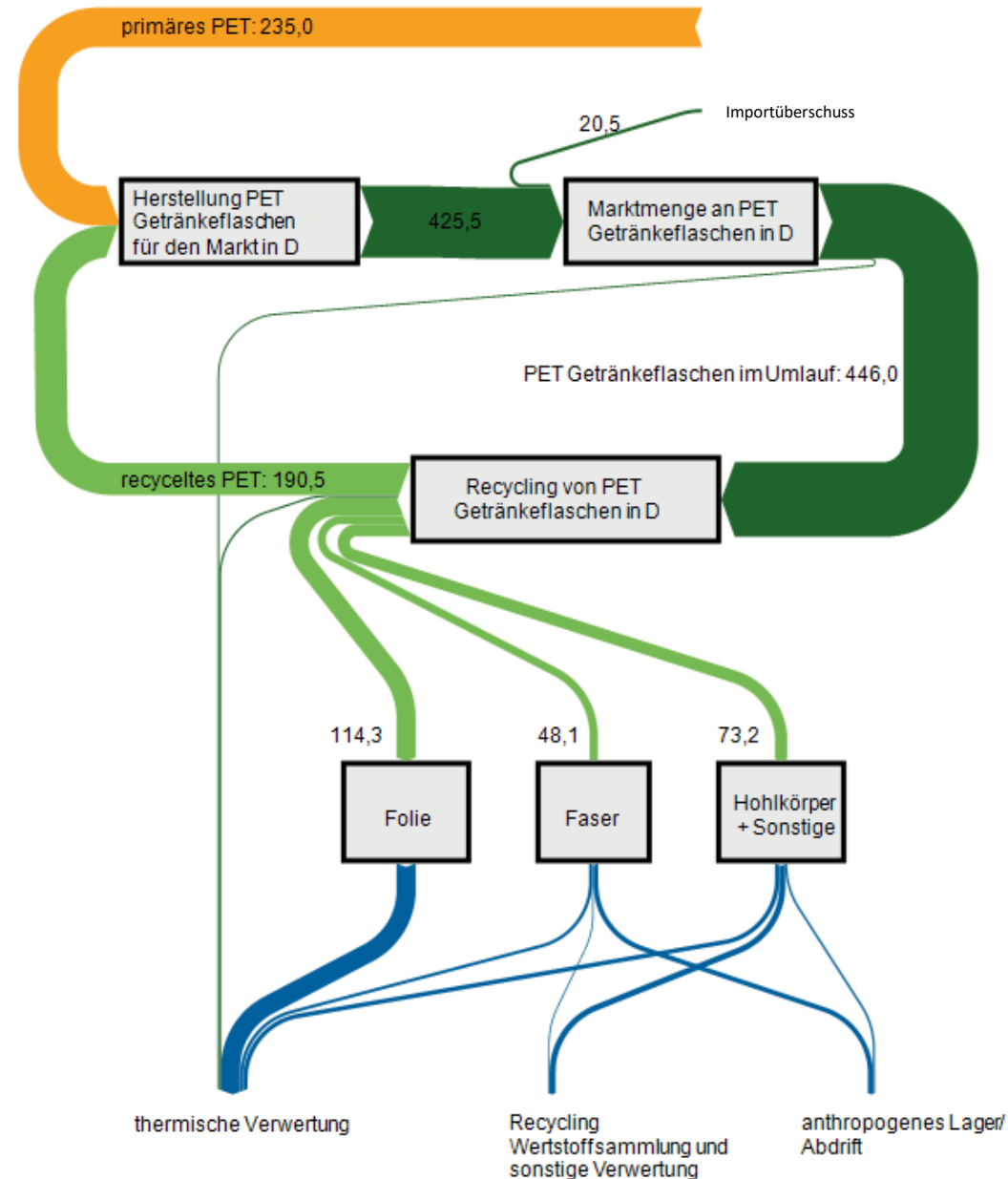
Stoffflussbilanz 2021

- Der Materialfluss von PET-Verpackungen in Deutschland gleicht derzeit einer Kaskade.
- Weniger als die Hälfte des Materials wird im Flaschenkreislauf geführt.
- Das restliche Material erfährt nur noch wenige Nachnutzungen, bevor es entweder thermisch verwertet oder in dauerhaften Anwendungen langfristig gebunden wird.
- Dementsprechend hoch ist der Bedarf an Primärmaterial. 2021 wurden **235 kt primäres PET** für den Flaschenkreislauf eingesetzt.

Stoffflussbilanz

Basis 2021

- 425 kt PET-Getränkeflaschen aus deutscher Produktion
- 235 kt vPET-Input (Bezug: Produktion)
- 45 % rPET in den in Deutschland produzierten PET-Flaschen (38 % rPET-Einsatz in Bezug auf die Marktmenge)
- 235 kt rPET für Anwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs
- Nach max. zwei Anwendungen sind in der Summe:
 - 161 kt thermisch verwertet
 - 56 kt werkstofflich verwertet für weitere Anwendungen
 - 50 kt in anthropogene Läger (Senke, Export etc.) abgedriftet aus Sekundäranwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs



Stoffflussbilanz

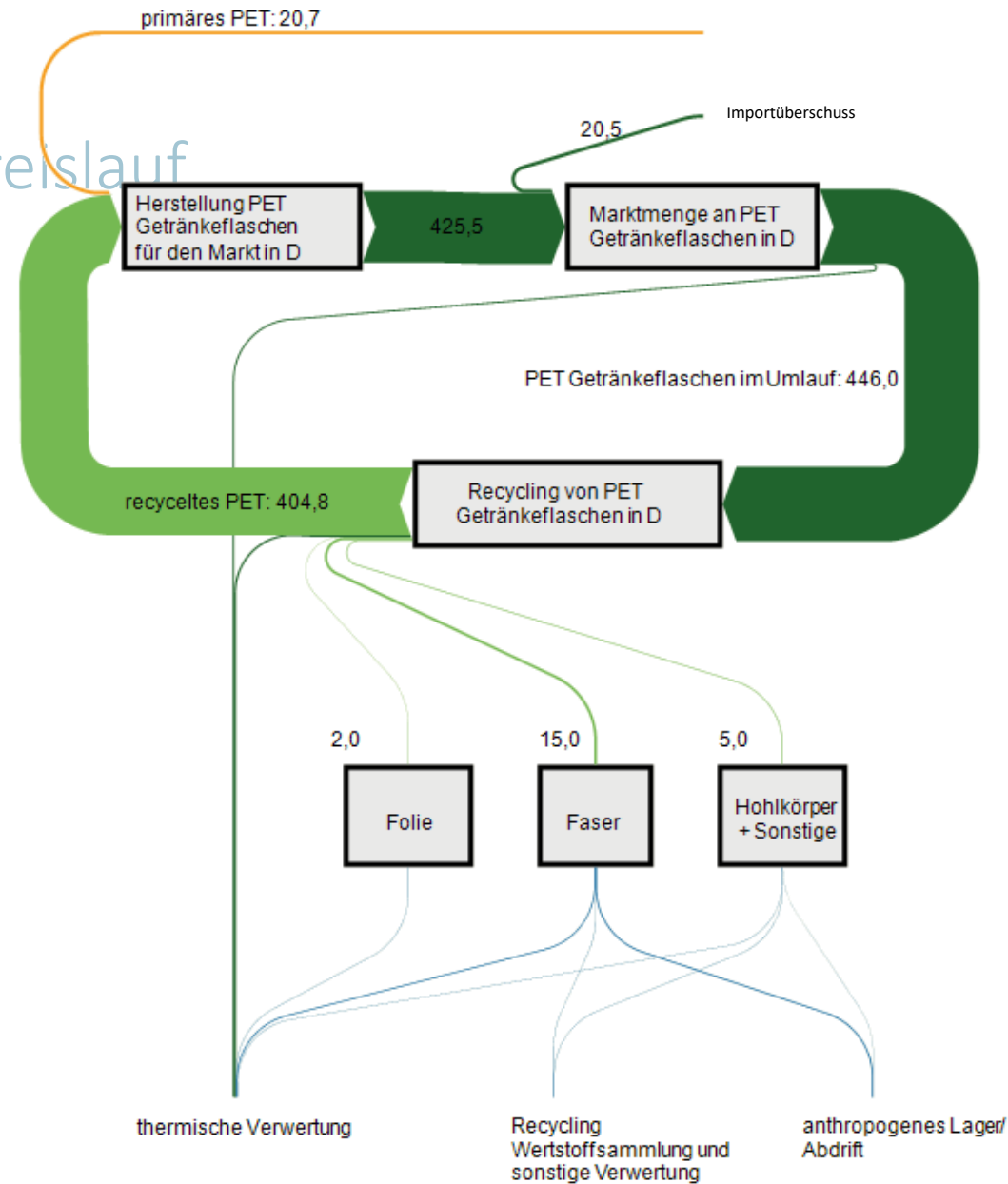
Szenario 2021: Priorität Flaschenkreislauf

- Der Stoffflussbilanz wird ein Szenario mit einem geschlossenen Flaschenkreislauf gegenübergestellt.
- Dabei wird angenommen, dass das für den Flaschenkreislauf taugliche **rPET im Flaschenkreislauf verbleibt**.
- Primäres PET wird folglich nur benötigt, um die Verluste beim Recycling und die Verluste durch das nicht Bottle-to-Bottle-fähige Material auszugleichen.
- Durch den prioritären Materialkreislauf **sinkt der Einsatz von primären PET** im Flaschenkreislauf von 235 kt auf **21 kt** (minus 91 %).
- In den sonstigen Anwendungsfeldern (Folien, Fasern, Hohlkörper etc.) sind die Anteile der thermischen Verwertung höher als im Flaschenkreislauf. Die **thermisch verwertete PET-Menge sinkt** durch die Schließung des Flaschenkreislaufs von 161 kt auf 23 kt.

Stoffflussbilanz

Basis 2021: Priorität Flaschenkreislauf

- 425 kt PET-Getränkeflaschen aus deutscher Produktion
- 21 kt vPET-Input (Bezug: Produktion)
- 95 % rPET in den in Deutschland produzierten PET-Flaschen
- 21,3 kt rPET für Anwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs
- Nach max. zwei Anwendungen sind in der Summe:
 - 23 kt thermisch verwertet
 - 4 kt werkstofflich verwertet für weitere Anwendungen
 - 17 kt in anthropogene Läger (Senke, Export etc.) abgedriftet aus Sekundäranwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs



Stoffflussbilanz

Szenario 2025

- Bis 2025 sind einige Vorgaben und Entwicklungen zu berücksichtigen, die einen Einfluss auf den PET-Materialkreislauf haben, insbesondere die folgenden:
 - Rezyklateinsatzzusagen einiger großer Abfüller
 - Gesetzliche Verpflichtung zum Einsatz von rPET in Getränkeflaschen
 - Ausweitung der Pfandpflicht
 - Implementierung des Folie-zu-Folie-Recyclings
- Die Annahmen und Berechnungen stammen zum überwiegenden Teil aus einer GVM-Studie im Auftrag der IK.
- Dem Szenario 2025 liegen die folgenden Annahmen zugrunde:
 1. Der **Verbrauch** von PET-Getränkeflaschen ist **rückläufig**.
 2. Alle Abfüller müssen mindestens **25 % rPET** in den Einwegflaschen einsetzen.
 3. Abfüller mit **Rezyklateinsatzzusagen** halten ihre Zusagen ein.
 4. In PET-Flaschen für Säfte und Milchgetränke werden ausschließlich recyclingfähige **SiOx-Barriereschichten** eingesetzt.
 5. Die rPET-Nachfrage aus dem Folienbereich sinkt, u.a. durch das anlaufende PET-Folienrecycling.

Stoffflussbilanz

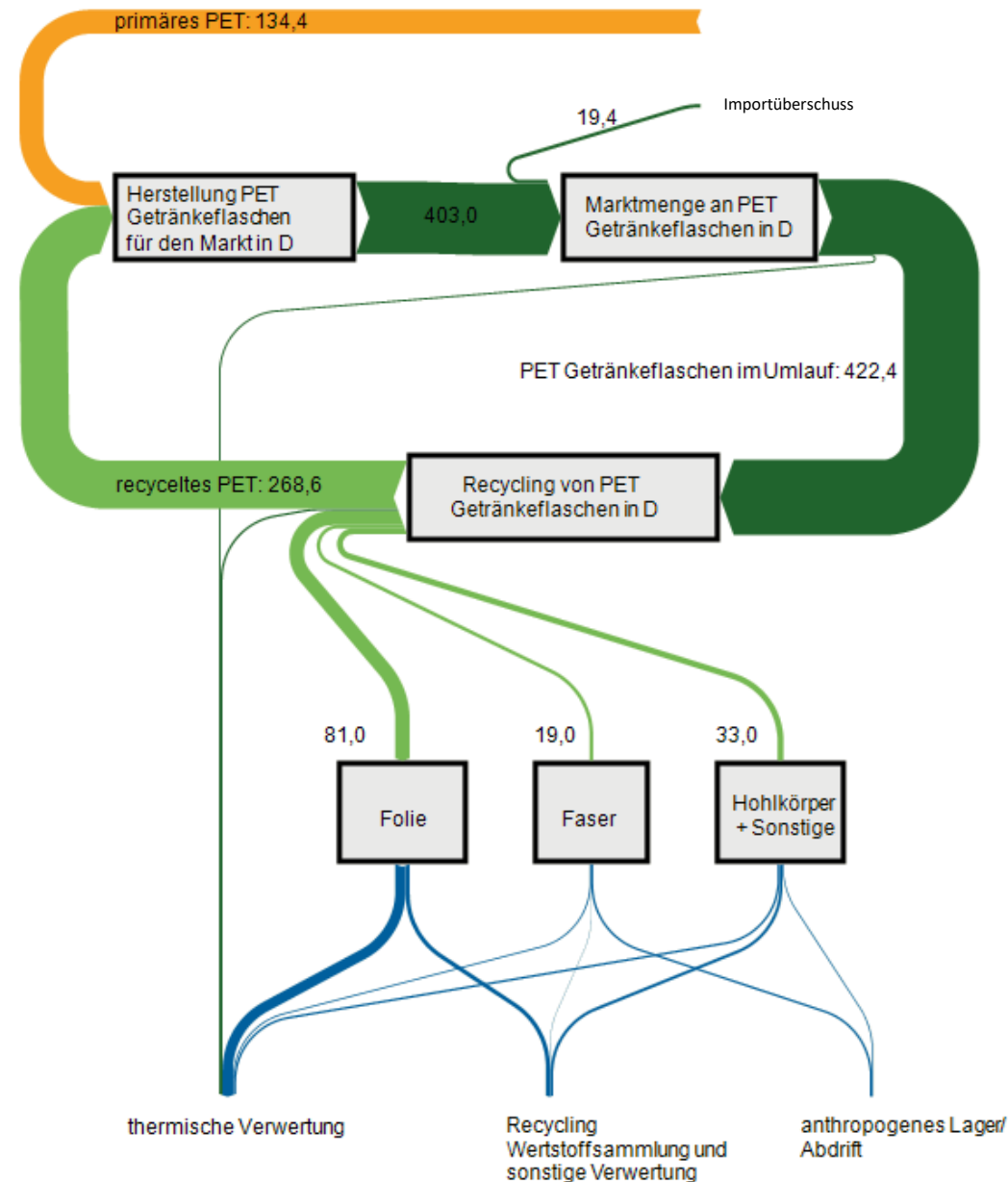
Szenario 2025

- Im Vergleich zu 2021 steigt der Rezyklateinsatz durch die Einsatzzusagen und die gesetzlichen Vorgaben bis 2025 an.
- Auf der Produktionsebene müssen in diesem Szenario **134 kt primäres PET** eingesetzt werden.
- Der **rPET-Anteil** im Verbrauch von PET-Getränkeflaschen **steigt** von 45 % auf 64 %.
- Folienanwendungen sind auch 2025 nach den PET-Getränkeflaschen das größte Anwendungsfeld für recyceltes PET aus dem PET-Flaschenstrom.
- Der steigende Anteil des Bottle-to-Bottle-Recyclings und steigende Recyclingquoten für Kunststoffverpackungen führen zu einem **Rückgang der thermischen Verwertung** (minus 46 % im Vergleich zu 2021).

Stoffflussbilanz

Basis 2025

- 403 kt PET-Getränkeflaschen aus deutscher Produktion
- 134 kt vPET-Input (Bezug: Produktion)
- 64 % rPET in den Flaschen (Bezug: rPET in deutscher Produktion im Verhältnis zu Marktmenge PET-Flaschen in Deutschland.)
- 134 kt rPET für Anwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs
- Nach max. zwei Anwendungen sind in Summe:
 - 96 kt thermisch verwertet
 - 41 kt werkstofflich verwertet für weitere Anwendungen
 - 16 kt in anthropogene Läger (Senke, Export etc.) abgedriftet aus Sekundäranwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs



Stoffflussbilanz

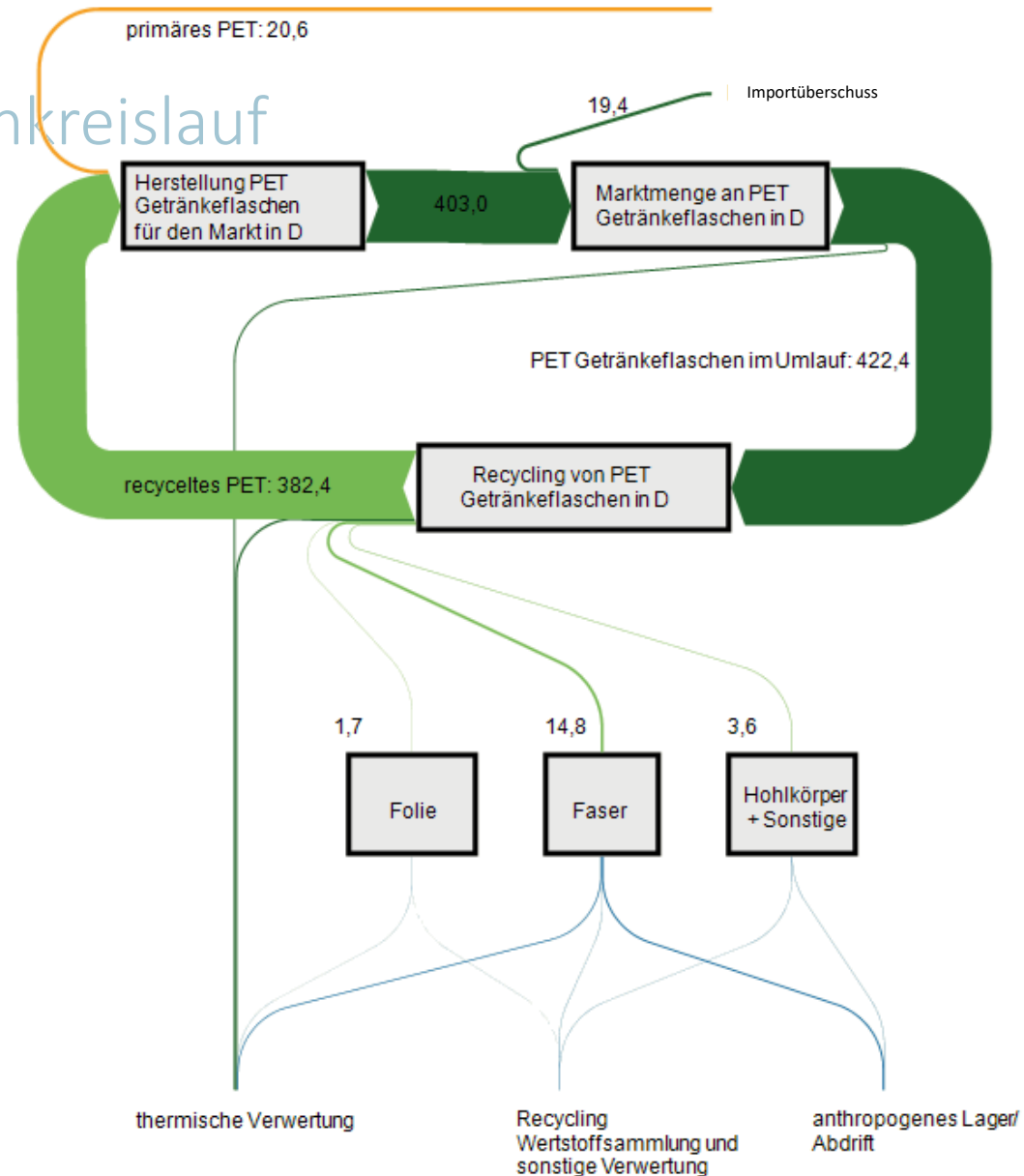
Szenario 2025: Priorität Flaschenkreislauf

- Dem Szenario 2025 wird ebenfalls ein Szenario mit einem **geschlossenen Flaschenkreislauf** gegenübergestellt, um die Vorteile des geschlossenen Kreislaufs bewerten zu können.
- Für den geschlossenen Flaschenkreislauf wird angenommen, dass ausschließlich die folgenden Verluste durch primäres PET ausgeglichen werden müssen:
 - Verluste im Recyclingprozess und
 - Verluste durch das nicht Bottle-to-Bottle-fähige Material
- Der **vPET-Einsatz sinkt** von 134 kt auf 21 kt (minus 85 %).
- Das **Bottle-to-Bottle-Recycling** steigt im Szenario mit einem geschlossenen Flaschenkreislauf von 269 kt auf **382 kt**.
- Die 2025-Szenarien zeigen, dass auch bei einem steigenden Rezyklateinsatz in PET-Getränkeflaschen **Vorteile** durch die **weitgehende Schließung des Flaschenkreislaufs** bestehen.

Stoffflussbilanz

Szenario 2025: Priorität Flaschenkreislauf

- 403 kt PET-Getränkeflaschen aus deutscher Produktion
- 20,6 kt vPET-Input (Bezug: Produktion)
- 95 % rPET in den Flaschen (Bezug: rPET in deutscher Produktion im Verhältnis zu Marktmenge PET Flaschen in Deutschland)
- 20,1 kt rPET für Anwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs
- Nach max. zwei Anwendungen sind in Summe:
 - 26 kt thermisch verwertet
 - 4 kt werkstofflich verwertet für weitere Anwendungen
 - 10 kt in anthropogene Läger (Senke, Export etc.) abgedriftet aus Sekundäranwendungen außerhalb des Flaschenkreislaufs

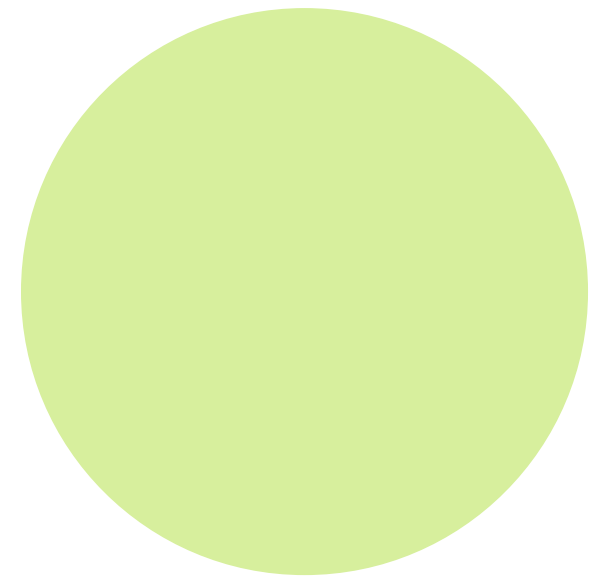


Stoffflussbilanz

Zwischenfazit

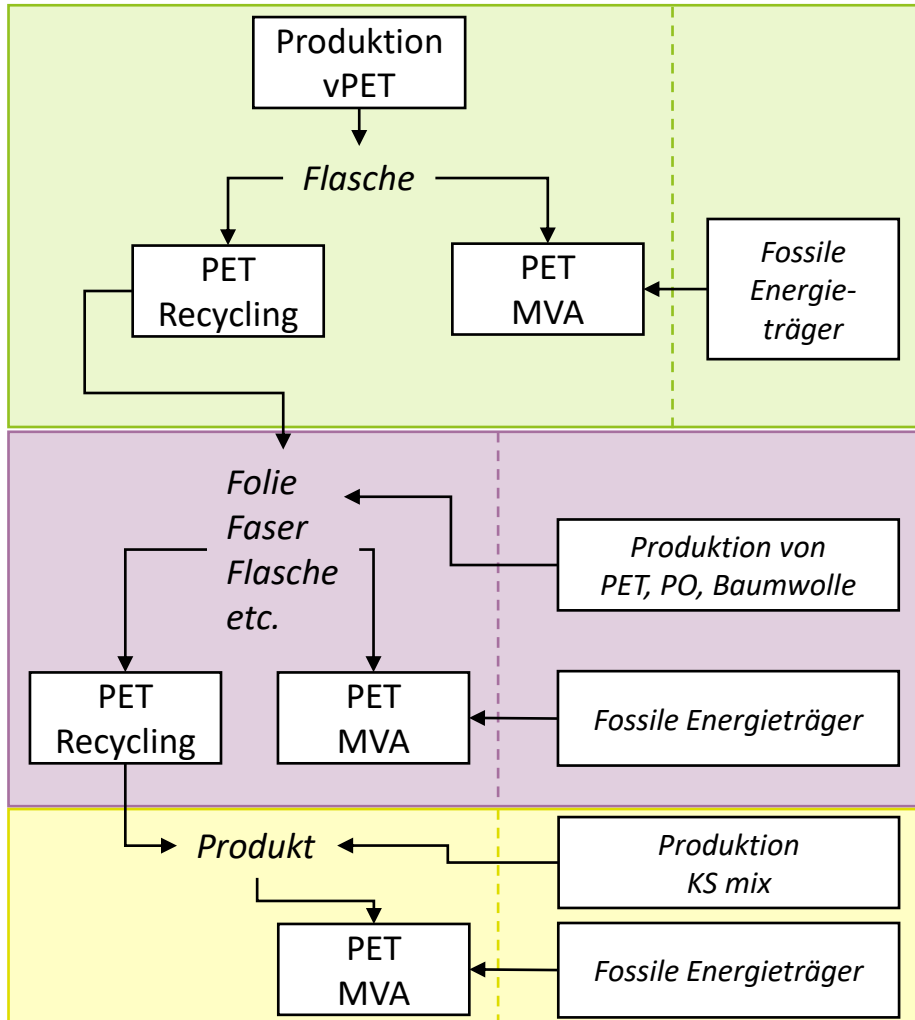
- Mehr als die Hälfte des rPETs aus Getränkeflaschen wurde 2021 in anderen Anwendungen wie Folien, Fasern oder Hohlkörpern eingesetzt. In diesen Anwendungen erfährt das Material nur noch wenige Nachnutzungen, bevor es entweder **thermisch verwertet** oder in dauerhaften Anwendungen **langfristig gebunden** wird.
- Nur 45 % des rPETs verbleiben derzeit im Flaschenkreislauf. Durch die Schließung des Flaschenkreislaufs lässt sich der Einsatz von primärem PET für Getränkeflaschen von aktuell 235 kt auf 21 kt reduzieren (Reduktion um 91 %).
- Die Gegenüberstellung der Stoffflussbilanzen weist nach, dass ein **prioritärer Materialkreislauf** für PET-Getränkeflaschen
 - den **Einsatz von primärem PET** in der Kaskade nachweislich **reduzieren** kann.
 - zu einer **signifikanten Reduktion von PET** in der **thermischen Verwertung** beitragen kann.
- Die Leitfragen wurden auch für ein Szenario 2025 beantwortet. In dem Szenario werden steigende Rezyklateinsatzquoten durch die Selbstverpflichtungserklärungen einiger Abfüller und die gesetzlichen Vorgaben angenommen.
- Das Szenario für das Jahr 2025 zeigt, dass neben den bereits postulierten Zielen der Getränkebranche zum Einsatz von rPET noch **weitere Optimierungspotenzial** zur **Schließung der Kreisläufe** besteht.
- Die Treibhausgasbilanz der vorgestellten Stoffflussbilanzen ist Gegenstand des folgenden Kapitels.

Kurzgutachten rPET Treibhausgasbilanz



Treibhausgasbilanz

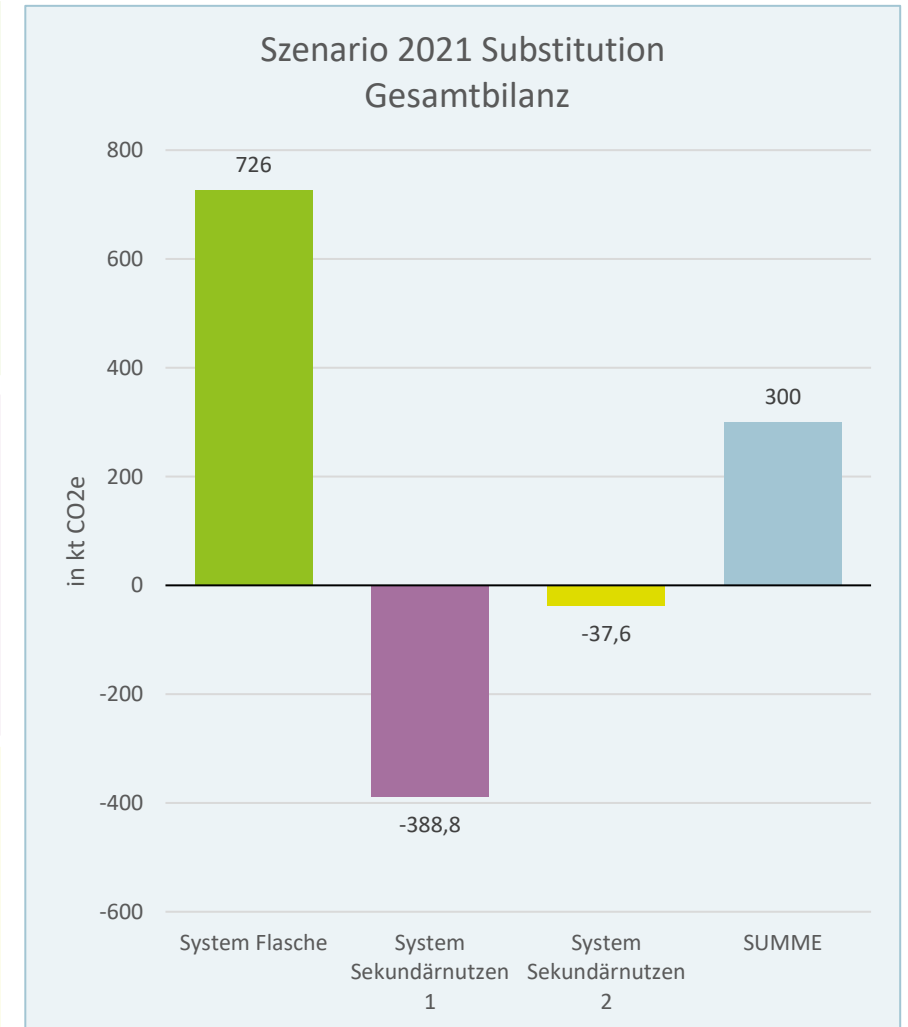
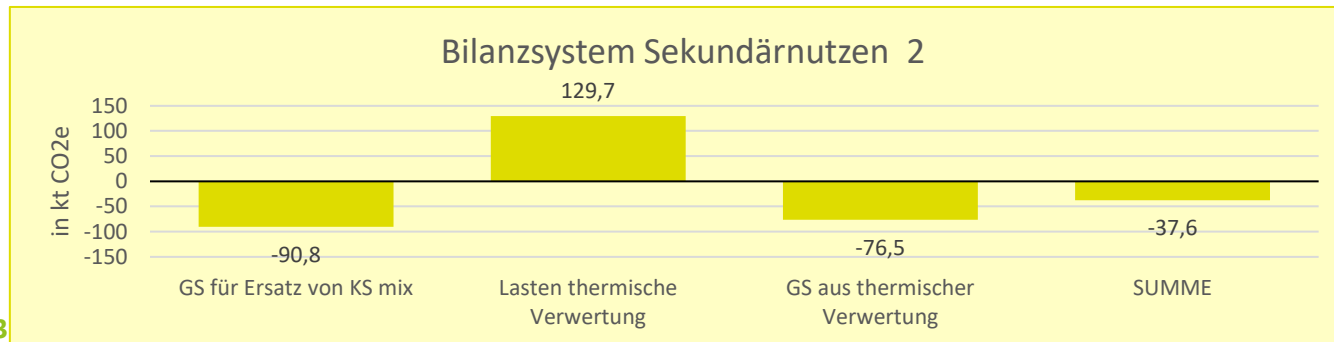
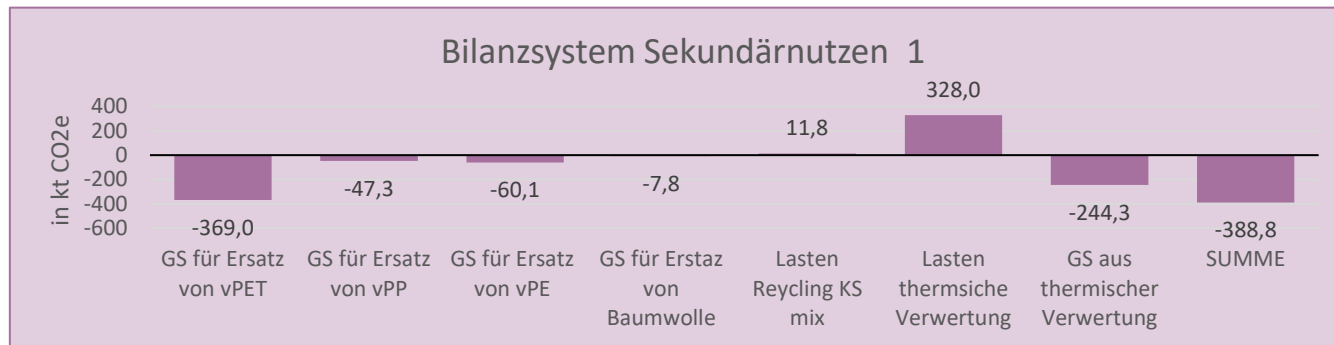
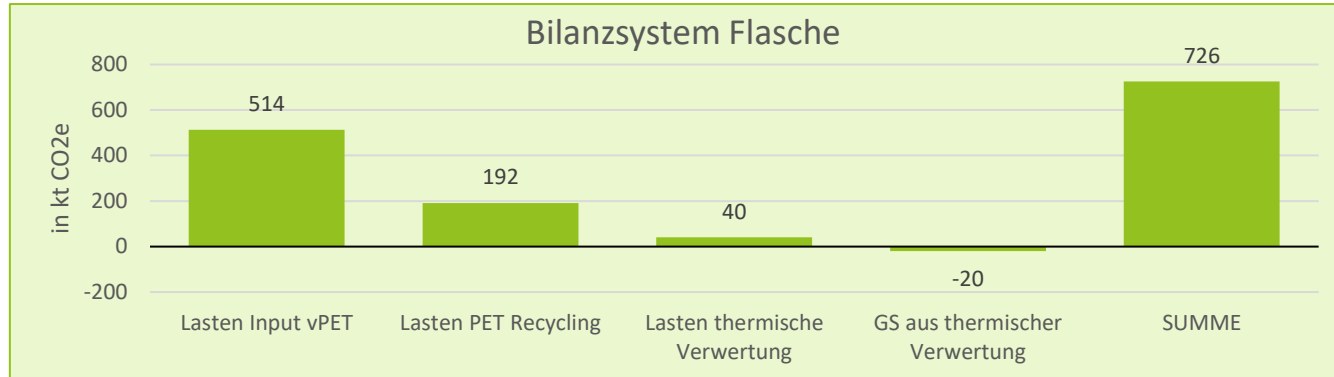
Systemraum



- Die Treibhausgasbilanzierung bildet den gesamten PET-Stofffluss ab.
- Bei der Bilanzierung werden die folgenden Systeme separat betrachtet:
 - **System Flasche** (Grün)
Alle Prozesse des PET-Flaschenkreislaufs (Herstellung vPET, PET-Recycling, thermische Verwertung nicht erfasster Flaschen)
 - **System Sekundärnutzen 1** (Violett)
Alle Prozesse, die mit der Nutzung von rPET aus dem Flaschenkreislauf in einem anderen System in Verbindung stehen inkl. des ökologischen Nutzens eingesparter primär Kunststoffe
 - **System Sekundärnutzen 2** (Gelb)
Alle Prozesse, die mit der Nutzung von rPET aus der Verwertung der im System Sekundärnutzen 1 aus dem Flaschenmaterial hergestellten Produkte
- In den Bilanzsystemen werden Gutschriften vergeben:
 - a) Für den Ersatz der Herstellung primärer Materialien durch Verwendung von PET-Rezyklaten in einem nachfolgenden System*
 - b) für den Ersatz von fossilen Brennstoffen für in der thermischen Verwertung ausgekoppelte Energie
- Im Gegensatz zu einer produktspezifischen Verpackungsökobilanz erfolgt keine Zuordnung der Verwertungslasten und des Verwertungsnutzen durch Allokation

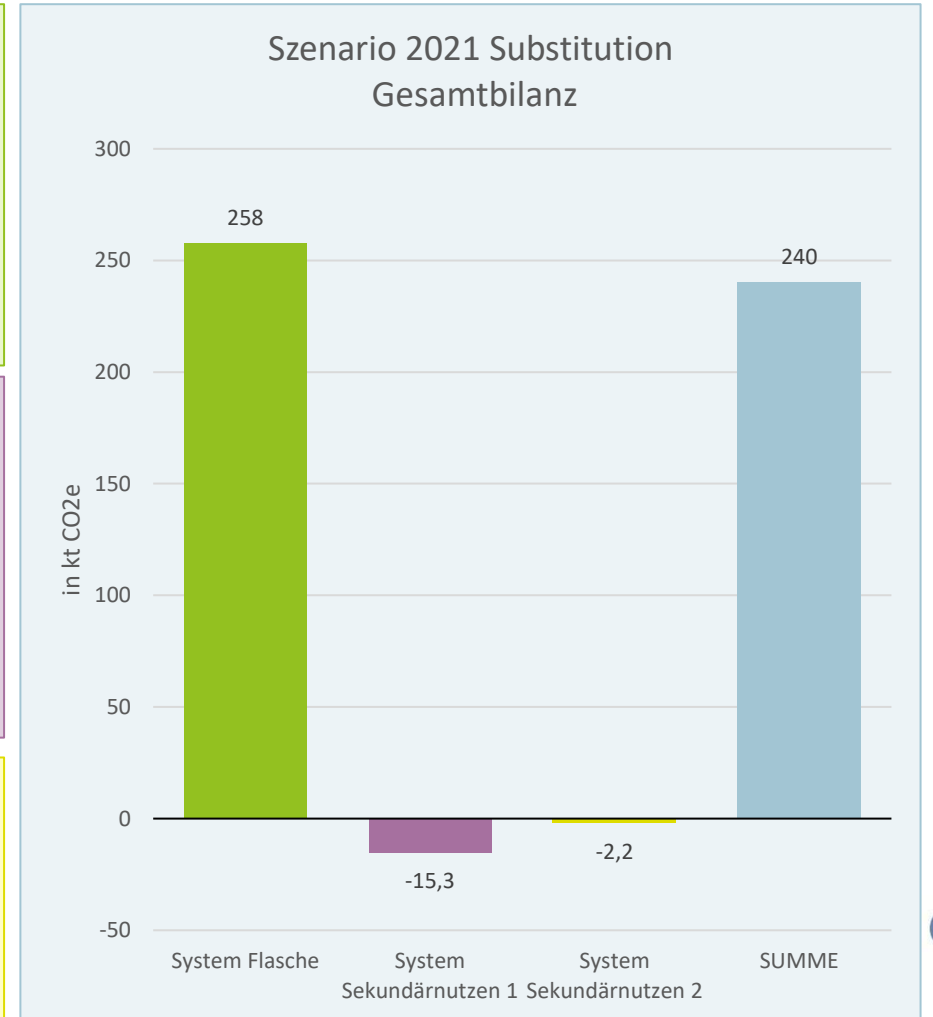
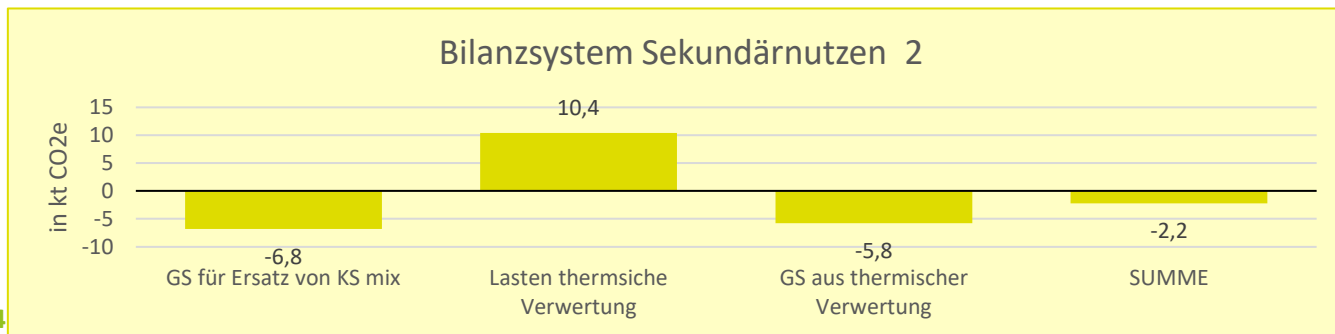
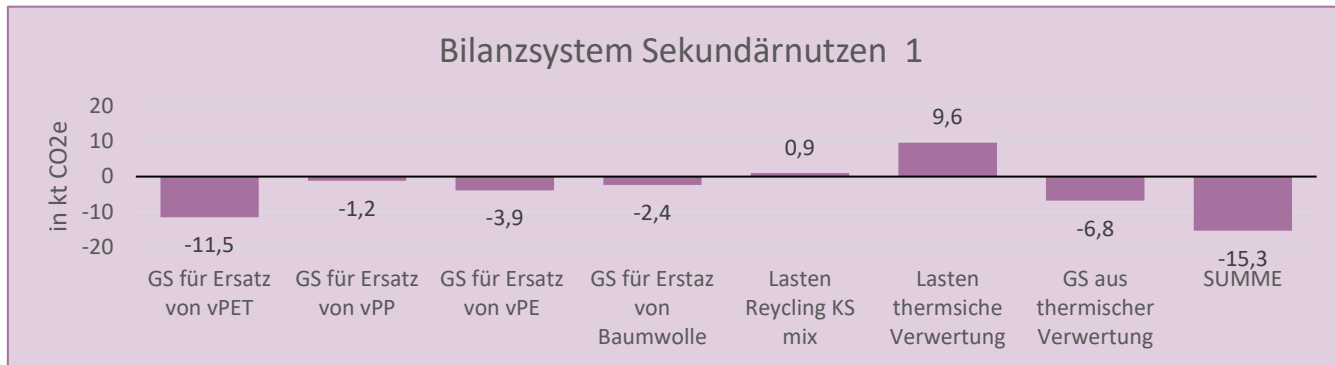
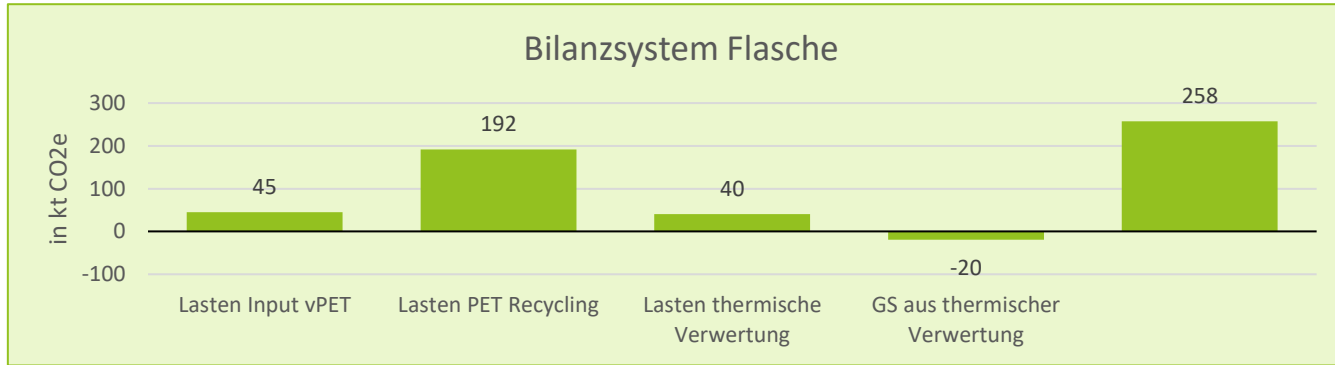
Treibhausgasbilanz

Szenario 2021 (rPET substituiert realen Mix an Kunststoff und Baumwolle)



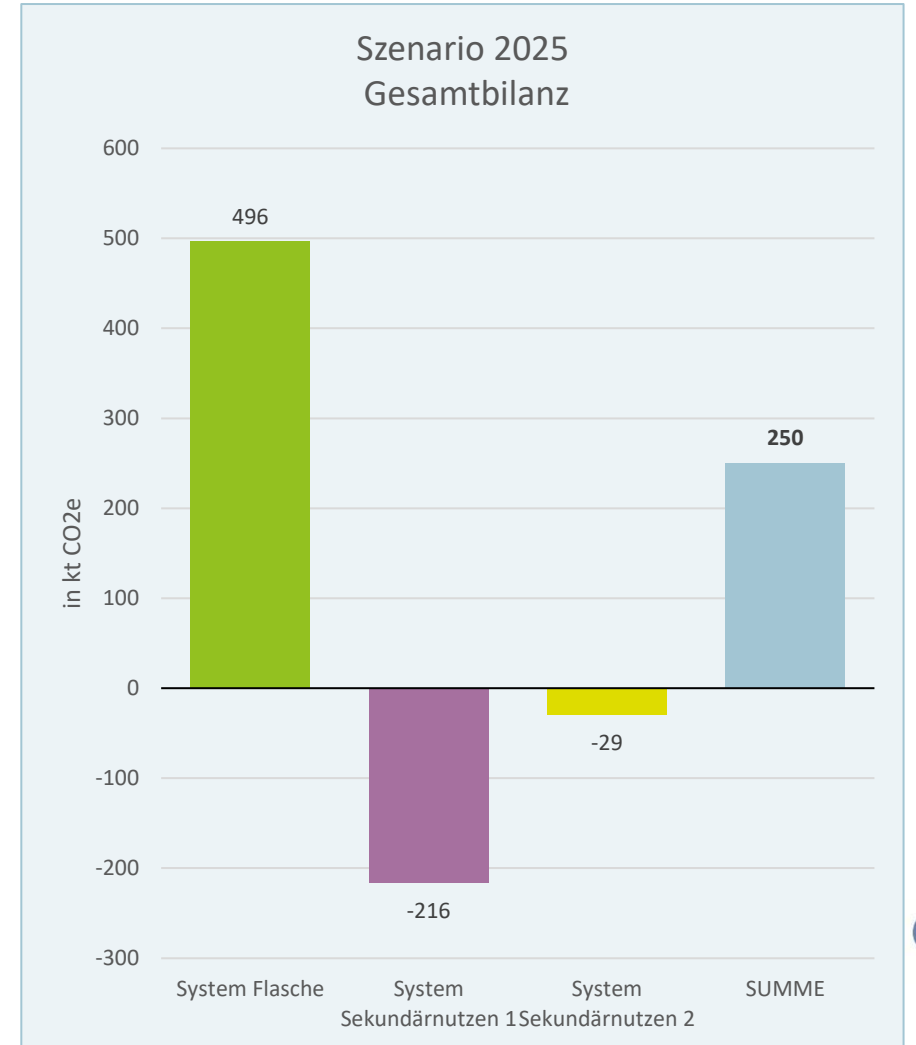
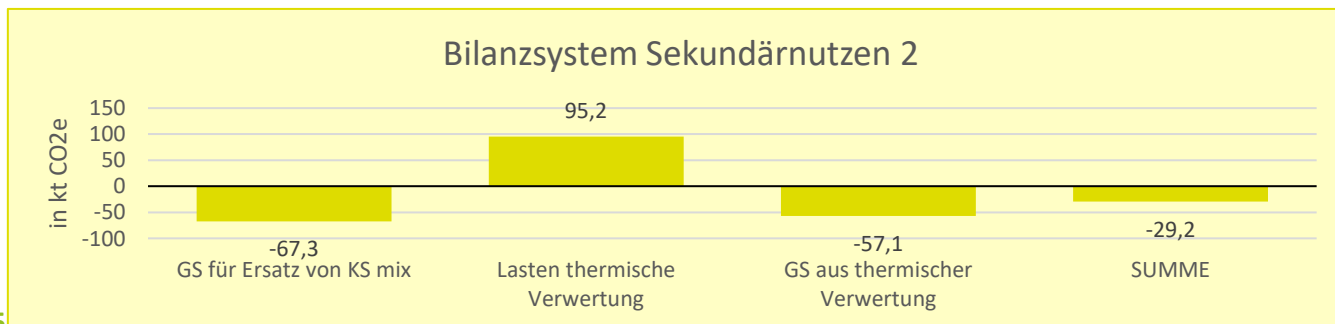
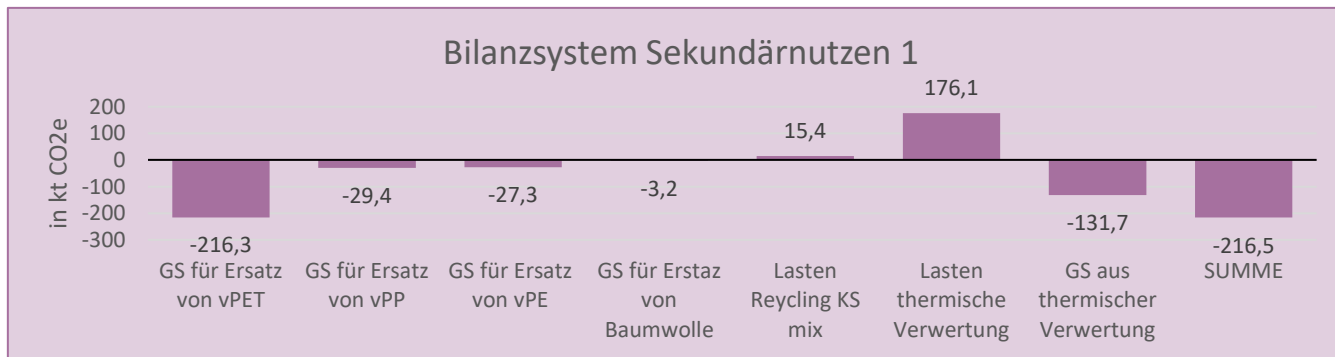
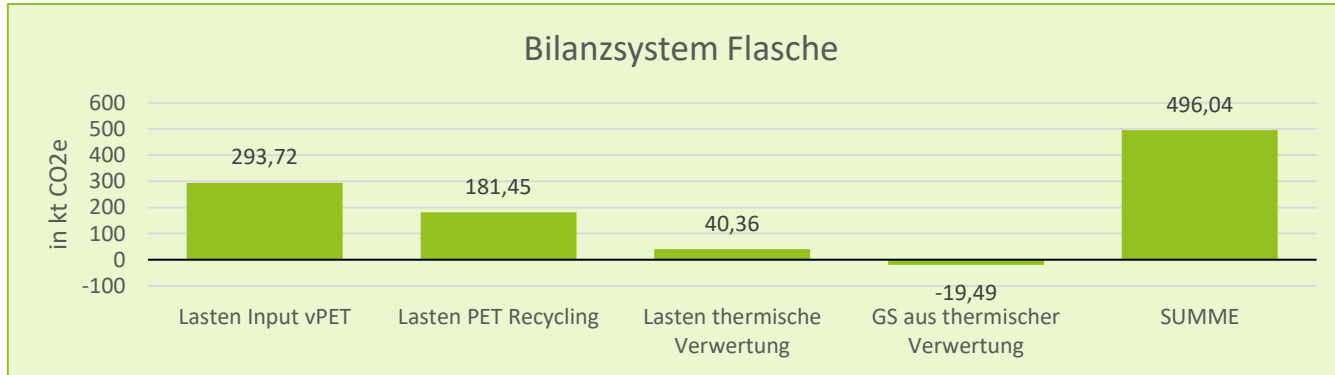
Treibhausgasbilanz

Szenario 2021 (Priorität Flaschenkreislauf)



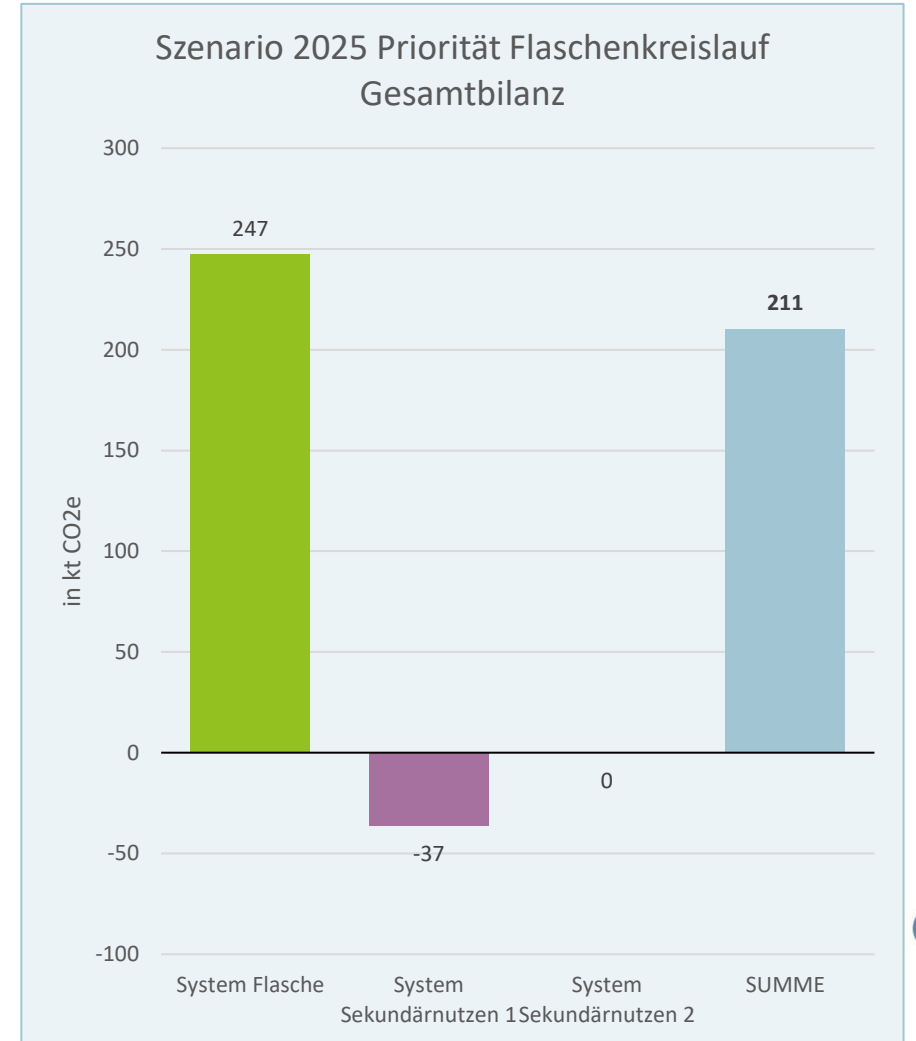
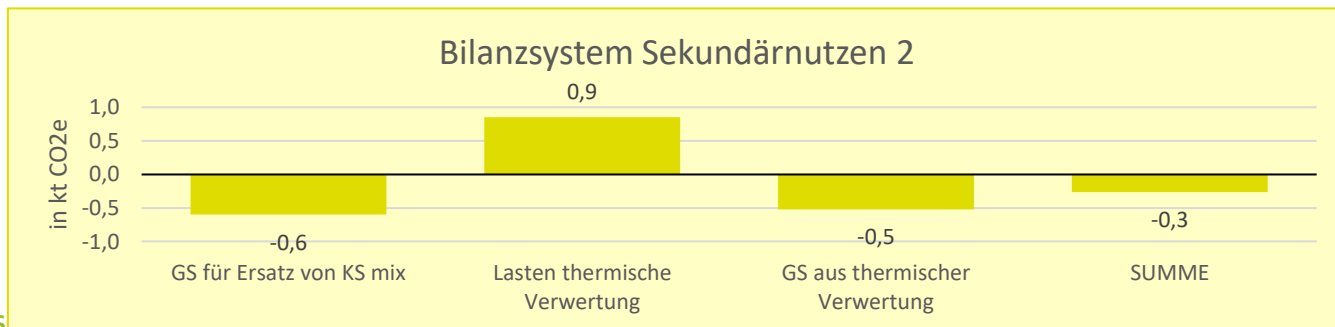
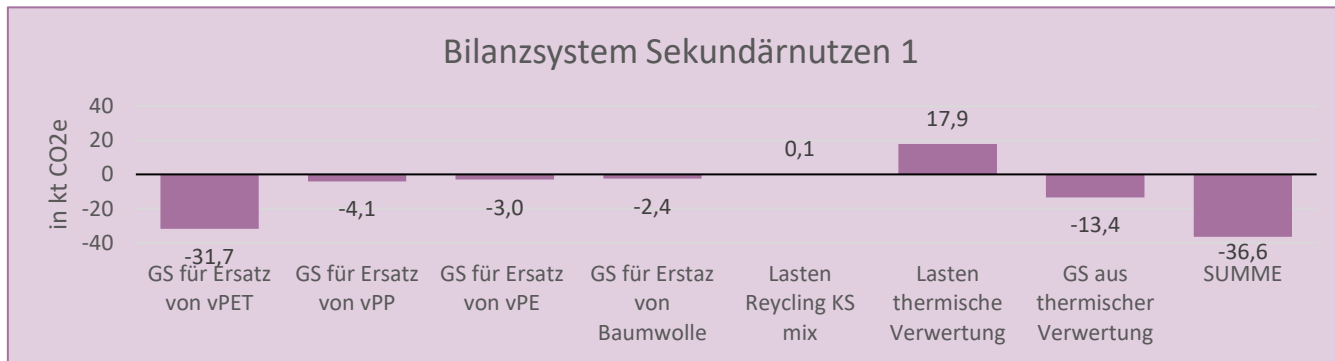
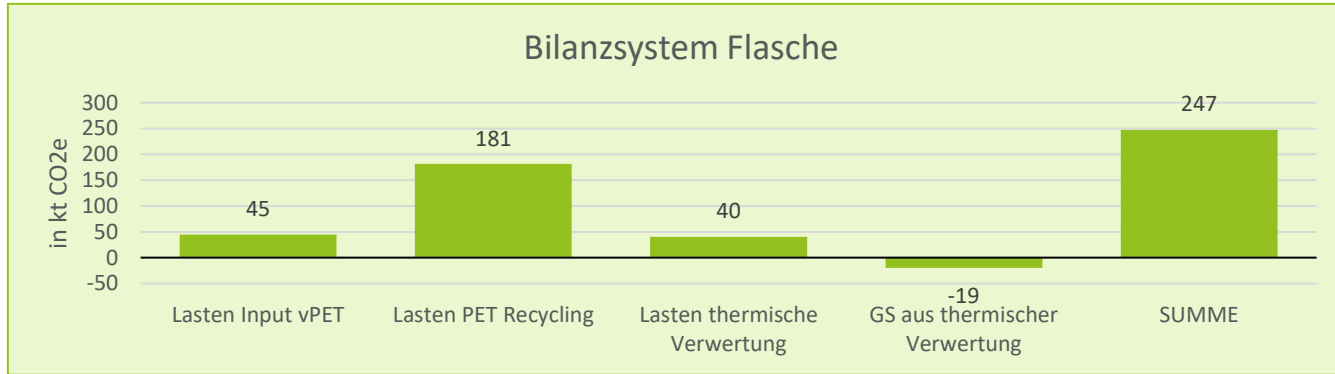
Treibhausgasbilanz

Szenario 2025 (rPET substituiert realen Mix an Kunststoff und Baumwolle)



Treibhausgasbilanz

Szenario 2025 (Priorität Flaschenkreislauf)



Treibhausgasbilanz

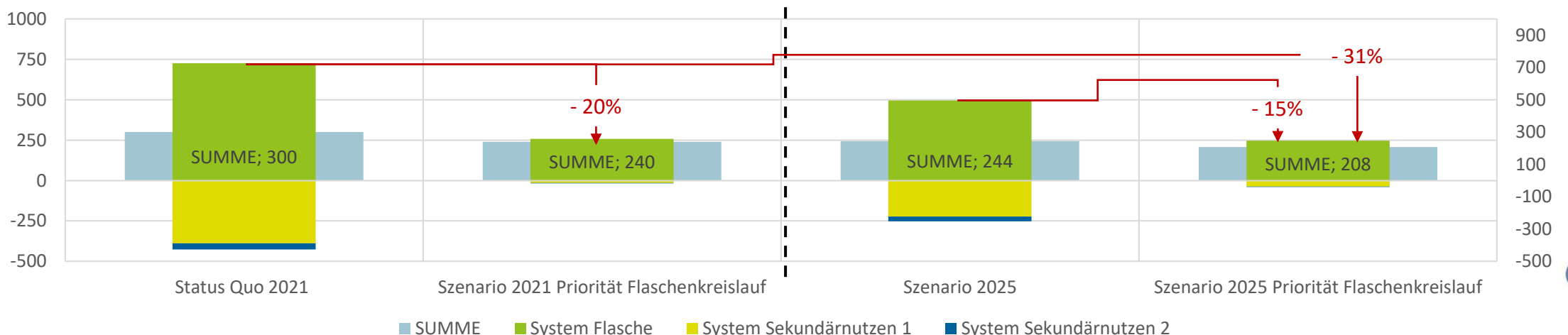
Beschreibung der Ergebnisse

- In der Bilanzierung werden jedem System Lasten und Gutschriften zugeordnet.
- Im System Flasche werden alle Lasten des Flaschenkreislaufs gezählt:
 - Produktion primäres PET (vPET)
 - PET-Recycling
 - Thermische Verwertung PET
- Gutschriften werden im System Flasche nur für ersetzte primäre Energieträger erteilt. Da der Anteil an PET in der thermischen Verwertung im Flaschensystem gering ist, fallen auch die Gutschriften gering aus.
- Nicht im System Flasche genutztes rPET wird in das Sekundärsystem 1 abgegeben. Die Gutschriften für ersetztes Primärmaterial werden im Rahmen der Bilanzierung von Sekundärsystem 1 gezählt.
- Im Sekundärsystem 1 wird immer ein Substitutionsszenario bilanziert. Es wird der reale durch rPET ersetzte Materialmix (PE/PP und Baumwolle) gutgeschrieben. Das führt in Summe zu geringeren Umweltlasten für den nicht prioritären Stoffstrom und ist somit konservativ im Sinne des Vergleichs. Die Ergebnisse einer stoffgleichen Bilanzierung finden sich im Anhang dieser Studie.
- Das System Flasche trägt in der Bilanzierung den Hauptteil der Umweltlasten. Sekundärsystem 1 und Sekundärsystem 2 generieren aufgrund der gewählten Gutschriftensystematik negative Umweltlasten.
- Eine Bilanzbewertung kann nur in der Gesamtschau stattfinden, der Blick auf einzelne Produkte im System bedarf zwingend einer Allokation der Umweltlasten der Verwertung und des Recyclingnutzens.
- Der Beitrag der Umweltlasten des Systems Flasche wird beeinflusst von der vPET-Menge im System. Somit gilt: höhere Rezyklatverwendungsquoten bedingen geringe Umweltlasten.
- Der Beitrag der Umweltlasten des Sekundärsystems 1 wird bedingt durch die Menge an rPET, die für ein Sekundärsystem zur Verfügung steht. Hohe Rezyklateinsatzquoten in den Flaschen bedingen einen nur geringen Sekundärnutzen.
- Der Beitrag des Sekundärsystems 2 ist grundsätzlich kleiner als der des Sekundärsystems 1, da nur wenig werkstoffliches Recycling im Sekundärsystem 1 stattfindet und somit nur wenig rPET zur Verfügung steht.

Treibhausgasbilanz

Ergebnisvergleich - Gutschriftenmethode

- Ein Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass eine konsequente Umsetzung des Flaschenkreislaufs die Gesamtlasten der miteinander verbundenen Systeme reduziert.
- Maßgeblich sind die mit dem reduzierten Einsatz von vPET verbundenen Einsparungen (Reduktion im grünen Balken). Mit der Schließung des Flaschenkreislaufs ist eine Reduktion der in Sekundärsystem 1 und 2 bilanzierten Substitutionen von vPET bzw. Kunststoffmix verbunden. Dennoch bleibt in der Summe ein deutlicher Vorteil für den geschlossenen Flaschenkreislauf.
- Das Szenario für das Jahr 2025 geht von einem höheren rPET-Anteil im Status Quo aus. Daher sind die Summenwerte für 2025 niedriger als für 2021. Dennoch zeigt sich, dass sich auch im Jahr 2025 durch eine konsequente Umsetzung eines prioritären Materialkreislaufs für PET-Flaschen Vorteile in der Treibhausgasbilanzierung generieren lassen.
- Das Ergebnis zeigt sich robust gegenüber methodischen Festlegungen. Ein Vergleich auf Basis einer Lastschriftenmethode findet sich im Anhang zu dieser Studie.



Treibhausgasbilanz

Zwischenfazit

- Ein prioritärer Materialkreislauf für PET-Getränkeflaschen hat ein **signifikantes Treibhausgas-Minderungspotenzial**.
 - Im Jahr 2021 lassen sich 20 % der THG Emissionen reduzieren (Gutschriftenmethode). Das entspricht **60.000 Tonnen CO₂e**.
 - Im Jahr 2025 lassen sich noch immer 15 % der THG-Emissionen reduzieren, das entspricht **36.000 Tonnen CO₂e**.

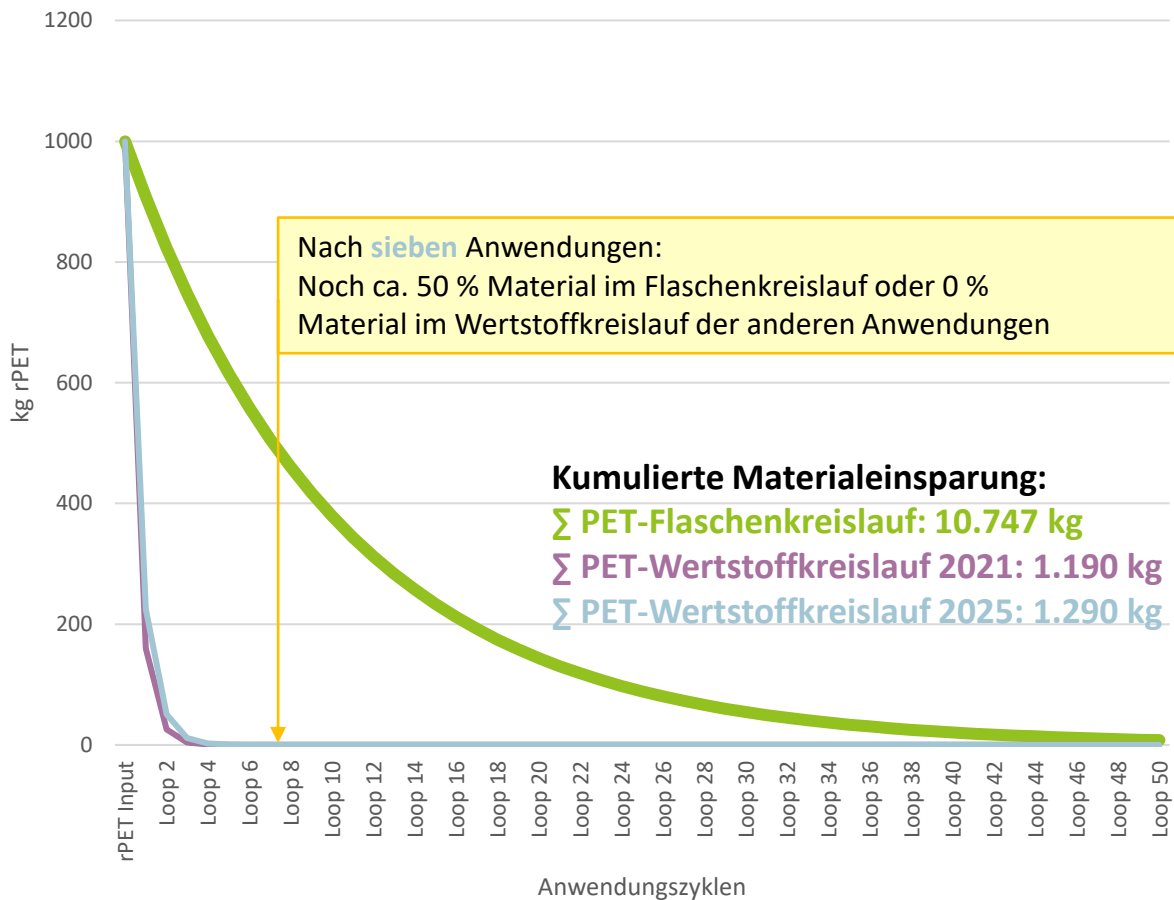
Das Reduktionspotenzial nimmt ab, da aufgrund der bereits heute durch die Akteure innerhalb der Getränkebranche kommunizierten Absichten zum Rezyklateinsatz ein rPET-Anteil von 64 % in den Getränkeflaschen antizipiert wurde.
- Die grundsätzlichen Vorteile des prioritären Materialkreislaufs für PET-Getränkeflaschen zeigen sich **robust gegenüber methodischen Variationen**
 - Die Annahme, dass rPET einen Marktmix an Materialien (PET, PP, PE und Baumwolle) ersetzt, resultiert in höheren Gutschriften.
 - Die Gutschriftenmethode zeigt größere rechnerische Vorteile als die Lastschriftenmethode.
- Grundsätzlich sind alle bilanzierten Methoden korrekt und wissenschaftlich begründbar. Typische Getränkeverpackungsökobilanzen in Deutschland nutzen das Gutschriftenmodell, ergänzt um eine Allokation der Verwertungslasten und des Recyclingnutzens.

Kurzgutachten rPET

Materialerhalt und -bindung

Materialerhalt und -bindung

Folgenutzen von 1.000 kg rPET – kumulierte Materialeinsparung

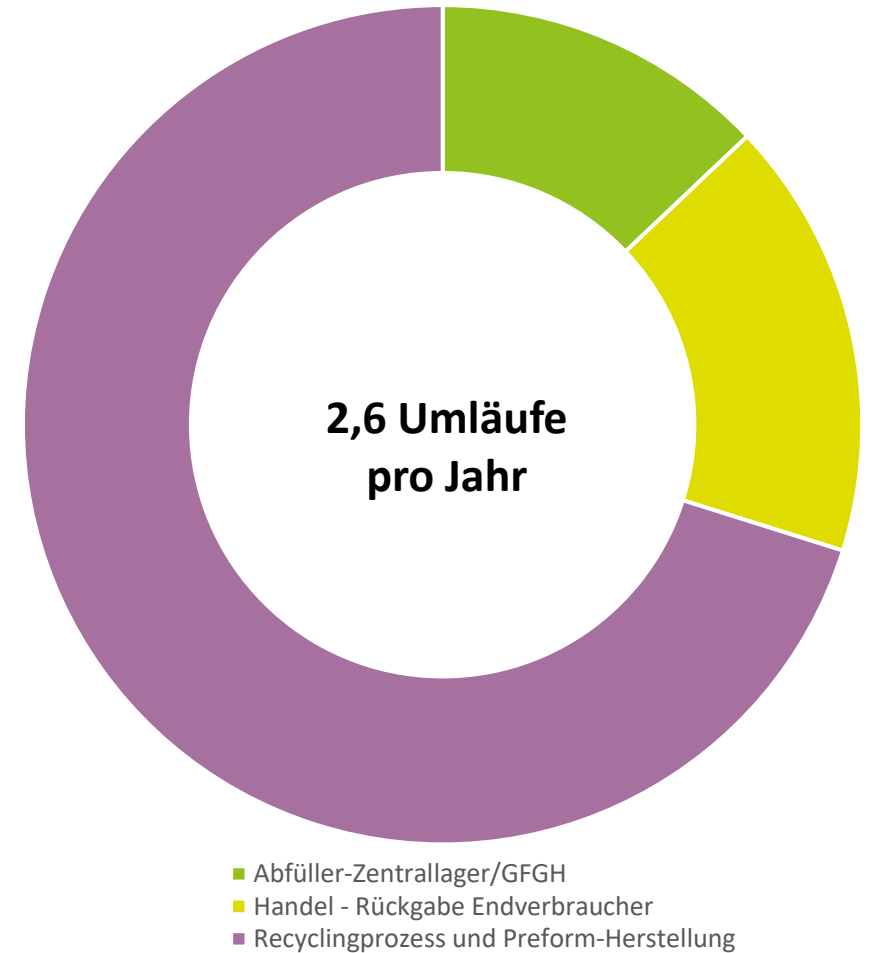


- Die Treibhausgasbilanzierung zeigt einen Vorteil für den prioritären Materialkreislauf der PET-Getränkeflaschen im Vergleich mit der Anwendung des rPET in anderen Produkten.
- Der Schlüssel für diesen Befund ist der **Materialerhalt** innerhalb des Flaschenkreislaufs. Durch die hohe Erfassungsquote der Verpackungen in Kombination mit der hohen Zuführungsquote zu einer werkstofflichen Verwertung bleiben **über 90 %** des Eingangsmaterials **für eine weitere Anwendung erhalten**.
- Im Wertstoffkreislauf der anderen Produkte liegt dieser Wert aufgrund der Materialabdrift und des hohen Anteils der thermischen Verwertung deutlich niedriger, nämlich bei lediglich 16 % im Jahr 2021 und prognostizierten 23 % im Jahr 2025.
- Die nebenstehende Abbildung zeigt, dass **1.000 kg rPET** aus dem Flaschenkreislauf nach maximal drei Anwendungen restlos verloren sind. Im System PET-Getränkeflasche sind zu diesem Zeitpunkt noch ca. 75 % des Materialinputs vorhanden. Somit ist die **kumulierte Materialeinsparung im PET-Flaschenkreislauf um den Faktor 8 bis 9 höher** als in den Systemen im Wertstoffkreislauf

Materialerhalt und -bindung

Materialbindung

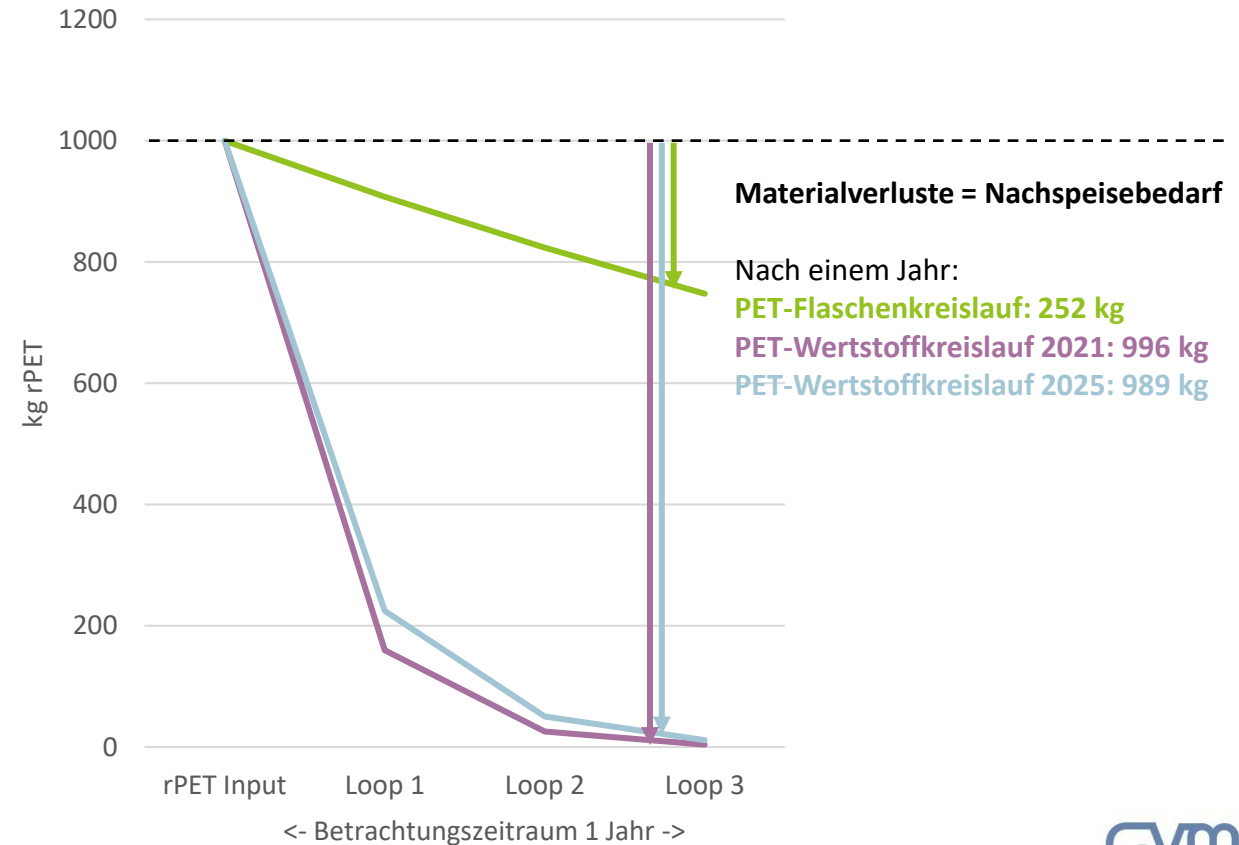
- Die kumulierte Materialeinsparung ist abhängig von der Anzahl der durchlaufenden Recyclingloops.
- Um den Materialnachspeisebedarf eines Jahres bestimmen zu können, gilt es, die Verweildauer des Materials bei den verschiedenen Akteuren zu bestimmen.
- Im Rahmen einer Befragung und Auswertung von Studienergebnissen konnte ermittelt werden, dass das Material im Flaschenkreislauf in Summe **2,6 Wiedernutzungen pro Jahr** durchlaufen kann.
- Die Anzahl der Umläufe hängt sehr stark von den Lagerzeiten beim Verwerter, Preform-Hersteller und Abfüller sowie im Handel ab.
- Die vergleichsweise lange Verweildauer im Recycling und in der Preform-Produktion hat vielfältige Gründe. Die Materialverfügbarkeit und Verarbeitungskapazitäten sind üblicherweise die limitierenden Faktoren.



Materialerhalt und -bindung

Folgenutzen von 1.000 kg rPET - Nachspeisebedarf

- Der Effekt der Wiedernutzung des Materials wird noch deutlicher, wenn die Annahme gilt, dass die **Materialverluste durch Materialnachspeisungen auszugleichen** sind.
- Unter der Prämisse, immer wieder 1.000 kg PET-Produkte in den Markt zu bringen, beläuft sich der Nachspeisebedarf im Flaschensystem auf 252 kg innerhalb von zwölf Monaten.
- Im System Wertstoffkreislauf muss binnen eines Jahres nahezu der ganze Materialinput ersetzt werden.
 - Im Jahr 2021 müssen 996 kg verlorenes Material substituiert werden.
 - Im Jahr 2025 müssen noch immer 989 kg verlorenes Material substituiert werden.
- Der **langfristige Materialerhalt** ist ein wesentlicher Faktor, um zu positiven Ergebnissen bei den Treibhausgasemissionen eines prioritären Flaschenkreislaufs zu gelangen.



Materialerhalt und -bindung

Zwischenfazit

- Wesentlich für die positive Treibhausgasbilanz des prioritären Flaschenkreislaufs ist der **Materialerhalt** im Flaschensystem.
- Durch die hohe Zuführung zu einem Wiederrecycling kann ~~das~~ eine definierte Menge an Rezyklaten im Flaschenkreislauf bis zu **9-mal mehr Material ersetzen** als in anderen Anwendungen innerhalb des Wertstoffkreislaufs.
- Damit ist der notwendige **Materialnachspeisebedarf** in das System Flaschenkreislauf **deutlich geringer** als in die anderen Systeme.
- Auf Basis der ermittelten Verweildauern bei den Akteuren des Flaschenkreislaufs kann bestimmt werden, dass das **Material im Flaschenkreislauf** derzeit **2,6 Umläufe pro Jahr** erreicht.
- Die **Kenntnis über die Verweildauern** und deren Einflussfaktoren sind **wesentlich für die Verstetigung des Materialkreislaufs**. An dieser Stelle sollte mehr Forschung stattfinden, was die Verweildauer des Materials bei den Verwertern und den Preform-Herstellern beeinflusst.

Ansprechpartner:

Nicolas Cayé
GVM Gesellschaft für
Verpackungsmarktforschung mbH
Alte Gärtnerei 1
D-55128 Mainz

Fon +49 (0) 6131.33673 30
Fax +49 (0) 6131.33673 50

n.caye@gvmonline.de
www.gvmonline.de

Benedikt Kauertz
ifeu Institut für Energie- und
Umweltforschung gGmbH
Wilckensstraße 3
D-69120 Heidelberg

Fon +49 (0) 6221.4767 57
Fax +49 (0) 6221.4767 19

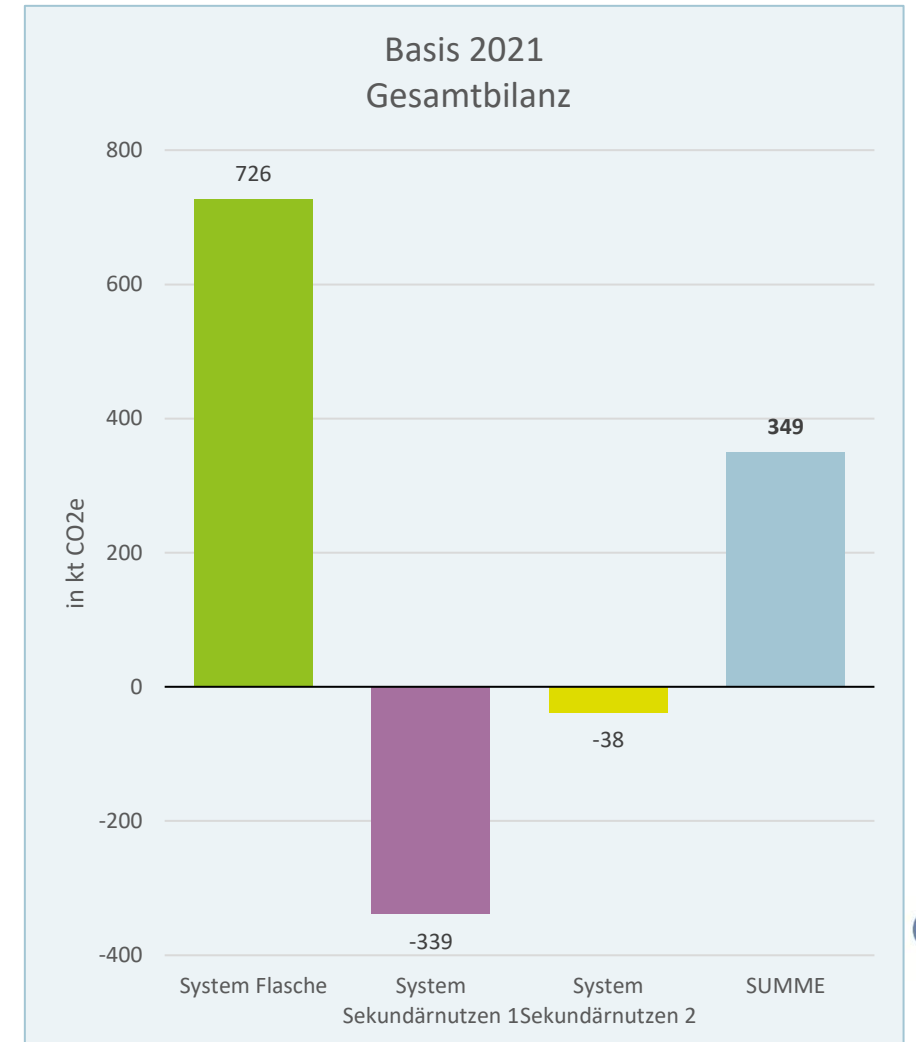
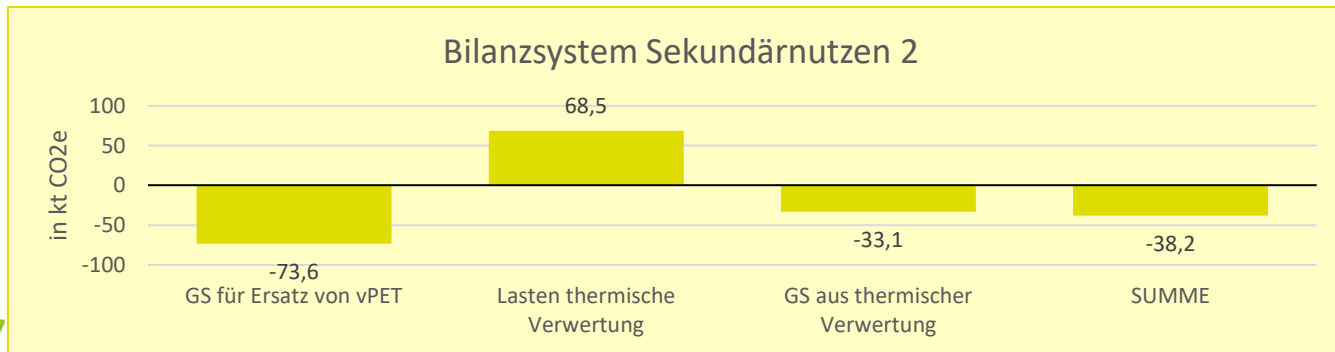
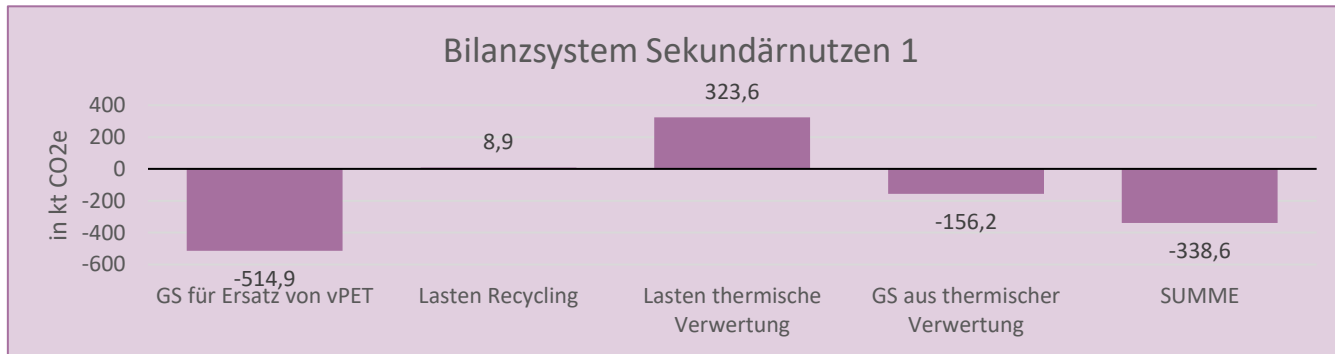
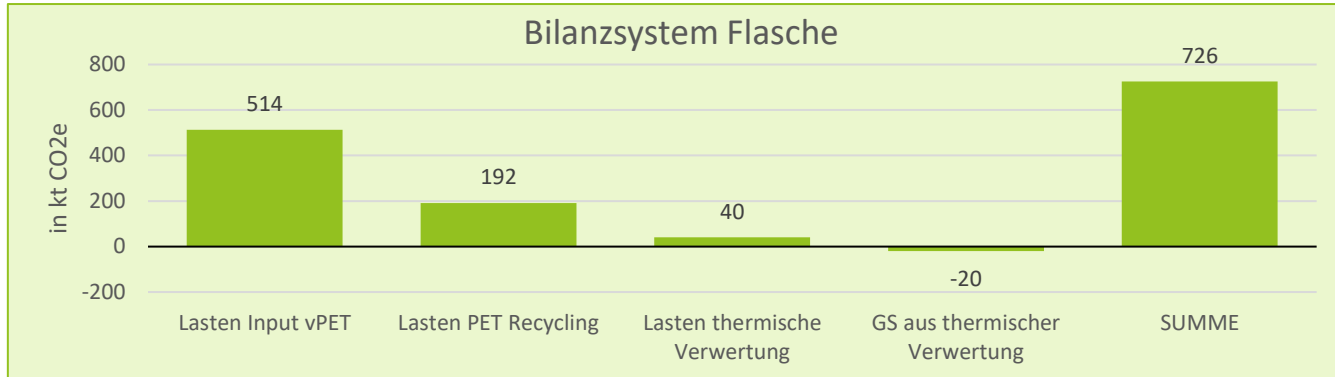
benedikt.kauertz@ifeu.de
www.ifeu.de

Kurzgutachten rPET

Anhang

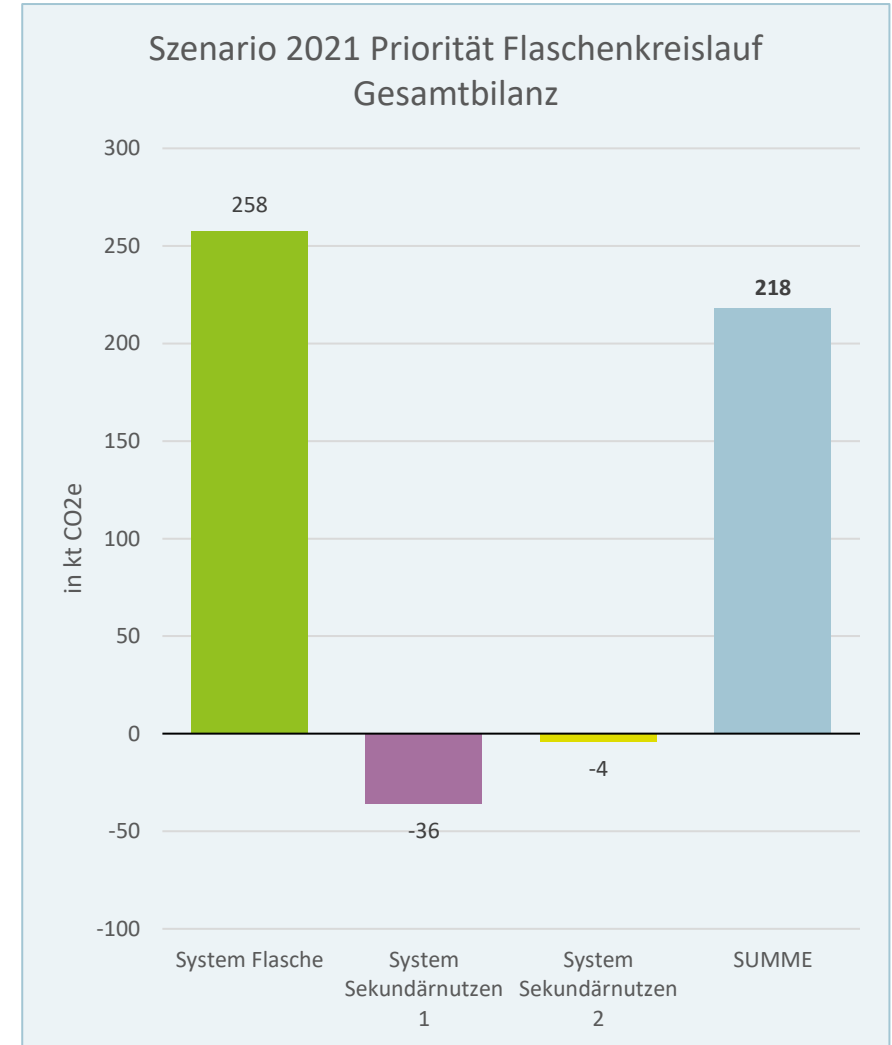
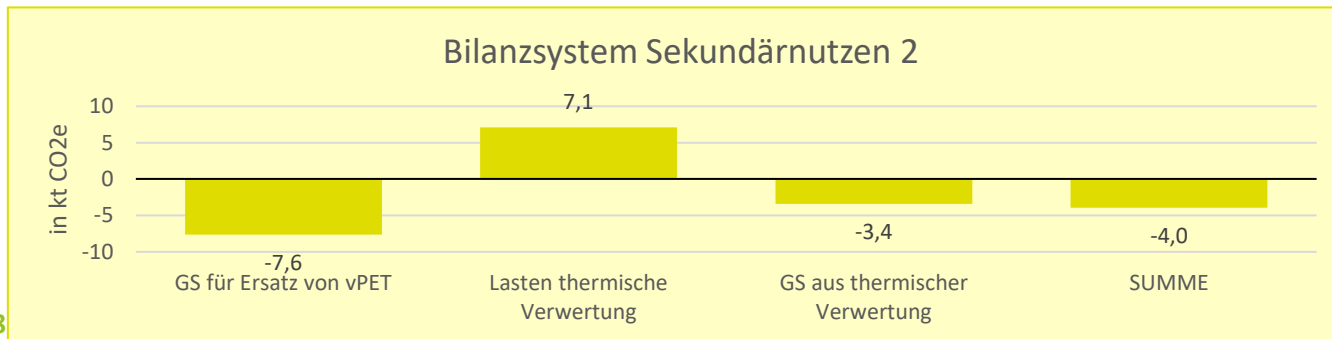
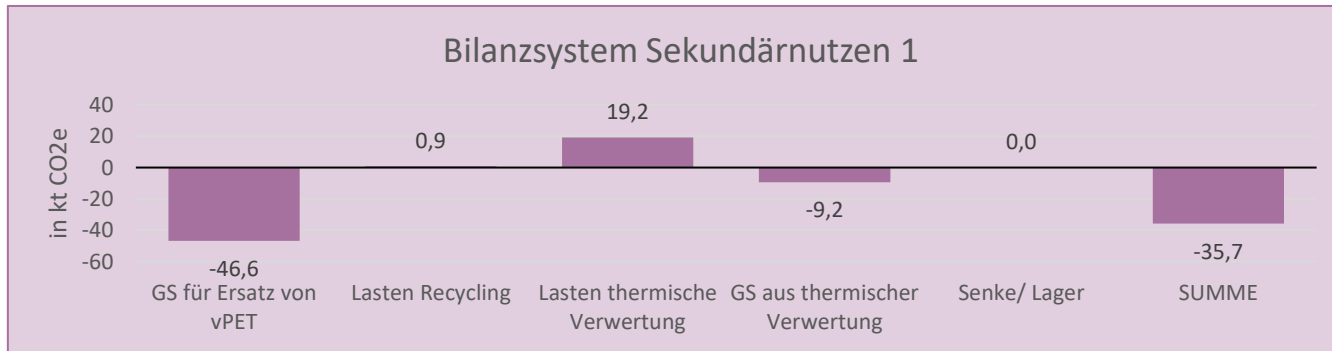
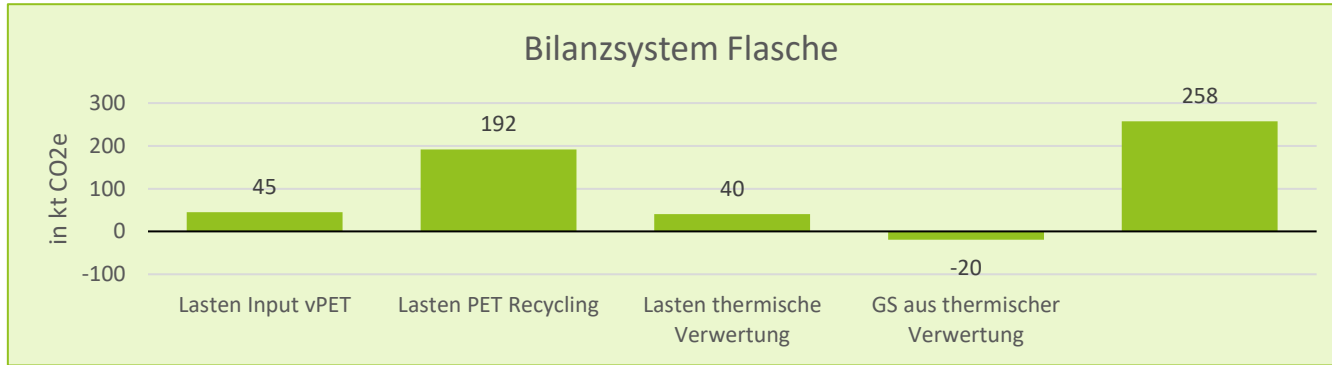
Anhang zur Treibhausgasbilanz

Basis 2021: stoffgleiche Gutschrift



Anhang Treibhausgasbilanz

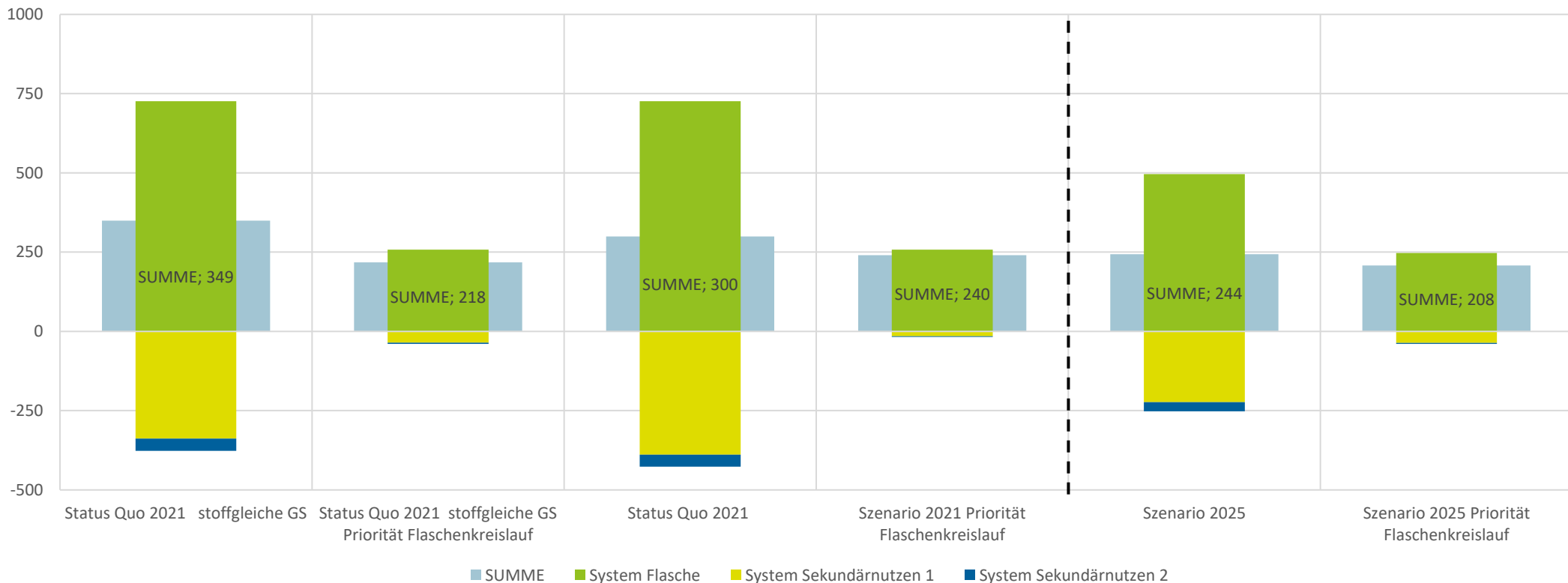
Szenario 2021: stoffgleiche Gutschrift (Priorität Flaschenkreislauf)



Anhang zur Treibhausgasbilanz

Ergebnisvergleich - Gutschriftenmethode

- Ergänzung zu Folie 27
- Darstellung der Ergebnisse inkl. der beiden Szenarien zur stoffgleichen Gutschrift
- Der für den Hauptteil der Studie gewählte Ansatz ist konservativ im Sinne des Vergleichs (eher Unterschätzung der Reduktionseffekte).



Anhang zur Treibhausgasbilanz

Ergebnisvergleich - Lastschriftenmethode

- Der für diese Studie gewählte Bilanzraum verknüpft den Flaschenkreislauf mit den Sekundärsystemen. Der ökologische Nutzen des Recyclingmaterials generiert Gutschriften, die mit den bilanzierten Umweltlasten zu einem Nettoergebnis saldiert werden. Geschlossene Kreisläufe generieren geringere Gutschriften.
- Alternativ kann dem geschlossenen Flaschenkreislauf eine zusätzliche Lastschrift für entgangenen Sekundärnutzen erteilt werden. Diese zusätzliche Lastschrift ist das Delta zwischen dem Sekundärnutzen 1 und 2 im offenen System und dem Sekundärnutzen 1 und 2 im geschlossenen System.
- Die Ergebnisse zwischen den beiden Methoden unterscheiden sich in der Ausprägung der Unterschiede, nicht aber in der eigentlichen Ergebnisrichtung. Die **Ausrichtung der Ergebnisse** ist somit **stabil** und wird **nicht von methodischen Festlegungen beeinflusst**.

