

# Nutzen von Verpackungen: „Entwicklung des Verpackungsaufkommens und des Verpackungsrecyclings in Deutschland“

Im Auftrag der:  
AGVU Arbeitsgemeinschaft Verpackung und Umwelt e.V.

## 1. Entwicklung des Verpackungsaufkommens

- Wie viel Verpackungen werden in Deutschland genutzt?
- Welche Materialien werden dafür verwendet?
- Wie hat sich der Verpackungsaufkommen entwickelt?
- Von welchen Faktoren hängt das Verpackungsaufkommen ab?
- Warum ist der Verpackungsaufkommen gestiegen?
- Nutzt Deutschland im europäischen Vergleich besonders viele Verpackungen?

## 2. Entwicklung des Verpackungsrecyclings

## Anhang

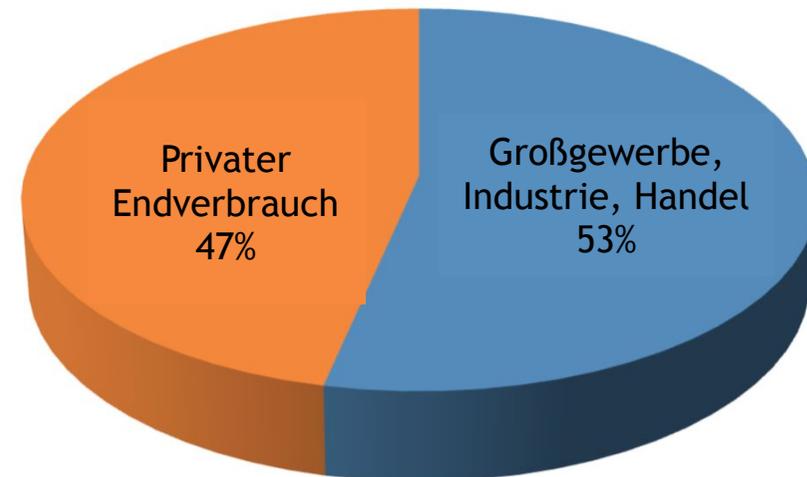
> Das Verpackungsaufkommen unterteilt sich in:

1. den privaten Endverbrauch durch Haushalte und gleichgestellte Anfallstellen
2. den Verbrauch in Anfallstellen in Großgewerbe, Industrie und Handel.

> Beide tragen in etwa zu gleichen Teilen zum Verpackungsverbrauch bei. Seit 1991 ist die Rolle von **großgewerblichen Anfallstellen** leicht gestiegen. [22,23,24]

> Das Verpackungsaufkommen in der Industrie ist besonders stark von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung abhängig.

**Verpackungsverbrauch in Tonnen  
2015 nach Anfallstellen [23]**

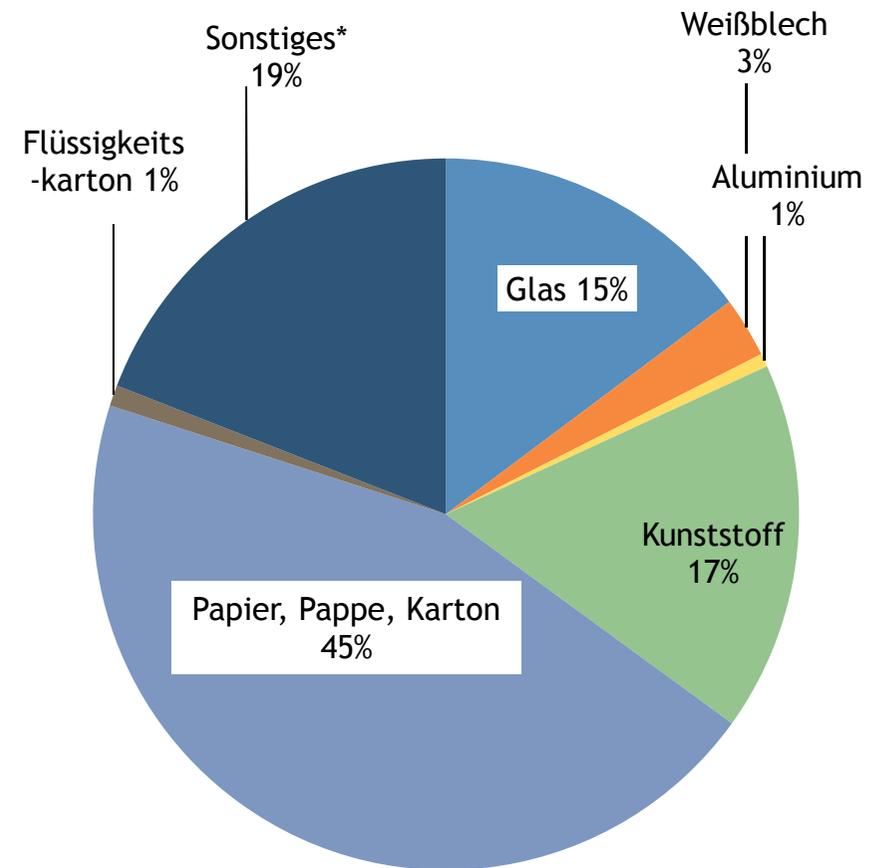


> In der öffentlichen Diskussion um das Verpackungsaufkommen geht es meist um haushaltsnahe Verpackungen (z.B. Becher für Heißgetränke, Tragetaschen, KaffEEKapseln). Der industrielle Verbrauch spielt jedoch ebenfalls eine große Rolle.

## Entwicklung des Verpackungsaufkommens

### Entwicklung des Verpackungsaufkommens

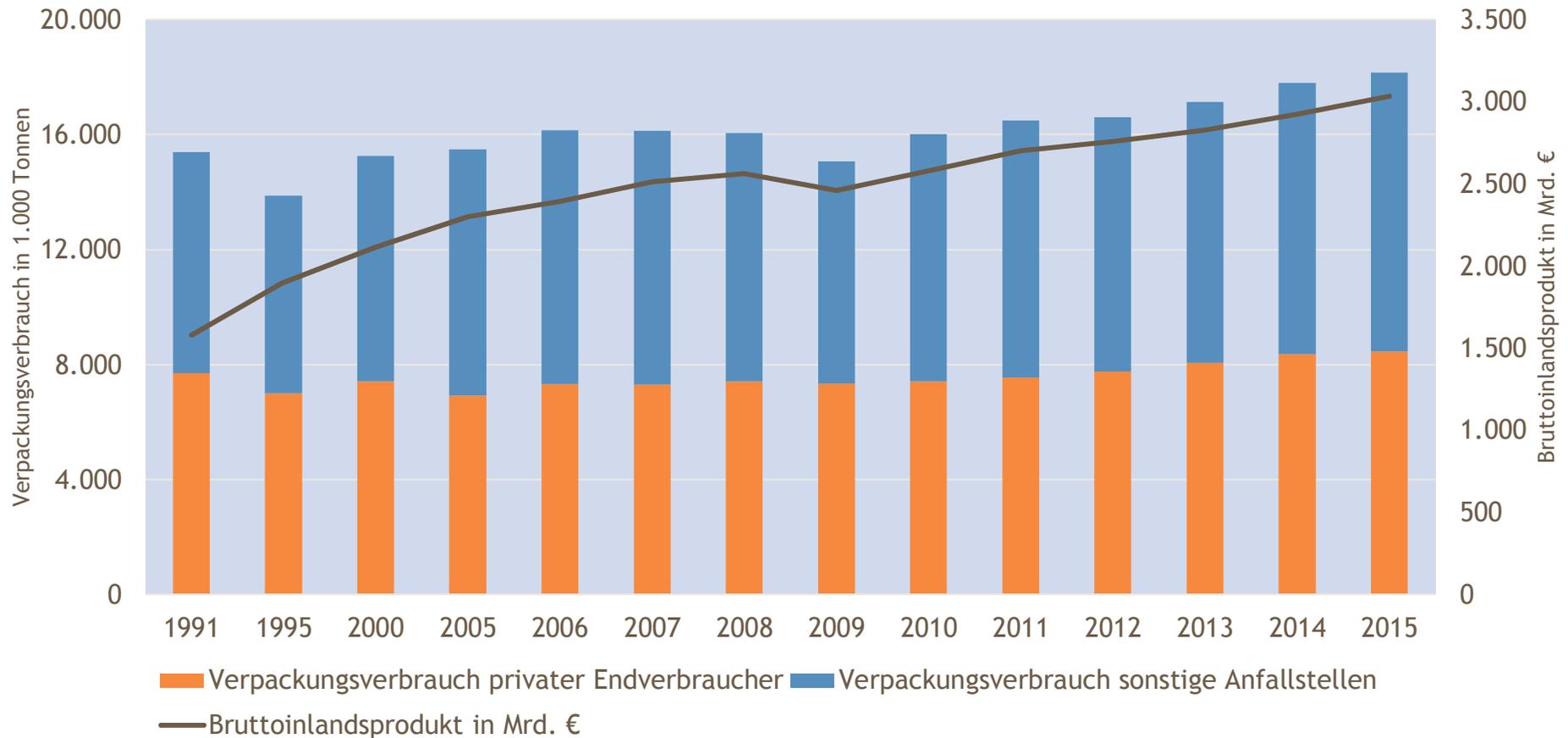
- > Seit der Wiedervereinigung ist das Verpackungsaufkommen um 18 % von 15,4 Mio. Tonnen auf **18,2 Mio. Tonnen** gestiegen (2015). [22,23,24]
- > Im gleichen Zeitraum wuchs die Bevölkerung um 2,1 %. **Pro Kopf** stieg der Verpackungsverbrauch von 192 kg auf **222 kg** (+15,6 %).
- > Dies hat **verschiedene Gründe**:
  1. Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung
  2. Eine veränderte Soziodemographie
  3. Sich wandelnde Konsum- und Einkaufsgewohnheiten
  4. Entwicklungen auf dem Verpackungsmarkt



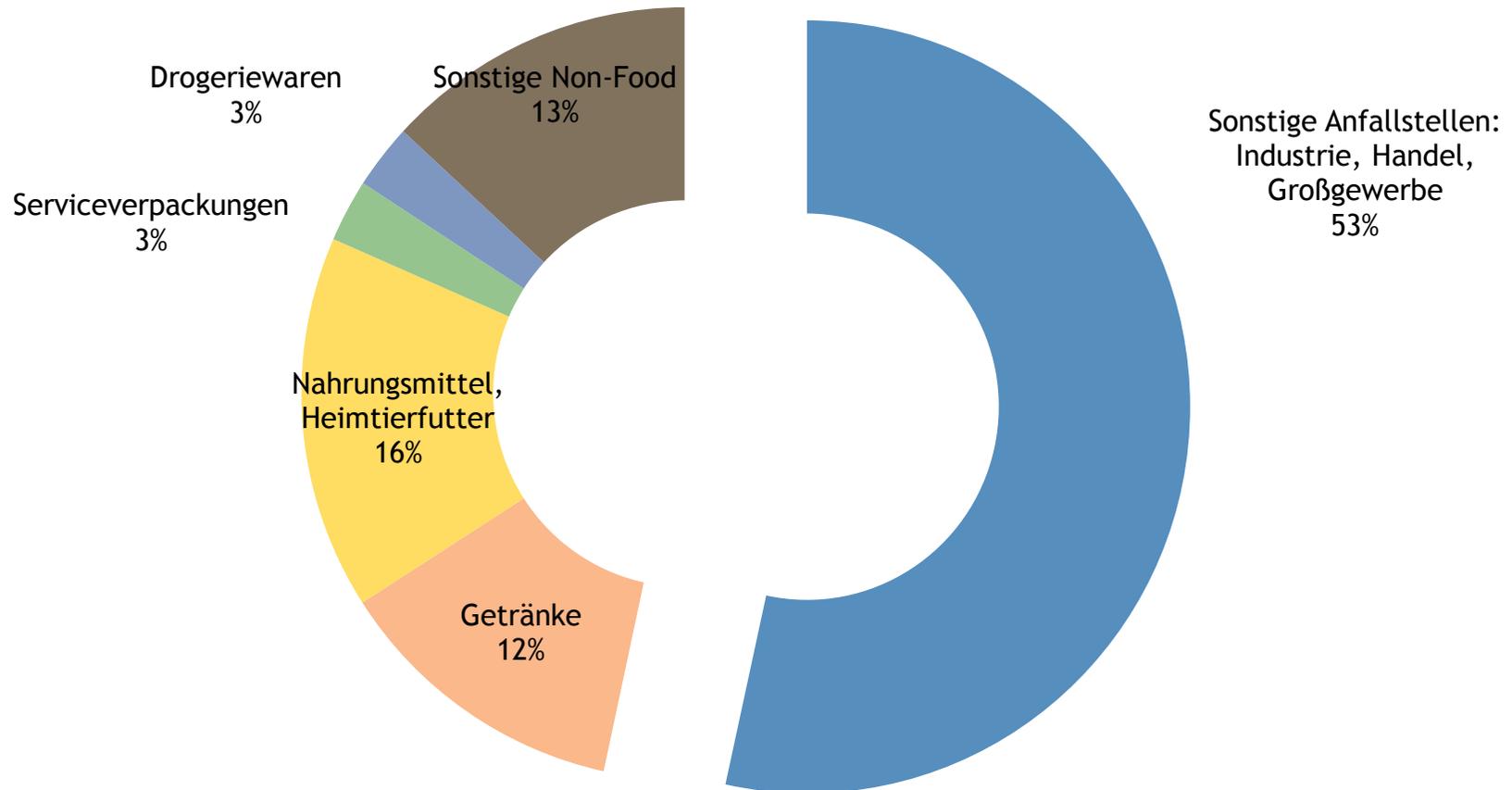
Bezug: Verpackungstonnage Gesamtverbrauch 2015. [22,23,24]  
Sowohl Verpackungen privater Endverbraucher als auch sonstige Anfallstellen (Industrie, Handel, Großgewerbe). Enthält Primär-, Sekundär- und Tertiärverpackungen.  
Sonstiges: Holz (17 %), Textil, Kautschuk, Keramik (1,9%)

# Entwicklung des Verpackungsaufkommens

## Gesamtwirtschaftliche Entwicklung



Es gibt einen statistischen Zusammenhang zwischen Verpackungsaufkommen und BIP. Das BIP hat sich seit 1991 fast verdoppelt (+ 92 %). [22,23,24]



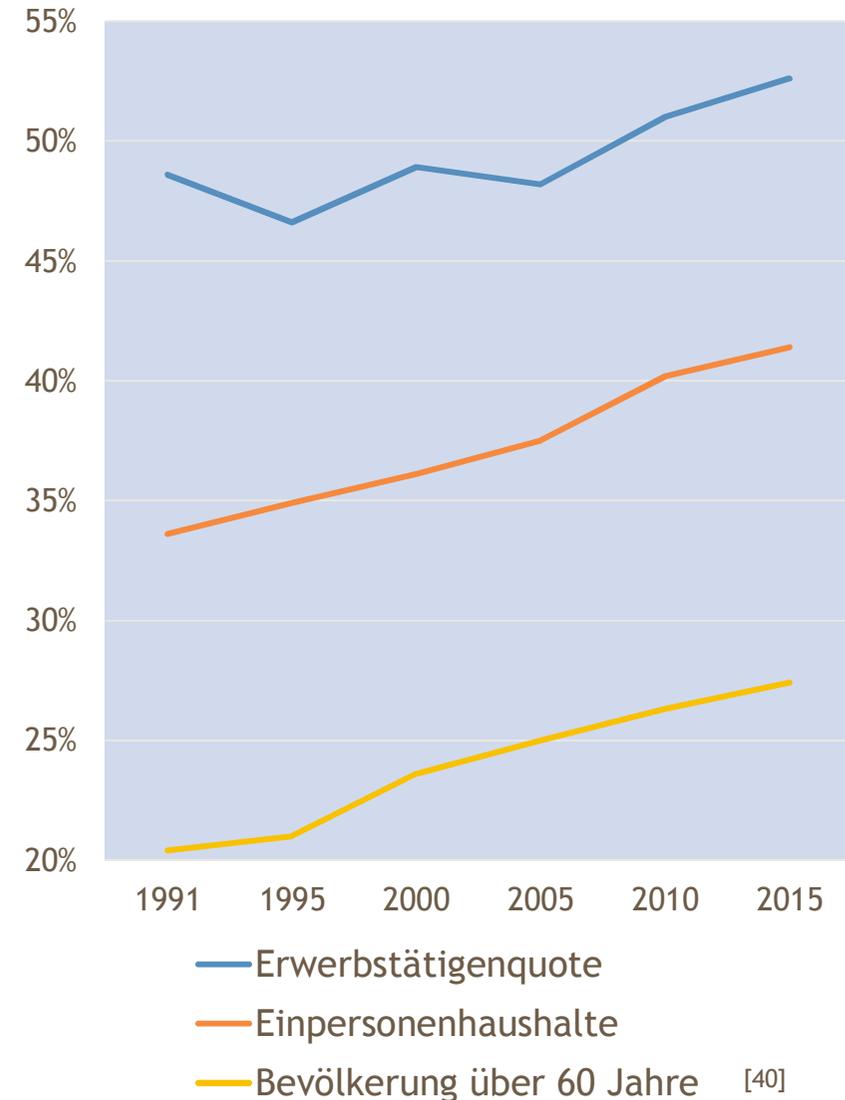
> Schnell drehende Konsumgüter machen einen großen Anteil des Verpackungsverbrauchs privater Endverbraucher aus. [20,23,24]

> Die Bevölkerungsanzahl entwickelte sich in den letzten 25 Jahren nur mäßig (+ 2,1 %). Die Soziodemographie Deutschlands hat sich jedoch tiefgreifend verändert:

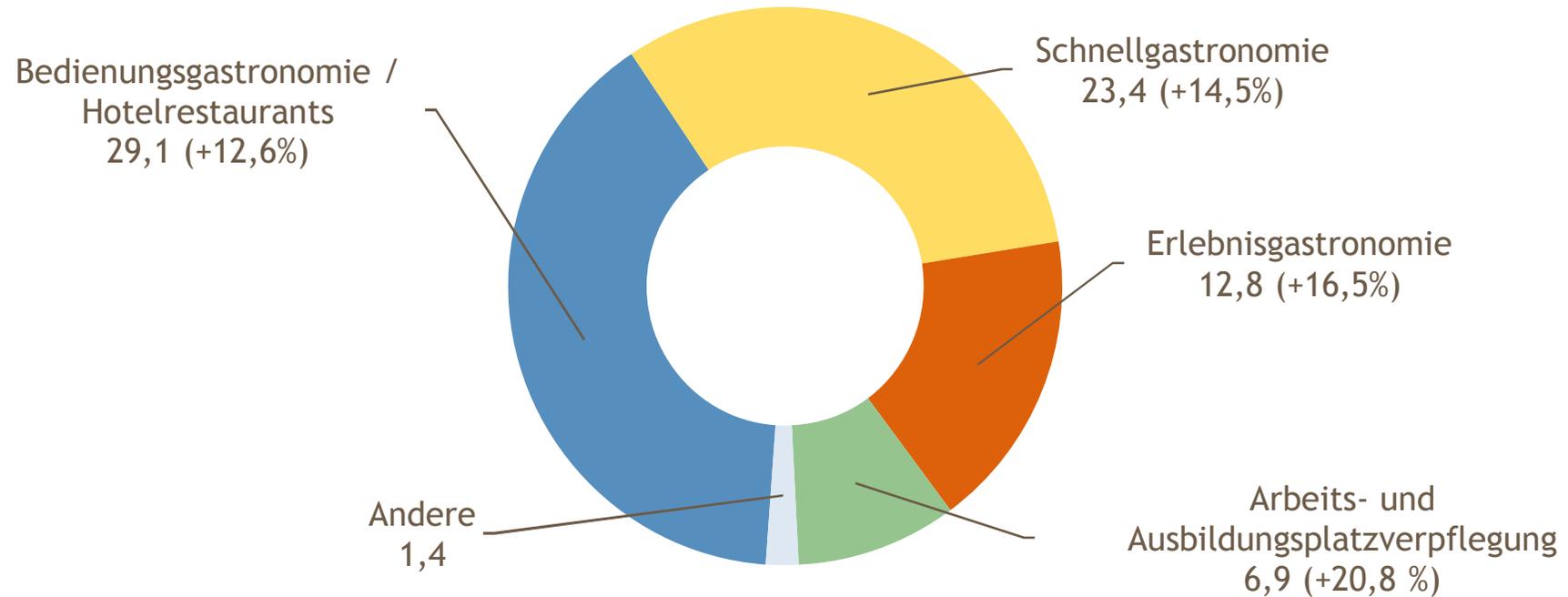
1. Die Zahl der **Einpersonenhaushalte** hat stark zugenommen (41,4 % in 2015).
2. Der Anteil von **Seniorenhaushalten** nimmt zu (27,4 % der Bevölkerung sind über 60).
3. Die **Erwerbstätigenquote** ist gestiegen (52,6 %). [40]

> Dies wirkt sich auf das Konsumverhalten und das Verpackungsaufkommen aus:

- > Es werden kleinere Füllgrößen und mehr vorportionierte Waren gekauft.
- > Kleinere Haushalte und Erwerbstätige verbrauchen mehr Produkte des Außer-Haus-Verzehrs.

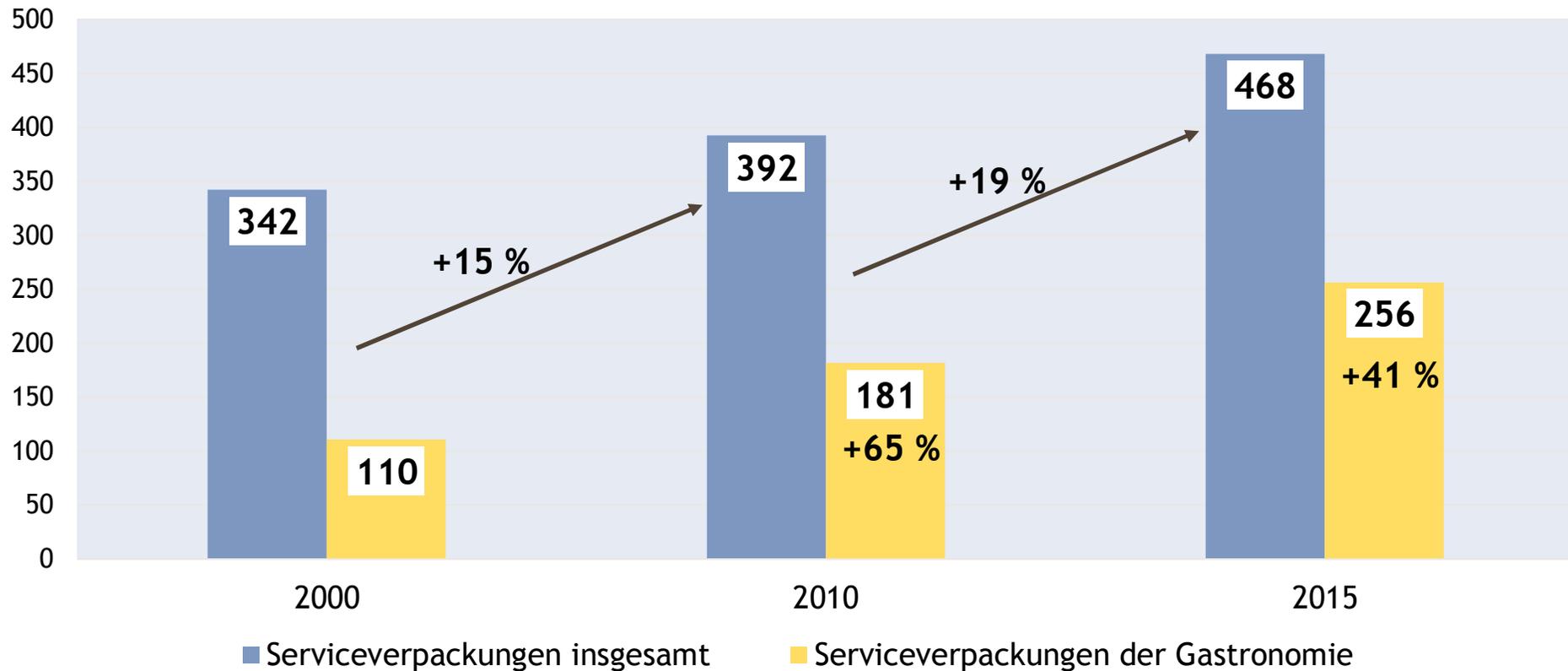


## Umsatz im Außer-Haus Konsum in Milliarden € 2015 im Vergleich zu 2009 [7]



> Zwischen 2009 und 2015 ist der Umsatz im Außer-Haus Markt um 16,1 % gestiegen. [7]

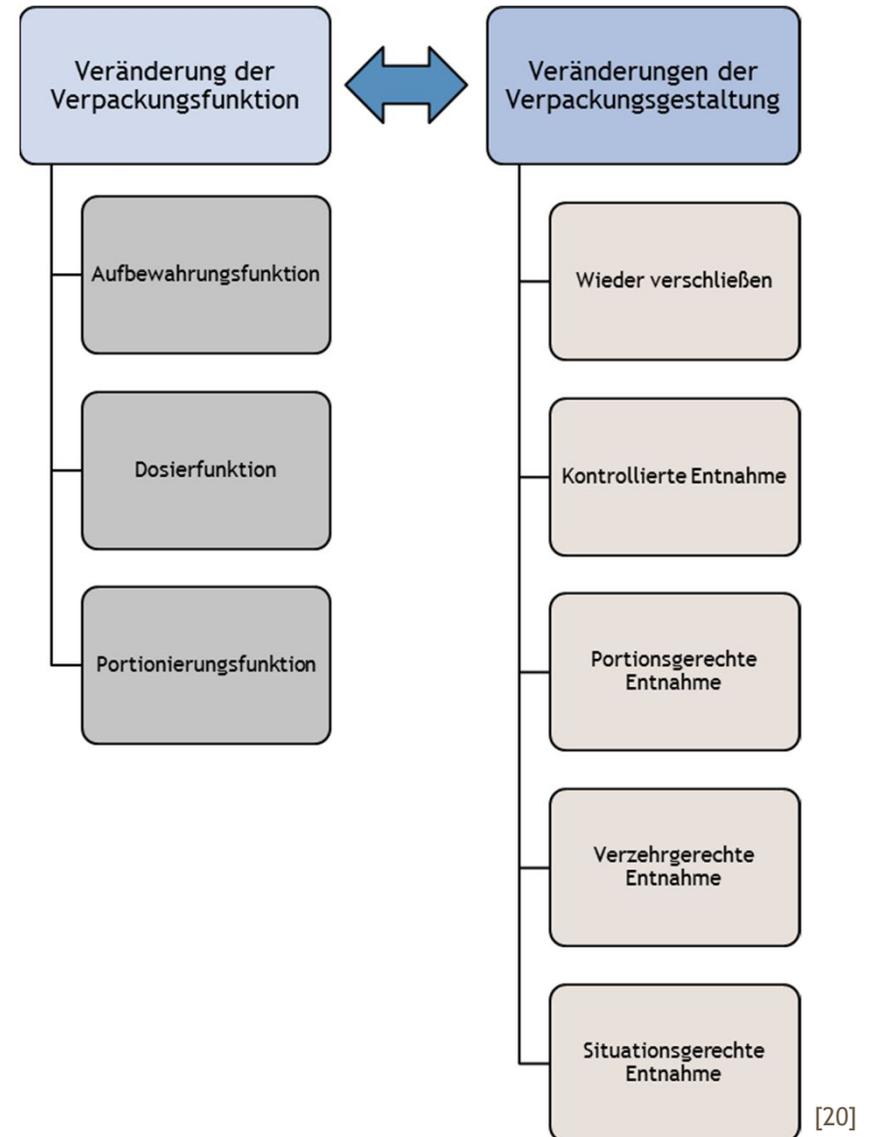
Entwicklung des Verbrauchs von Serviceverpackungen\* - in kt <sup>[24]</sup>



\*Serviceverpackungen sind Verpackungen, die zur unmittelbaren Übergabe von Waren an den Endverbraucher genutzt werden (z.B. Pizzaschachtel).

- > Aufgrund des gestiegenen Außer-Haus Konsums hat der Verbrauch von Serviceverpackungen zwischen 2000 und 2015 um 37 % zugenommen.
- > In der Gastronomie stieg der Verbrauch von Serviceverpackungen um 133 %. <sup>[20,23,24]</sup>

- > Neben der Tendenz zu kleineren Füllgrößen und mehr Außer-Haus-Verbrauch wirken sich noch andere Trends entscheidend auf den Verpackungsverbrauch aus:
  - Es werden mehr Convenience-Produkte und vorverpackte Ware gekauft und konsumiert.
  - Die Vertriebsschiene Distanzhandel wird immer wichtiger.
- > Als Konsequenz daraus ändert sich die **Verpackungsgestaltung**.
- > Die Verpackungsfunktionen **Aufbewahren**, **Dosieren** und **Portionieren** gewinnen an Bedeutung.



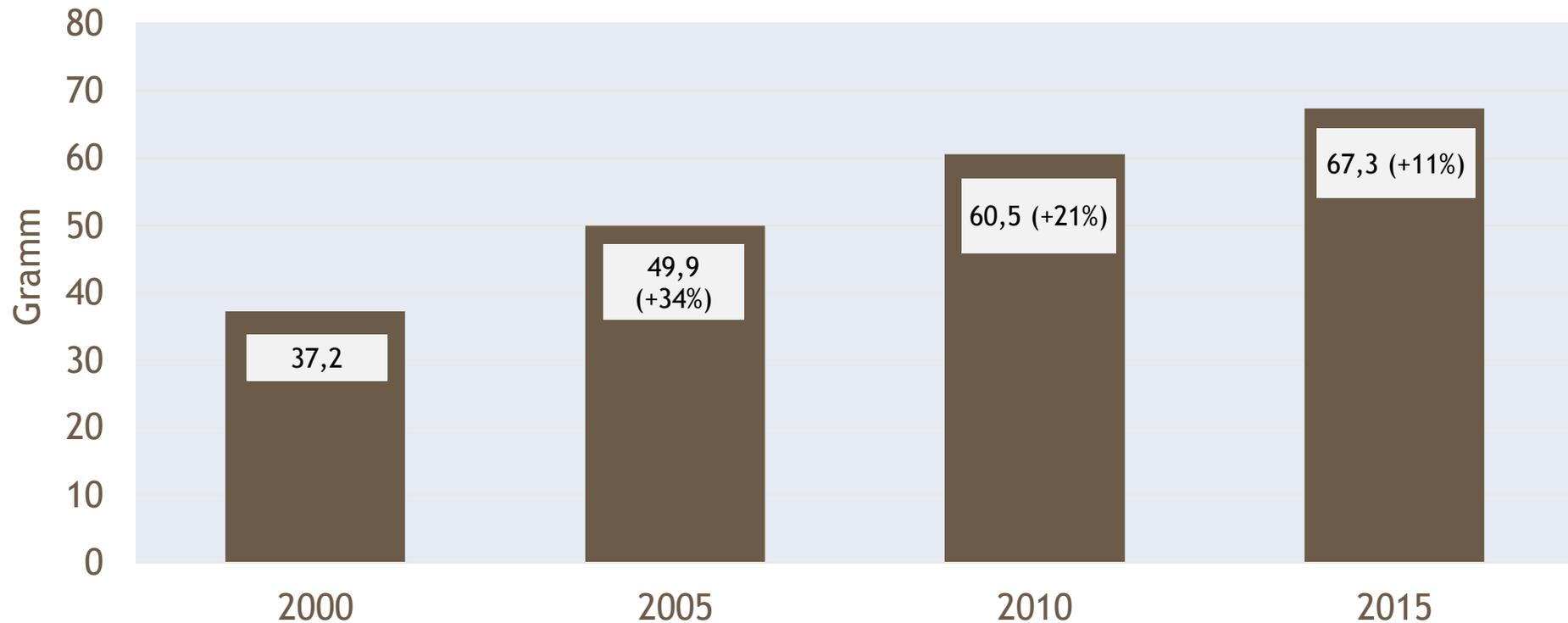
- > Der Anteil der vorverpackten Ware hat auf lange Sicht stark zugenommen.
- > Bei Frischobst und Frischgemüse werden fast zwei Drittel der Waren vorverpackt.
- > **Dem größeren Produktschutz vor Druckschäden und Verderb steht ein höheres Verpackungsaufkommen gegenüber.**
- > Auch die Umstellung von Thekenware auf vorverpackte Ware bspw. bei Fleisch, Wurst oder Käse führt zu einem höherem Verpackungsaufkommen.
- > Die Produktmenge in Selbstbedienungsverpackungen hat sich seit 2000 mehr als verdoppelt. Das Aufkommen von Kunststoffverpackungen hat sich vervielfacht.
- > Eine ähnliche Entwicklung gibt es auch bei Backwaren. [20,23,24]

	vorverpackte Ware	Service- verpackungen	unverpackt (*)
	Anteile nach Art der Abgabe an Haushalte		
Frischobst	60,0%	38,0%	2,0%
Frischgemüse	66,4%	29,5%	4,0%

(\*) bzw. mitgebrachten Behältern, Beuteln

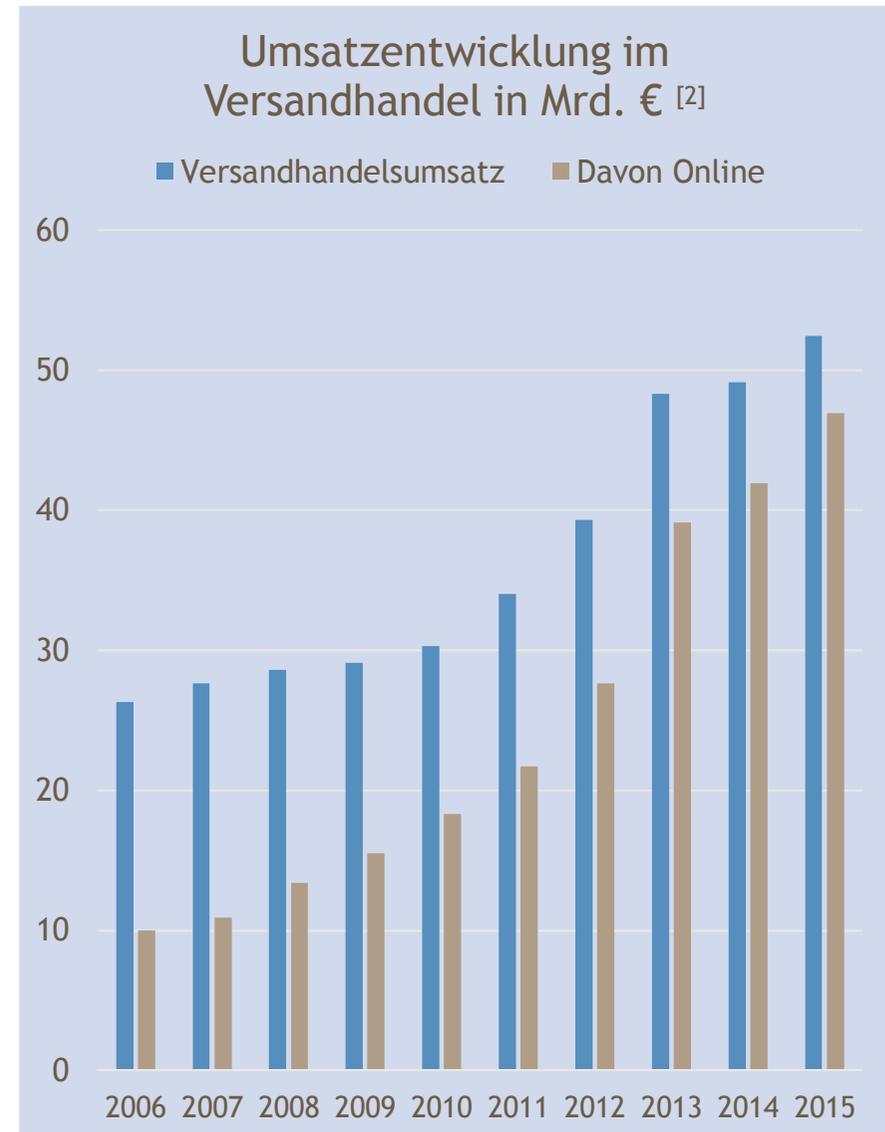
Quelle: GVM

Selbstbedienungs-Fleisch- und Wurstwaren  
Materialverbrauch von Kunststoff je kg Füllgut [23]

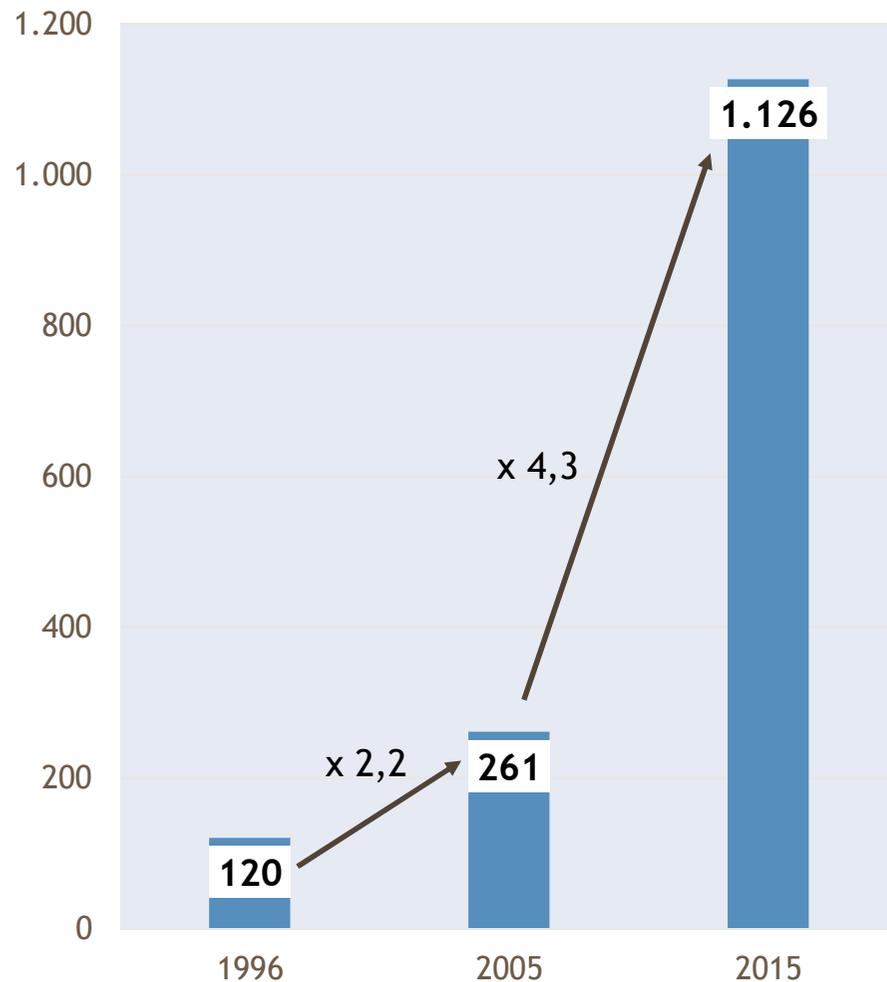


> Um ein Kilogramm Fleisch- und Wurstwaren zu verpacken werden heute durchschnittlich 67 Gramm Kunststoff benötigt. Das sind 30 g mehr als im Jahr 2000. [23,24]

- > Zwischen 2006 und 2015 hat sich der **Versandhandelsumsatz fast verdoppelt**. Der online erwirtschaftete Umsatz des Versandhandels hat sich vervierfacht. [2]
- > Die Anzahl der Sendungen steigt ähnlich schnell: Im Jahr 2000 wurden 1.690 Mio. Sendungen über Kurier-, Express- und Paketdienste versendet, 2015 waren es bereits 2.950 Mio. (+ 75 %). [3]
- > Dies hat **insbesondere Auswirkungen auf das Aufkommen von PPK-Verpackungen**.
- > Verglichen mit der Distribution über den Groß- oder Einzelhandel werden im Distanzhandel neben der Primärverpackung meist zusätzliche Versandhandelsverpackungen eingesetzt.



Aufkommen von PPK-Verpackungen  
im Distanzhandel - in kt <sup>[23]</sup>



- > Der Verbrauch von PPK-Verpackungen im Distanzhandel ist **rasant gestiegen**. <sup>[20,23,24]</sup>
- > Neben dem Anstieg der Sendungen ist dafür auch das **Verhalten der Händler** verantwortlich.
- > Viele Online-Händler verwenden immer noch nach Standardgrößen gestaffelte **Norm-Kartonagen**. Weitgehend unabhängig von Anzahl und Volumen der versendeten Produkte wird der gleiche Versandkarton einer Größenklasse verwendet.
- > Es kam bereits zu Verbesserungen. Trotzdem werden zum Teil immer noch Vorteile in der Logistik durch ein höheres Verpackungsaufkommen erkaufte.

- > Das Verpackungsaufkommen ist in wesentlichen Teilen von Faktoren abhängig, die **von der Verpackungsindustrie nicht zu beeinflussen** sind:
- Der steigende Außer-Haus-Konsum resultiert maßgeblich aus den **Mobilitätsanforderungen des modernen Arbeitsmarktes** und der zunehmenden **Urbanisierung**.
  - Der Trend zum Versandhandel resultierte u.a. aus den **gesellschaftlichen Veränderungen**, die durch die flächendeckende Verbreitung des Internets entstanden sind.
  - **Soziodemographische Faktoren** und die gesamtwirtschaftliche Entwicklung können von der Verpackungsindustrie nicht beeinflusst werden.

## Entwicklung des Verpackungsaufkommens Deutschland im europäischen Vergleich

- > Laut Eurostat hat Deutschland den höchsten Pro-Kopf-Verbrauch von Verpackungen. [15,16,17]
- > Der Vergleich ist jedoch irreführend. Die Eurostat-Daten basieren auf Angaben der Mitgliedsstaaten, deren Berechnungsmethoden sich massiv unterscheiden. Die **Vergleichbarkeit der Daten ist stark eingeschränkt.**
- > Die wichtigsten Gründe, die zu eingeschränkter Vergleichbarkeit der Daten führen, sind [20]:
  1. die Datenbasis (basierend auf Lizenzmengen oder Marktforschung)
  2. die Definition, was eine Verpackung ist und was nicht,
  3. ob alle relevanten Anfallstellen korrekt erfasst sind,
  4. ob alle sonstigen relevanten Aspekte vollständig erfasst sind,
  5. wie mit nicht lizenzierten Verpackungen umgegangen wird.

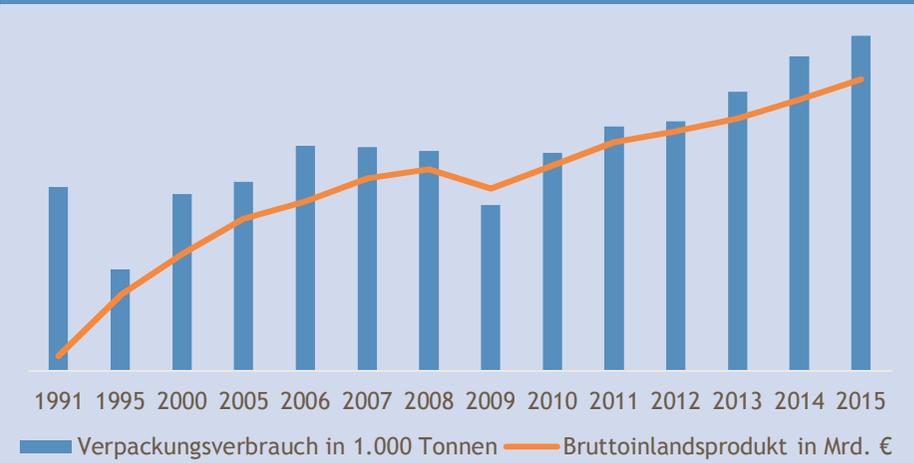
> Aussagen wie „Deutschland verbraucht pro Kopf doppelt so viele Verpackungen wie Schweden“ sind sachlich falsch.

# Entwicklung des Verpackungsaufkommens Auf einen Blick

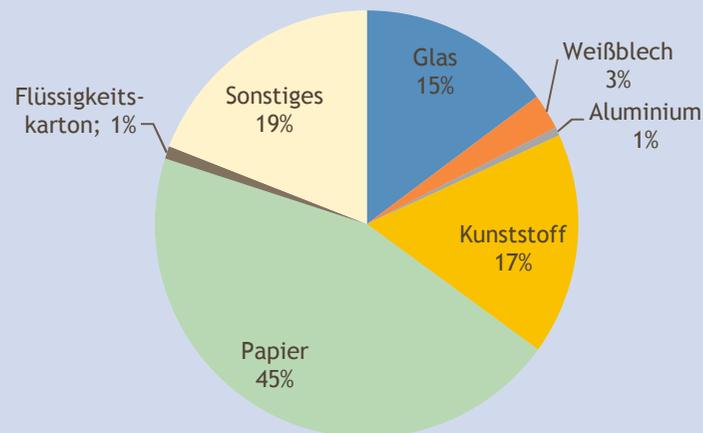
## Zusammenfassung

- > Das Verpackungsaufkommen in Deutschland 2015 betrug 18,2 Mio. Tonnen
- > Das sind 222 kg pro Einwohner im Jahr.
- > Die wichtigsten Gründe für den steigenden Verpackungsverbrauch sind:
  - > die gesamtwirtschaftliche Entwicklung
  - > eine veränderte Soziodemographie, bspw. Ein-Personen Haushalte und alternde Bevölkerung
  - > sich wandelnde Konsum- und Einkaufsgewohnheiten, bspw. Online-Handel

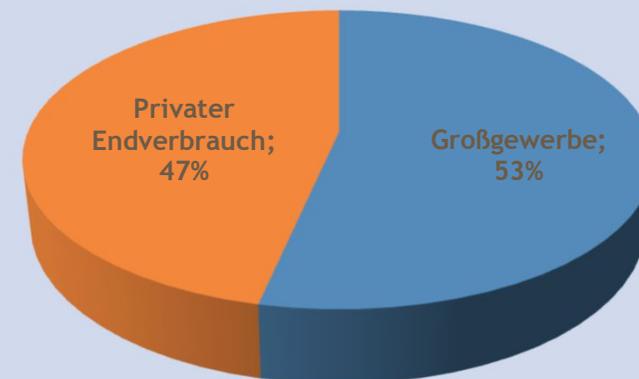
## Entwicklung



## Materialien



## Anfallstellen



## 1. Entwicklung des Verpackungsaufkommens

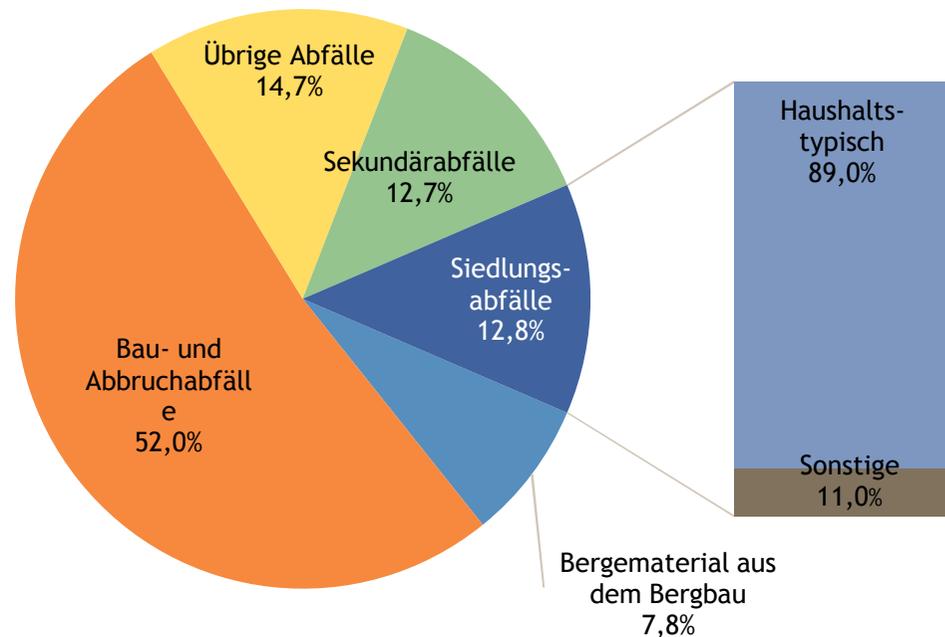
## 2. Entwicklung des Verpackungsrecyclings

- Welche Rolle spielen Verpackungen für das gesamte Abfallaufkommen?
- Wie hat sich das Verpackungsrecycling in Deutschland entwickelt?
- Was ist der aktuelle Stand des Verpackungsrecyclings?
- Was kostet das Recycling von Verpackungen den Bürger?
- Wie sind die Treibhausgasemissionen durch Entsorgung und Recycling von Verpackungen einzuordnen?

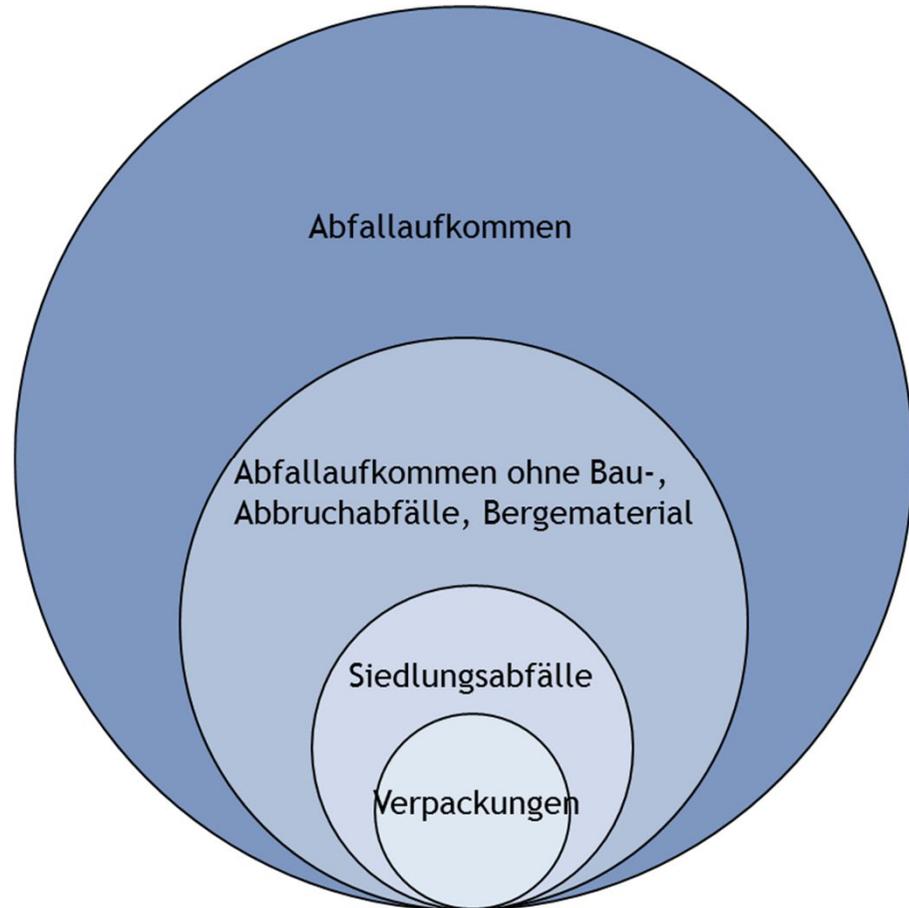
## Anhang

- > Gebrauchte Verpackungen sind ein wichtiger Teil der deutschen Abfallwirtschaft.
- > In der öffentlichen Diskussion ist es wichtig, den Stellenwert des Verpackungsverbrauchs für das gesamte Abfallaufkommen **richtig einzuordnen**.
- > In der Abfallbilanz sind Verpackungen Teil der **Siedlungsabfälle**.
- > Siedlungsabfälle machen knapp 13 % des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland aus. Rechnet man Bau- und Abbruchabfälle sowie Bergematerial aus dem Bergbau heraus, sind es 32 %. [36]

Zusammensetzung des Abfallaufkommens in Deutschland in Tonnen [36]



- > Etwa 35 % der Siedlungsabfälle sind Verpackungen.
- > Der Anteil am Abfallaufkommen ohne Bau-, Abbruchabfälle und Bergematerial beträgt 11 %.
- > Der Anteil der Verpackungen am gesamten Abfallaufkommen in Deutschland liegt bei ca. 4,5 %. [20]



- > Mit Einführung der **Verpackungsverordnung 1991** wurde die **Produktverantwortung** für Verpackungen eingeführt.
- > Hersteller und Vertreiber von Verkaufsverpackungen sind seither verpflichtet, diese zurückzunehmen und einer Verwertung zuzuführen. Dies kann durch die Beteiligung der Verpackungen an einem dualen System erfolgen.
- > Wirtschaft und Verbraucher übernehmen die Kosten für Sammlung, Sortierung und Verwertung.

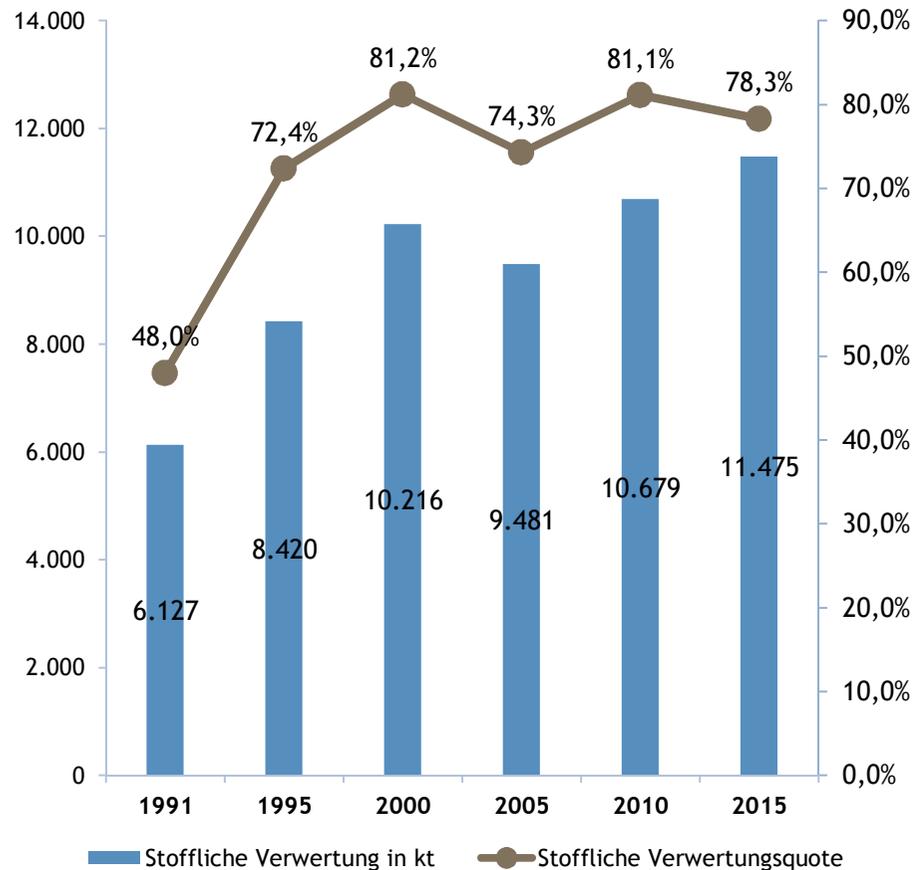
# Entwicklung des Verpackungsrecyclings

## Zusammensetzung der Haushaltsabfälle



Quelle: Öko-Institut 2016

- > Ein großer Erfolg des Verpackungsrecyclings seit 1990 ist, dass die **Menge an Restmüll um mehr als 50 % reduziert** werden konnte.
- > Restmüll wird heute zu 70 % in Müllverbrennungsanlagen und zu 30 % in Anlagen zur mechanischen und mechanisch-biologischen Behandlung entsorgt.
- > 1990 wurden noch 70 % der gesamten Abfallmenge ohne Vorbehandlung deponiert. Heute werden nur noch geringe Mengen von Rückständen aus der MVA oder MBA deponiert.
- > Gleichzeitig konnte die Menge an **getrennt erfassten Wertstoffen** (LVP, PPK und Glas) **um den Faktor 3,5 gesteigert** werden. [28]

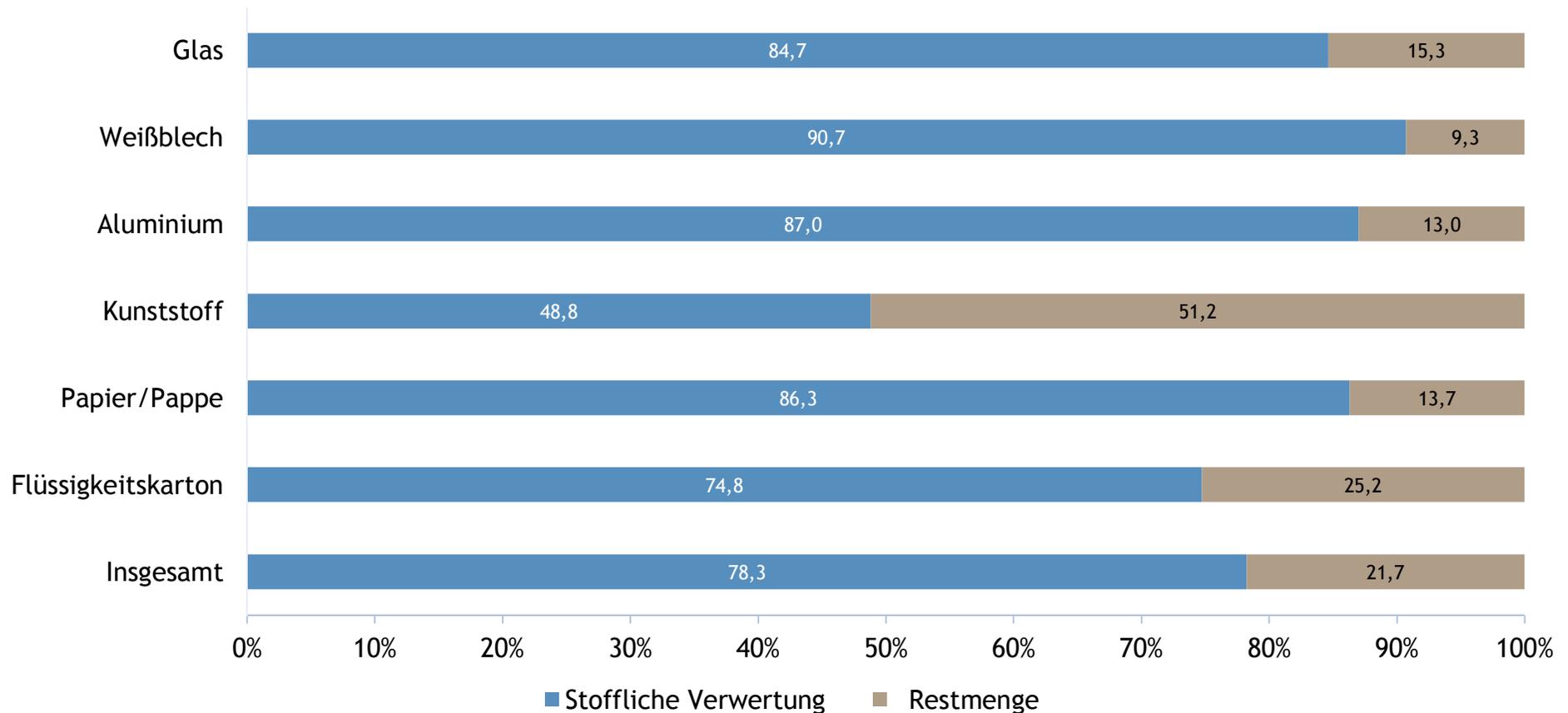


- > Die Menge der recycelten Verpackungen wurde im Laufe der Zeit deutlich gesteigert.
- > Im Jahr 2015 wurden in Deutschland **11,5 Millionen Tonnen Verpackungen stofflich verwertet** (= recycelt).
- > Dies entspricht einer **Recyclingrate von 78,3 %**. [22,23]

> Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 78,3 % aller Verpackungen recycelt.

# Entwicklung des Verpackungsrecyclings

## Recyclingquoten nach Materialfraktionen



> 2015 wurden in Deutschland über drei Viertel der Verpackungstonnage stofflich verwertet. Viele Materialfraktionen werden heute überwiegend dem Recycling zugeführt. <sup>[22]</sup>

## Entwicklung des Verpackungsrecyclings

### Verwertung von Verpackungen

---

- > In Deutschland werden 78,3 % aller Verpackungen recycelt. Die übrigen 21,7 % werden überwiegend **energetisch verwertet** und helfen dabei, fossile Energieträger und Kernenergie zu ersetzen.
- > Über 99 % der Verpackungen, die in Müllverbrennungsanlagen gelangen, landen in Anlagen, die dem R1-Kriterium entsprechen. Diese Anlagen sind so **energieeffizient**, dass erhebliche Mengen Energie aus den Verpackungen zurückgewonnen werden können. [22, 23]
- > Insgesamt werden in Deutschland **97 % aller Verpackungen recycelt oder energetisch verwertet**.
- > Der weitaus größte Anteil der 3% der Verpackungen, die nicht verwertet werden, wird durch Abfallmitverbrennung beseitigt, inertisiert deponiert oder kompostiert.

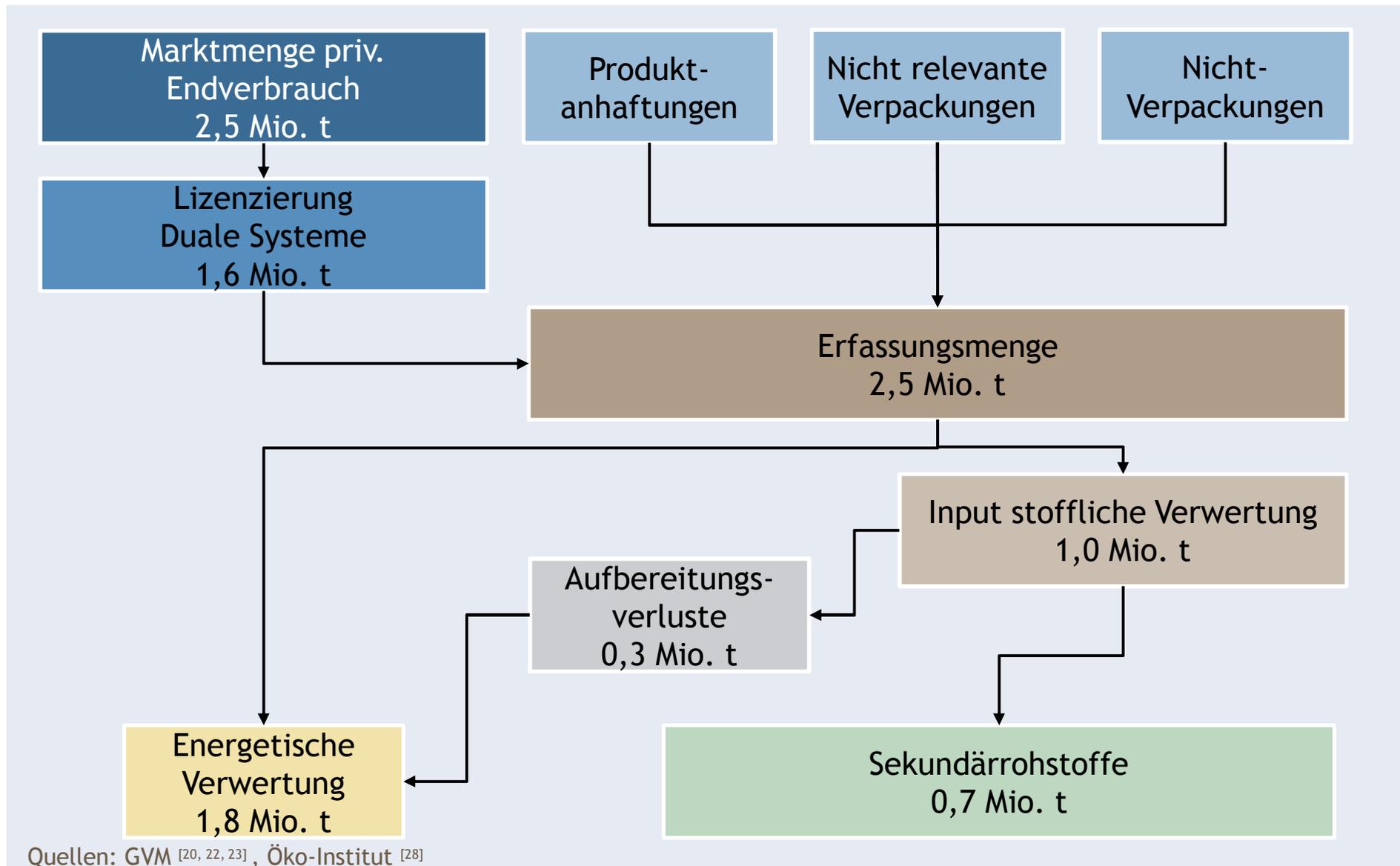
## Entwicklung des Verpackungsrecyclings Herausforderung Kunststoffrecycling

---

- > Deutschland liegt beim **Recycling von Kunststoffverpackungen weit über dem europäischen Durchschnitt.**
- > Der **europäische Durchschnitt** für die Recyclingquote von Kunststoffverpackungen beträgt **39,5 %** (2014). Deutschland erreicht gut **10 %-Punkte mehr** (2014: 50,2 %) <sup>[17]</sup>
- > Dennoch gibt es dort die größten **verbleibenden Herausforderungen** für die stoffliche Verwertung in Deutschland.

# Entwicklung des Verpackungsrecyclings

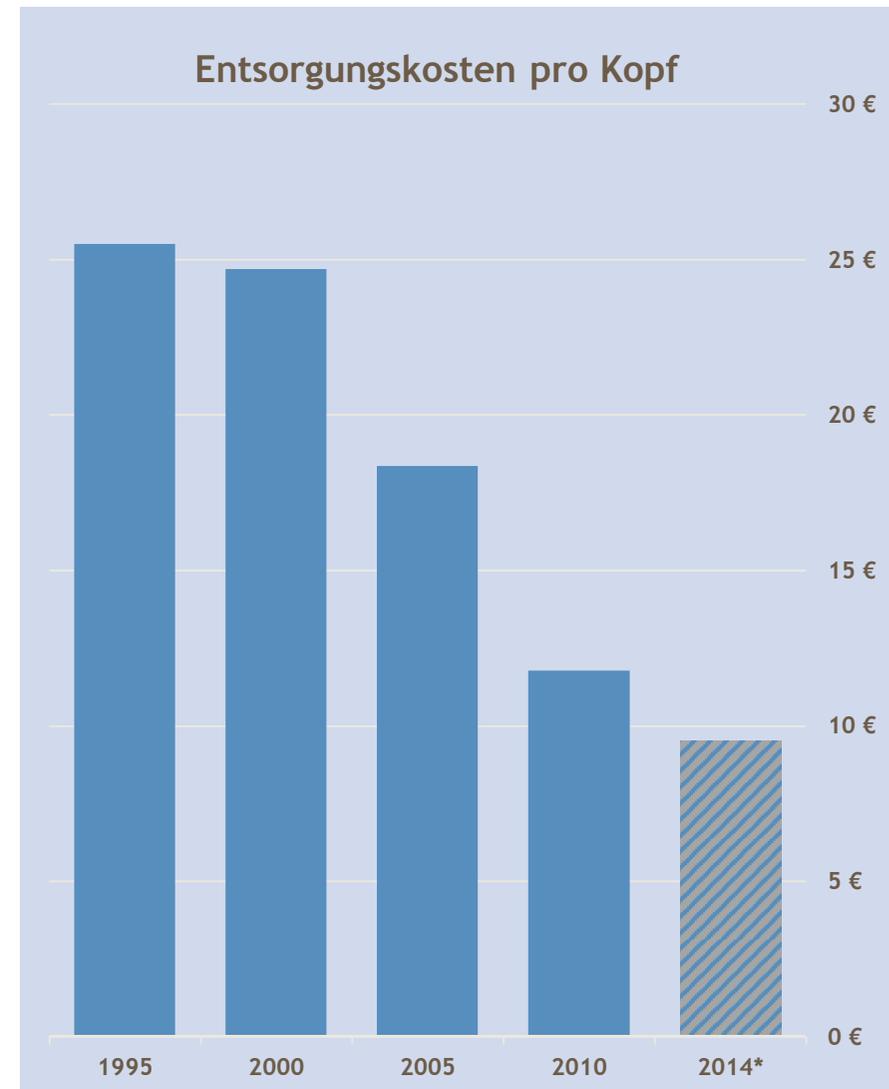
## Mengenstrom LVP 2015



## Entwicklung des Verpackungsrecyclings

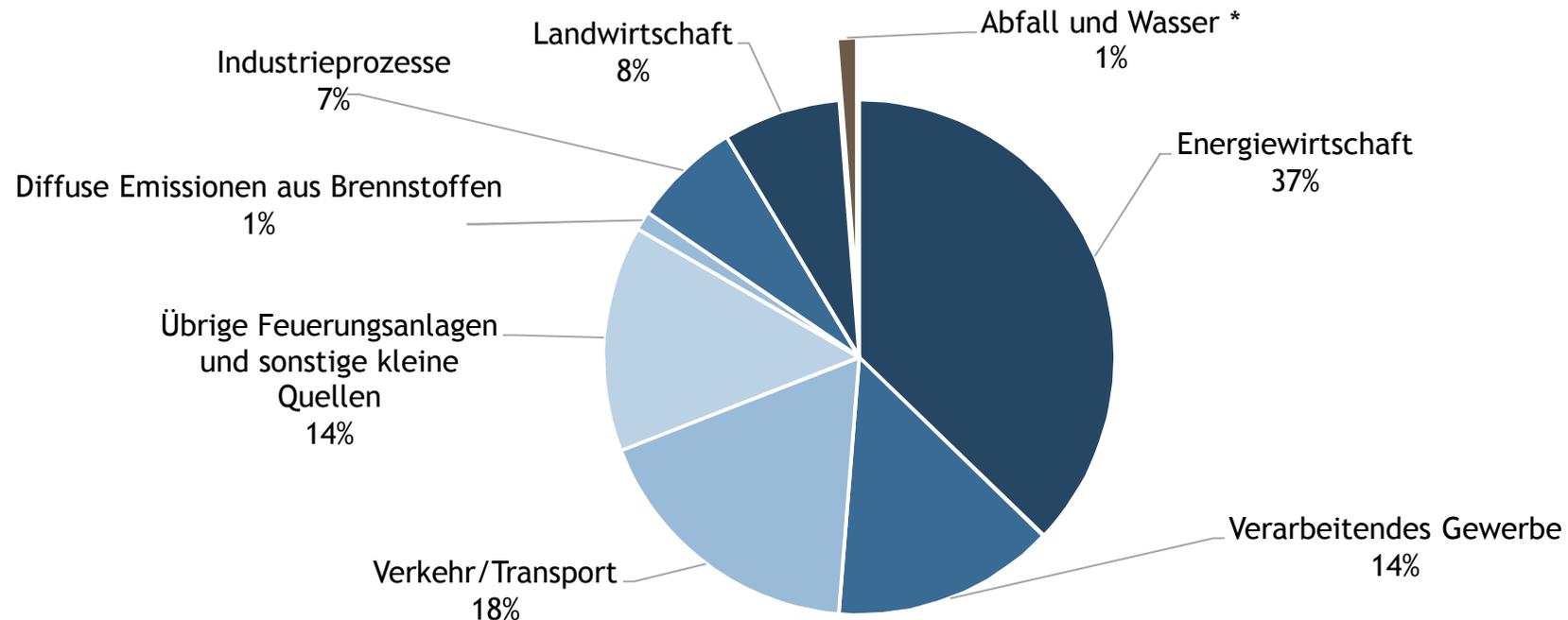
### Entsorgungskosten

- > Die Kosten für die Sammlung, Sortierung und Verwertung von Verpackungsabfällen, die in privaten Haushalten anfallen, werden vom Verbraucher über die Produktpreise getragen.
- > Im Laufe der Zeit sind die **Entsorgungskosten erheblich gesunken**. Eine vierköpfige Familie spart so mindestens 50 € pro Jahr. [33]
- > Im Jahr 2014 zahlte jeder Bürger im Durchschnitt gerade einmal **9,50 €** für die Entsorgung von Verpackungsabfällen über das duale System. [5,34]
- > Die Kostensenkungen resultieren vor allem aus **Effizienzsteigerungen** durch hohe **Investitionen** in Hightech-Sortiertechniken und **innovative Verwertungsverfahren**, sowie durch den Wettbewerb auf allen Stufen (Duale Systeme, Logistik, Sortierer, Verwerter).



\* Quelle 1995 bis 2010: Bundeskartellamt [5], für 2014: RIW [34] mit anderer Methodik.

Treibhausgasemissionen in Deutschland 2015 nach Sektor <sup>[44]</sup>



\* Die Kategorie „Abfall und Wasser“ (11,2 Mio. t) deckt sich nur zum Teil mit der Kreislaufwirtschaftsindustrie. 2014 stieß diese 13 Mio.t CO<sub>2</sub>-Äquivalente aus. Durch Gutschriften aus Recycling und Energieerzeugung ist tatsächliche Zahl jedoch geringer.

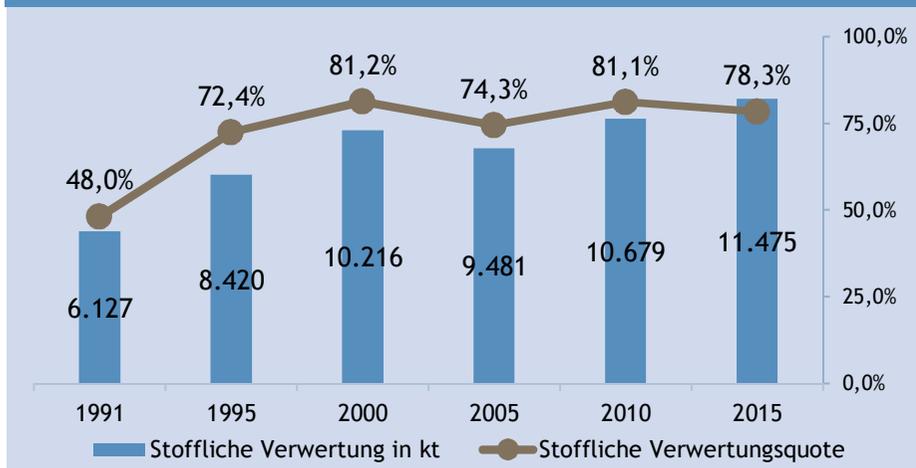
- > Die Abfallentsorgung ist für weniger als 1 % aller Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich.
- > Die Kategorie „Abfall und Wasser“ umfasst die Entsorgung von allen Abfällen und Abwasser. Andererseits sind relevante Aspekte der Kreislaufindustrie wie z.B. Logistik nicht enthalten.

# Entwicklung des Verpackungsrecyclings Auf einen Blick

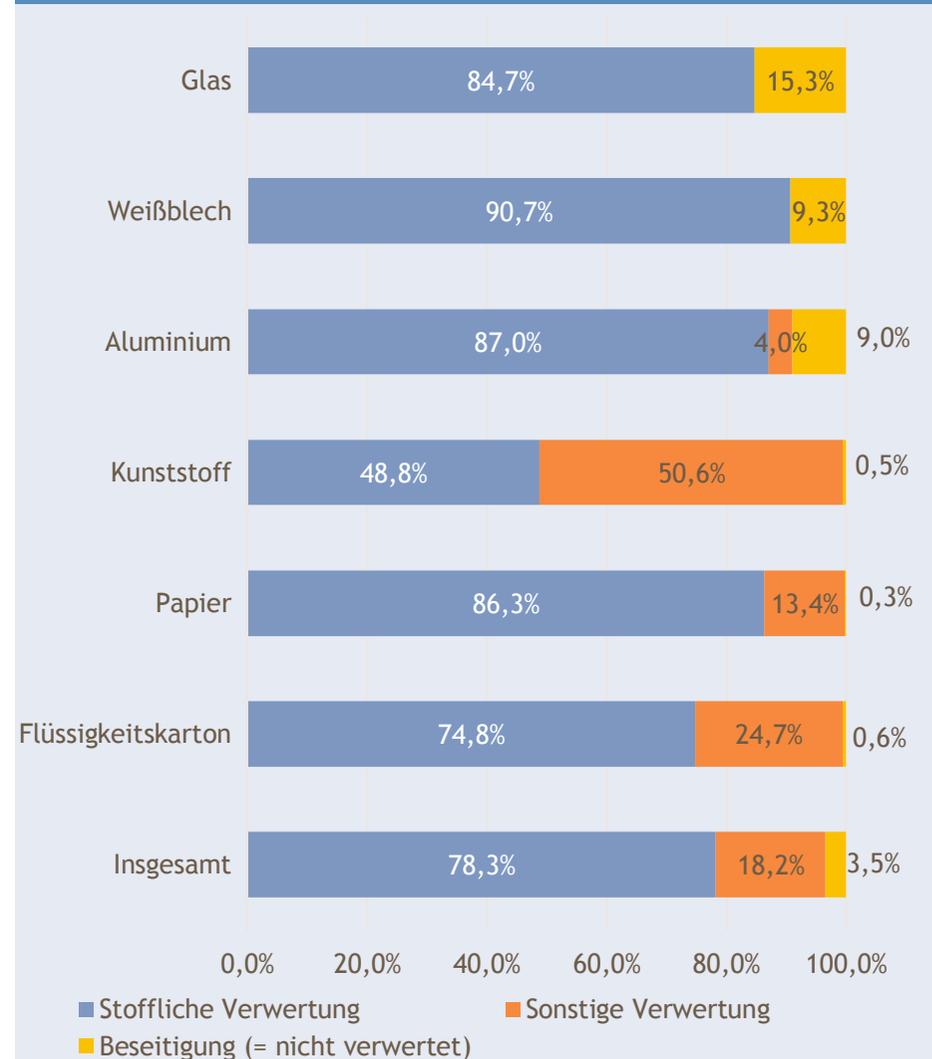
## Zusammenfassung

- > Verpackungen sind für 4,5 % des gesamten deutschen Abfallaufkommens verantwortlich.
- > In Deutschland werden pro Jahr 11,5 Millionen Tonnen Verpackungen recycelt. Das entspricht einer Recyclingquote von 78,3 %.
- > Aus den über das duale System verwerteten Leichtverpackungen werden über 700.000 Tonnen Sekundärrohstoffe hergestellt, die für neue Produkte wiederverwendet werden können.
- > Jeder Bürger zahlt in etwa 9,50 € pro Jahr für die Entsorgung von Verpackungen über das duale System.

## Entwicklung



## Recyclingquoten



1. Entwicklung des Verpackungsaufkommens
2. Entwicklung des Verpackungsrecyclings

**Anhang**

1. BDE - Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser-, und Rohstoffwirtschaft e.V., et. al (2016): Branchenbild der deutschen Kreislaufwirtschaft.
2. BEVH - Bundesverband E-Commerce und Versandhandel Deutschland (2017): Zahlen und Fakten.
3. BIEK (2017): KEP-Studie 2017.
4. Bleisch et. al (2003): Lexikon der Verpackungstechnik.
5. Bundeskartellamt (2012): Sektorenuntersuchung duale Systeme.
6. Bundesverband Glasindustrie (2016): Daten zur Entwicklung der Scherbeneinsatzquote.
7. BVE - Bundesverband der Ernährungsindustrie e.V. (2017): Außer-Haus-Markt Konsumausgaben.
8. Consultic (2016): Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2015.
9. denkstatt (2011a): The Impact of Plastic Packaging on Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Europe.
10. denkstatt (2011b): Carbon Footprint von Tragetaschen und “Obstsackerln” aus Papier und Kunststoff.
11. denkstatt (2015 / update 2017): Vermeidung von Lebensmittelabfällen durch Verpackung.
12. denkstatt (2015): Quantification of Triple Benefits of DSM Food Solutions, for DSM Food Specialties B.V.
13. denkstatt (2017): Berechnungen im Rahmen des Projekts „Nutzen von Verpackungen“Im Auftrag der AGVU Arbeitsgemeinschaft Verpackung und Umwelt e.V.
14. Deutsches Verpackungsinstitut e. V. (2017): Verpackung und Recycling in Deutschland; [www.verpackung.org](http://www.verpackung.org) und [www.tag-der-verpackung.de](http://www.tag-der-verpackung.de).
15. Eurostat (2017a): Abfallaufkommen nach Abfallkategorie - env\_wasgen.
16. Eurostat (2017b): Prodcom - Produktion von Waren DS-066341.
17. Eurostat (2017c): Verpackungsabfälle nach Abfallbehandlung und Abfallströmen.
18. Frosta (2010-2017): Unterlagen zur Berechnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdruck verschiedener Produkte.

19. Gesamtverband der Aluminiumindustrie (2017): GDA-Jahresbericht 2016.
20. GVM (2012 bis 2017): Diverse weitere Studien / eigene Berechnungen.
21. GVM (2014): Entwicklung der Effizienz von Kunststoffverpackungen 1991 - 2013
22. GVM (2016): Recyclingbilanz für Verpackungen - Berichtsjahr 2015.
23. GVM (2017a): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2015.
24. GVM (2017b): GVM-Datenbank Marktmenge Verpackungen.
25. Henkel AG (2017): Nachhaltigkeitsbericht 2016.
26. Hydro Aluminium (2017): Aluminium Packaging Helps to Reduce Food Waste.
27. Lenovo (2015): Product Carbon Footprint (PCF) Information Sheet.
28. Öko-Institut e.V. (2016): Umweltpotenziale der getrennten Erfassung und des Recyclings von Wertstoffen im Dualen System- Bilanz der Umweltwirkungen.
29. PCF Pilotprojekt Deutschland c/o THEMA1 GmbH (2009): Product Carbon Footprinting - Ein geeigneter Weg zu klimaverträglichen Produkten und deren Konsum?
30. PCG - Project Consult GmbH Essen (2010): Die Verpackungsindustrie in Deutschland- Eine Branchenanalyse.
31. Prognos AG / GVM (2016): Potentiale zur Steigerung der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffverpackungen - recyclinggerechtes Design, Sortiertechnik.
32. Quantis (2010): The Influence of Wine Loss Rates on the LCA Results for (Bottled) Wine.
33. Recycling für Deutschland (2017): [www.recycling-fuer-deutschland.de](http://www.recycling-fuer-deutschland.de).
34. RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (2017): Ökonomische Perspektiven des Kunststoffrecyclings.
35. Statista (2017): Recycling in Deutschland - Dossier.

36. Statistisches Bundesamt (2017a): Abfallbilanz 2015.
37. Statistisches Bundesamt (2017b): Genesis-Datenbank 42271 - Jahresberichte für Betriebe im verarbeitenden Gewerbe.
38. Statistisches Bundesamt (2017c): Genesis-Datenbank 47415 - Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich.
39. Statistisches Bundesamt (2017d): Gewerbesteuer 2012.
40. Statistisches Bundesamt (2017e): Statistisches Jahrbuch 2016.
41. Theurl, Michaela et. al (2012): Unheated Soil-Grown Winter Vegetables in Austria: Greenhouse Gas Emissions and Socio-Economic Factors of Diffusion Potential.
42. ThyssenKrupp (2017): Packaging Steel.
43. trucost (2016): Plastics and Sustainability: A Valuation of Environmental Benefits, Costs, and Opportunities for Continuous Improvement.
44. Umweltbundesamt (2017): Jährliche Treibhausgas-Emissionen in Deutschland.
45. Umweltbundesamt Österreich (2017): Emissionskennzahlen für Verkehrsmittel 2014.
46. Verband deutscher Papierfabriken e.V. (2017): Papier 2017 - Ein Leistungsbericht.
47. Werner & Mertz Gruppe (2017): Nachhaltigkeitsbericht 2016/2017.
48. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2014): Recycling in Deutschland -Status quo, Potenziale, Hemmnisse und Lösungsansätze.
49. [www.ecodesign-packaging.org/](http://www.ecodesign-packaging.org/)
50. Hertwich & Peters (2009): Carbon Footprint of Nations - A global, trade-linked analysis.
51. Ifeu (2007): Die CO2 Bilanz des Bürgers.