



# **Auswertung der Restmüllzusammensetzung in Österreich 2018/2019**

Ergebnisbericht

*Erstellt von*

Peter Beigl

**Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien**

*Im Auftrag des*

Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie

Wien, August 2020



**Auftraggeber:**

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Sektion V: Abfallwirtschaft, Chemiewirtschaft und Umwelttechnologie

Abteilung V/6: Abfallvermeidung, -verwertung und -beurteilung

**Auftragnehmer:**

*BOKU*

Universität für Bodenkultur, Institut für Abfallwirtschaft

Muthgasse 107/III,

1190 Wien

[peter.beigl@boku.ac.at](mailto:peter.beigl@boku.ac.at)

+43 1 47654 81314

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1	HINTERGRUND .....	1
1.2	ZIELSETZUNG .....	1
<b>2</b>	<b>VORGABEN FÜR BUNDESWEITEN RESTMÜLLANALYSEN 2018/19</b> .....	<b>3</b>
2.1	RAHMENBEDINGUNGEN FÜR EINHEITLICHE RESTMÜLLANALYSEN (,RAHMENBEDINGUNGEN') .....	3
2.2	LEITFADEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON RESTMÜLL-SORTIERANALYSEN (,LEITFADEN').....	8
2.3	RICHTLINIEN FÜR DIE STATISTISCHE AUSWERTUNG VON SORTIERANALYSEN UND STÜCKGEWICHTANALYSEN (,STATISTISCHE RICHTLINIEN') .....	9
<b>3</b>	<b>VORGEHENSWEISE</b> .....	<b>11</b>
3.1	DARSTELLUNG VON DATEN UND METHODIK VON BUNDESWEIT DURCHFÜHRTE ANALYSEN .....	11
3.2	DATENAUFBEREITUNG FÜR DIE ERMITTLUNG DER BRUTTO- SOWIE NETTOFRAKTIONSMASSEN SOWIE -ANTEILE UND KONFIDENZINTERVALLE.....	11
3.3	VERGLEICH DER FRAKTIONSANTEILE NACH SCHICHTEN ODER FAKTOREN .....	12
<b>4</b>	<b>DATEN UND METHODIK DER BUNDESWEITEN ANALYSEN</b> .....	<b>14</b>
4.1	BUNDESLÄNDERSPEZIFISCHE RESTMÜLLSORTIERANALYSEN .....	14
4.1.1	<i>Zielsetzung</i> .....	16
4.1.2	<i>Voruntersuchung</i> .....	16
4.1.3	<i>Probenahmeplanung</i> .....	20
4.1.4	<i>Sortierung</i> .....	24
4.2	BRUTTO-NETTO-ANALYSEN VON ANHAFTUNGEN .....	28
4.3	STÜCKGEWICHTSANALYSE .....	31
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>33</b>
5.1	GESAMTERGEBNIS FÜR ÖSTERREICH.....	33
5.1.1	<i>Zusammensetzung exklusive Anhaftungen (Nettofraktionsmengen)</i> .....	33
5.1.2	<i>Zusammensetzung nach Bruttofraktionsmengen inklusive Anhaftungen</i> .....	37
5.2	ERGEBNISSE NACH SOZIO-ÖKONOMISCHEN SCHICHTEN .....	38
5.2.1	<i>Sozio-ökonomische Klassifikation</i> .....	38
5.2.2	<i>Vergleich sozio-ökonomischer Schichten unter Berücksichtigung von Tourismus</i> .....	40
5.2.3	<i>Nicht touristische Gemeinden</i> .....	46
5.2.4	<i>Tourismusregionen</i> .....	53
5.2.5	<i>Sozio-ökonomische Schichtung in 5 Klassen</i> .....	57
5.2.6	<i>Zusammenfassung zu regionalen Vergleichen</i> .....	60
5.3	ERGEBNISSE NACH SAISONEN.....	61
5.3.1	<i>Bundesweiter Vergleich nach Halbjahren</i> .....	61
5.3.2	<i>Vergleich von nicht-touristischen Schichten nach Halbjahr</i> .....	64

5.3.3	<i>Tourismusregionen nach Saisonen</i> .....	70
5.3.4	<i>Zusammenfassung zu saisonalen Vergleichen</i> .....	74
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b> .....	<b>75</b>
<b>7</b>	<b>REFERENZEN</b> .....	<b>81</b>



# 1 Einführung

## 1.1 Hintergrund

Bisher wurden Sortieranalysen zur Bestimmung der Zusammensetzung von Restmüll in Österreich mit unterschiedlichen Ansätzen durchgeführt. Dies betrifft unter anderem die Probengröße, die Probenahme (aus dem Sammelfahrzeug oder aus Sammelbehältern), die Bestimmung der Probemasse und des Stichprobenumfangs (Anzahl und Größe der Einzelstichproben), die Probenaufbereitung (Siebung) und die statistische Auswertung der Ergebnisse. Damit sind die Ergebnisse dieser Analysen nur bedingt vergleichbar. Die Beurteilung der Wirksamkeit von abfallwirtschaftlicher Sammelsystemgestaltung sowie weiterer Maßnahmen war damit oft nicht möglich.

In der Vorkonferenz zur Landesreferentenkonferenz 2016 haben sich die Ländervertreter aller Bundesländer und das Bundesumweltministerium<sup>1</sup> darauf geeinigt, gemeinsam einheitliche Vorgaben für die Restmüllanalysen zu erarbeiten und zukünftig die Analysen entsprechend dieser Vorgaben durchzuführen. 2017 wurde eine einheitliche Methodik für die Planung, Durchführung und Auswertung von Restmüll-Sortieranalysen von der hierzu eingesetzten technischen Arbeitsgruppe Sortieranalysen erarbeitet und unter wissenschaftlicher Begleitung der Universität für Bodenkultur Wien sowie der Technischen Universität Wien abgeschlossen. Somit wurde erstmals eine österreichweit verbindliche Methodik festgelegt, die abfallwirtschaftliche, abfalltechnische und statistische Kriterien erfüllt.

Auf Basis dieser Vorgaben wurden 2018/19 in allen österreichischen Bundesländern Restmüll-Sortieranalysen durchgeführt. Damit steht in Österreich erstmals eine bundesweit einheitliche Datenbasis für die kommunale Abfallzusammensetzung zur Verfügung, die genaue Vergleiche nach Sammelsystemen sowie nach demographischer und siedlungsstruktureller, regionaler Charakteristik ermöglicht. Die durchgeführte bundesweite Kampagne soll es ermöglichen, auf Basis einer adäquaten Probenmasse bzw. -anzahl, sowie der bundesweit größeren Heterogenität der Systemgestaltung deutlich genauere Aussagen zu treffen, ob z.B. bestimmte Sammelsysteme effizienter als andere sind.

Das Institut für Abfallwirtschaft am Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt der Universität für Bodenkultur Wien (kurz ABF-BOKU) wurde im Jahr 2019 vom Bundesumweltministeriums<sup>2</sup>, Sektion V, Abteilung 6 mit der Auswertung der bundesweiten Restmüllanalysen 2018/2019 sowie der Evaluierung der Vorgaben beauftragt.

## 1.2 Zielsetzung

Kernziel des Vorhabens ist die Bereitstellung fundierter, abfallwirtschaftlicher Grundlagendaten für die Planung zukünftiger Maßnahmen und die Bereitstellung von Grundlagen für die empirische Evaluierung und

---

<sup>1</sup> Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW)

<sup>2</sup> Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT)

Weiterentwicklung der Methodik, wobei erstmals bundesweit einheitliche, sozio-ökonomische Faktoren als auch der Einfluss von Anhaftungen auf Verpackungsmaterialien (Brutto-/ Nettoverpackungsanteile) bei der Auswertung der Analyseergebnisse berücksichtigt werden.

Ziele des Vorhabens sind

- die Ermittlung der bundesweiten Restmüllzusammensetzung auf Basis der
  - einheitlichen sozio-ökonomischen Schichtungskriterien auf Bundesebene,
  - der Ermittlung der Fraktionsanteile inklusive bzw. exklusive Anhaftung an Verpackungsmaterial für auszuweisende Brutto- bzw. Nettofraktionsmassen und
  - die Ermittlung der Konfidenzintervalle auf Basis der Stückgewichtsanalysen,
- die Ermittlung signifikanter Effekte auf Fraktionsanteile auf Basis von
  - regionalen Vergleichen nach sozio-ökonomischen Schichten unter Berücksichtigung der Tourismusintensität und
  - saisonalen Vergleichen nach Halbjahren sowie Tourismussaisonen,
- der methodische Vergleich von bundesländerspezifischen Restmüllanalysen in Hinblick auf mögliche Adaptierungen bzw. Verbesserungen der Vorgaben,
- die Bereitstellung von Grundlagen für die Evaluierung der Richtlinien mittels
  - Validierung des statistischen Konzepts und
  - Evaluierung der abfallwirtschaftlichen Vorgaben unter Einbeziehung der Stakeholder, wie v.a. Vertreter\*innen von Ländern und Technischen Büros.

Explizite Nicht-Ziele umfassen die Auswertung der Daten in Bezug zu anderen Faktoren, die Auswertung unter Berücksichtigung von vorherigen Restmüllanalysen oder Daten zu Sammelmengen von anderen getrennt oder gemischt erfassten Abfällen (zwecks Ermittlung von Erfassungsgraden) und die Datenauswertung unter Anwendung von Auswertungsmethoden, die in den anzuwendenden Vorgaben nicht explizit abgedeckt sind.



## 2 Vorgaben für bundesweiten Restmüllanalysen 2018/19

Vorgaben für die bundesweit durchgeführten Restmüllanalysen beinhalten

- die Rahmenbedingungen für einheitliche Restmüllanalysen (in der Folge ‚Rahmenbedingungen‘),
- den Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen (in der Folge ‚Leitfaden‘), und
- die Richtlinien für die statistische Auswertung von Sortieranalysen und Stückgewichtanalysen (in der Folge ‚Statistische Richtlinien‘).

### 2.1 Rahmenbedingungen für einheitliche Restmüllanalysen<sup>3</sup> (‚Rahmenbedingungen‘)

„Ziel ist österreichweit vergleichbare Daten über die gemischten Siedlungsabfälle zu erhalten, um gezielt bundesweite oder regionale abfallwirtschaftliche Maßnahmen insbesondere im Bereich der Sammelinfrastruktur und Öffentlichkeitsarbeit setzen zu können. Damit soll die Abfallvermeidung forciert und der Anteil der getrennt zu sammelnden und somit stofflich verwertbaren Abfallfraktionen gesteigert werden.

Für die Durchführung von Restmüllanalysen in den Jahren 2018 und 2019 haben sich die Vereinbarungspartner auf Folgendes festgelegt:

1.

Die Restmüllanalysen werden entsprechend dem „Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen“ (in der Folge Leitfaden), erstellt von der Technischen Arbeitsgruppe Sortieranalysen und den „Richtlinien für die statistische Auswertung von Sortieranalysen und Stückgewichtanalysen“ (in der Folge: Statistische Richtlinien) durchgeführt. Nähere Ausführungen zur Anwendung des Leitfadens gibt die „Technische Anleitung für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen“ des Instituts für Abfallwirtschaft, BOKU.

2.

Folgende Untersuchungsfragen/Leistungen sind der Ausschreibung jedenfalls zu Grunde zu legen:

- a) Evaluierung des Stückgewichts unter Angabe der diesbezüglichen Probemasse
- b) Sortierung nach Fraktionen der Hauptgruppe und Untergruppe 1 des Sortierkatalogs (grau unterlegte Felder im Leitfaden-Anhang -> 21 Fraktionen) unter Einhaltung der Vorgaben für den Sortierrest

---

<sup>3</sup> Originaltext der gültigen Vereinbarung zwischen Bundesumweltministeriums und den Gebietskörperschaften

- c) Für die Auswertung ist für jede Stichprobe zu dokumentieren:
- Probenummer
  - Art der Liegenschaft
  - Schichtzuordnung
  - Saison
  - Entleerungsintervall
  - Art und Größe des beprobten Gebindes
  - Probevolumen bei Teilproben
  - Füllgrad des Gebindes
  - Umleerung (Aggregation kleiner Behälter, Verjüngung bei Großbehältern) und Art des Transportgefäßes
  - Sammlung auf der Liegenschaft (Bioabfall, Leichtverpackungen, Metallverpackungen, Altpapier, Altglas)
  - Art der Verpackungssammlung in der Gemeinde (Gemischte Leichtverpackungssammlung/Hohlkörpersammlung/Mitsammlung von Metallen .....

- d) Folgende Auswertungen sind vorzunehmen:
- Gesamtmasse der einzelnen Fraktionen im Bundesland sowie deren Anteile
  - Gesamtmasse der einzelnen Fraktionen in den Schichten sowie deren Anteile
  - Gesamtmasse der einzelnen Fraktionen je Saison sowie deren Anteile
  - Nettomasse und Nettoanteile der Verpackungsfraktionen auf Basis von bundeseinheitlichen Nettofaktoren.

3.

Bei der Ermittlung der Probemasse gemäß der Statistischen Richtlinien wird von folgenden Kriterien ausgegangen:

- Grundgesamtheit ist die jährliche Gesamtmenge an gemischten Siedlungsabfällen, die mit der kommunalen Systemabfuhr im Bundesland erfasst wird. Folgende 7 Fraktionen sind für die Festlegung der Schwankungsbreiten relevant:
  - Organik (inkl. nicht vermeidbarer Lebensmittelabfälle)
  - Vermeidbare bzw. teilweise vermeidbare Lebensmittelabfälle
  - Verpackungen aus PPK
  - Leichtverpackungen
  - Glasverpackungen
  - Metallverpackungen
  - Alle übrigen Fraktionen
- Leitfraktion: Größte der 7 relevanten Fraktionen

- Genauigkeit: +/- 2,0% betreffend die Leitfraktion bzw. +/- 1% betreffend Leichtverpackungen als größte Verpackungsfraktion (beide Probemassen sind zu ermitteln und die größere Probemasse ist dem Probenahmeplan zu Grunde zu legen)
- einem Stückgewicht von 0,2 kg (pro Wurf, d.h. eine Flasche, eine Windel, die Gesamtheit der Schalen einer Gurke...)

Es bleibt den Bundesländern unbenommen eine größere Probemasse festzulegen. Für den bundesweiten Vergleich sind die Ergebnisse jedoch auf jene Probemasse, die nach den oben beschriebenen Kriterien ermittelt wird, zurückzurechnen.

4.

Jedes Bundesland (ausgenommen Wien) wird in folgende Schichten eingeteilt:

Vorwiegend ländlich		Intermediär		Vorwiegend städtisch
Tourismusregion	Nicht touristische Region	Tourismusregion	Nicht touristische Region	

Ausschlaggebend für die Zuordnung zur Tourismusregion sind mehr als 50 Nächtigungen/Einwohner\*in und Jahr.

Die Zuteilung zu den Schichten wird der diesbezüglichen Tabelle zur sozio-ökonomischen Schichtung zum Technischen Leitfaden der BOKU entnommen, Basis sind Daten der Statistik Austria. Die Zuteilung zur zweiten Ebene erfolgt aliquot zu den Restmüllmengen. Sofern keine Tourismusregion im Bundesland vorkommt, entfällt die zweite Ebene (ebenso bei der vorwiegend städtischen Schicht, da nicht mehr als 50 Nächtigungen pro Einwohner\*in und Jahr erreicht wird).

Es sind zwei Saisonen zu berücksichtigen, außer es gibt nachweislich keinen signifikanten Unterschied, basierend auf vorangegangenen Untersuchungen.

Weitere Möglichkeiten zur Berücksichtigung unterschiedlicher Gegebenheiten sind entweder durch die Zuordnung der Stichproben (zB. aliquot große und kleine Behälter) oder durch eine laufende Dokumentation bestimmter Kriterien (zB. Biotonne ja/nein) bei der Probenahme und späterer Auswertung gegeben.

5.

Zugriffsebene für die Probenahme sind die Sammelbehälter auf den Liegenschaften. Die Dokumentation erfolgt gemäß dem Probenahmeprotokoll.

6.

Im ersten Analysedurchgang wird für eine kleinere Masse (800 bis 1000 kg für das gesamte Bundesgebiet) zusätzlich das Stückgewicht erhoben.

7.

Die Erhebung der bundeseinheitlichen Nettofaktoren für Verpackungen (ohne Restinhalte und ohne Verunreinigungen) erfolgt vom BMLFUW beauftragt unter Vorgabe einer größeren Schwankungsbreite (4 – 6%) in 1 – 2 Bundesländern gemäß den Vorgaben der Richtlinien.

8.

Die Auswertung ist von in Statistik kundigen Personen vorzunehmen. Seitens des Bundesumweltministeriums<sup>4</sup> wird ein Auftrag zur Begleitung der Auswertung der bundesweiten und bundesländerspezifischen Daten vergeben.

9.

Dem Bundesumweltministerium<sup>5</sup> sind Gesamtmassen sowie die Massen der einzelnen Fraktionen und deren Anteile je Bundesland zur Verfügung zu stellen.

10.

Es ist den Beteiligten bewusst, dass Daten möglichst in vergleichbarer Form vorzuliegen haben, um Daten für abfallwirtschaftliche Fragestellungen, auch schichtbezogen, auswerten zu können. „

Die Rahmenbedingungen sind im Überblick in verkürzter Form in Tabelle 1 zusammengefasst.

---

<sup>4</sup> *Damalg Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), vom Autor geändert*

<sup>5</sup> *ebenso*

Tabelle 1: Rahmenbedingungen für einheitliche Restmüllanalysen

Nr.	RAHMENBEDINGUNG	FESTLEGUNGEN (GEKÜRZT)
1a	Anzuwendende	„Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen“
1b	Richtlinien	„Richtlinien für die statische Auswertung von Sortier- und Stückgewichtsanalysen“
2a	Auszuschreibende	Evaluierung des Stückgewichts
2b	Untersuchungs-	Sortierung nach Fraktionen der Hauptgruppe und Untergruppe 1 lt. Leitfaden
2c	fragen bzw.	Gesamtmasse/-anteile der einzelnen Fraktionen im Bundesland
2d	Leistungen	Gesamtmasse/-anteile der einzelnen Fraktionen in den Schichten
2e		Gesamtmasse/-anteile der einzelnen Fraktionen je Saison
2f		Nettomasse und Nettoanteile der Verpackungsfractionen auf Basis von bundeseinheitlichen Nettofaktoren
2g		Dokumentation der Stichproben
3a	Kriterien für die Ermittlung der	Grundgesamtheit: Gesamtmenge an gemischten Siedlungsabfällen, die mit der kommunalen Systemabfuhr im Bundesland erfasst wird
3b	Probemasse	Für Schwankungsbreite relevante 7 Fraktionen: Organik, Lebensmittel, PPK-, Leicht-, Glas- und Metallverpackungen sowie alle übrigen Fraktionen
3c		Leitfraktion als Größte der 7 relevanten Fraktionen
3d		Genauigkeit: $\pm 2,0\%$ betreffend die Leitfraktion bzw. $\pm 1\%$ betreffend Leichtverpackungen als größte Verpackungsfraction
3e		Stückgewicht von 0,2 kg pro Wurf, z.B. Flasche, Windel, Gesamtheit einer Gurkenschale
3f		Bundesländer können höhere Probemasse festlegen, die für den bundesweiten Vergleich auf die ermittelte Probenmasse zurückzurechnen ist
4a	Einteilung in Schichten	Regionale Schichtung auf Gemeindeebene in Vorwiegend ländlich, Intermediär und vorwiegend städtisch sowie Tourismusregion/Nicht touristische Region
4b		Saisonale Schichtung mit zwei Saisonen, sofern auf Basis von bisherigen Untersuchungen relevant
4c		Mögliche Berücksichtigung weiterer Faktoren auf Basis der Dokumentation der Stichproben und späteren Auswertungen
5a	Zugriffsebene	Sammelbehältnisse auf den Liegenschaften
5b		Dokumentation gemäß Probenahmeprotokoll
6	Stückgewichte	Erhebung für 800 bis 1000 kg für das gesamte Bundesgebiet
7	Nettofaktoren für Verpackungen	Erhebung mit größerer Schwankungsbreite (4-6%) in 1-2 Bundesländer
8	Auswertung	Auswertung durch in Statistik kundige Person
9	Datenübermittlung	Gesamtmassen, Massen und Anteile der einzelnen Fraktionen je Bundesländer sind dem BMLFUW zur Verfügung zu stellen
10	Datenvergleichbarkeit	Zwecks Auswertung für abfallwirtschaftliche Fragen haben Daten in vergleichbarer Form vorzuliegen

## 2.2 Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen (Leitfaden')

Hauptintention des Leitfadens der Technischen Arbeitsgruppe Sortieranalysen (2017) ist die Standardisierung von relevanten Datengrundlagen für die Planung, Durchführung und Auswertung von Restmüllanalysen zur Erhöhung der Vergleichbarkeit der bundesländerspezifischen Analysen im regionalen Vergleich und Zeitverlauf.

Wesentliche Elemente der Regeln laut Tabelle 2 umfassen

- Ziele und Grundlagen (Regel 1 und 2)
- die Voruntersuchung (Regeln 3 bis 6) mit regionaler und saisonaler Unterteilung der Grundgesamtheit,
- die Probenahmeplanung (Regeln 7 bis 14) mit Festlegungen der Größe der Einzelstichproben, der Ermittlung der erforderlichen Probemasse und der geschichteten Zufallsauswahl,
- die Probenahme und Sortierung (Regeln 15 bis 19) mit Probenauswahl und -entnahme, anzuwendenden Sortierkatalog und abfalltechnischen Vorgaben zur Sortierung und
- die Ergebnisauswertung (Regel 20).

Tabelle 2: Regeln laut Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen im Überblick

NR.	BEREICH	REGEL (GEKÜRZT)
1	Vertrauensniveau	Ergebnisse sind auf 95% Vertrauensniveau anzugeben
2	Zielsetzung	Untersuchungsziele sind so konkret wie möglich zu formulieren
3a	Regionale Schichtung	Mindestens drei sozio-ökonomische Schichten, wenn vorhanden
3b		Mögliche Schichtung nach Behältergrößen
4a	Saisonale Schichtung	Mindestens zwei, maximal vier saisonale Schichten, sofern signifikant
4b		Vermeidung atypischer Ergebnisse bei Analysedurchgängen
5a	Maximalanzahl Schichten	Maximal 5 Schichten pro Schichtungskriterium
5b		Kleinste Schicht mindestens 15% der Grundgesamtheit
6a	Unterteilung der Grundgesamtheit	Darstellung der Restmüllsammelmengen auf Gemeindeebene
6b		Jahresgang nur bei mehr als 10% Abweichung eines Monats vom Mittel
7	Zugriffsebene	Sammelbehältnisse auf den Liegenschaften
8	Stichprobeneinheit	Bezugsgröße der Stichproben ist das Volumen
9a	Größe der Stichprobe und Probenahme	Inhalt eines 240 Liter Behälters
9b		Entnahme von Teilproben aus Behältern größer 240 Liter
9c		Keine Aggregation von 120 Liter Behältern, wenn vorherrschend
10	Aggregieren von Säcken und kleinen Behältern	Aggregieren von Behältern kleiner 120 Liter zu Stichproben von mindestens 120 Liter und maximal 240 Liter
11	Erforderliche Probemasse	Ermittlung laut Statistischen Richtlinien
12	Ermittlung Brutto-Netto-Verpackungsanteile	Erforderlicher Stichprobenumfang für die Bestimmung gemäß Statistischen Richtlinien
13a	Ermittlung der Probenanzahl mittels geschichteter Zufallsauswahl	Zuteilung der Stichproben gemäß Anteil der Schicht an der Grundgesamtheit
13b		Zuteilung der Stichproben zu Gemeinden mittels Zufallsauswahl
13c		Zufallsauswahl der Gemeinden separat je Analysedurchgang
14	Zufallsauswahl der Proben innerhalb der Gemeinden	Schichtung nach Behälterttyp und Abfuhrintervall und Zufallsauswahl der Stichproben innerhalb der jeweiligen Schicht auf Liegenschaftsebene
15a	Verwerfen von Proben	Behälter mit gefährlichen Inhaltstoffen durch Ersatzprobe zu ersetzen

Nr.	Bereich	Regel (gekürzt)
15b		Behälter mit Füllgrad unter 20% durch Ersatzprobe zu ersetzen
16	Probenahme aus Großbehältern (>240 l)	Teilproben durch Viertelung bzw. Achtelung entnehmen; falls logistisch zu aufwändig, Entnahme ohne Probenteilung
17a	Sortierung der Abfallfraktionen	Sortierung gemäß Sortierkatalog und Zuordnungsliste lt. Leitfaden
17b		Sortierung ohne Siebung
18	Maximaler Anteil für Sortierrest	Nicht identifizierbarer Sortierrest so gering wie möglich, maximal 10% der Probenmasse
19	Kontrolle der Probenmasse	Die Abweichung der Summe der Massen der Einzelfraktionen und der Masse des Gesamtgewichts darf 3% nicht überschreiten
20	Ergebnisauswertung	Auswertung gemäß Statistischen Richtlinien

### 2.3 Richtlinien für die statistische Auswertung von Sortieranalysen und Stückgewichtsanalysen (.Statistische Richtlinien')

Wie bei abfallwirtschaftlichen Belangen ist die Einheitlichkeit der statistischen Methoden zur Probenahmeplanung und Auswertung essentiell. Als Weiterentwicklung von bisher verwendeten Standards und Normen, wie die vorrangig relevante ÖNORM S 2097 – Sortieranalyse von Abfällen, sind folgende Kernelemente der Statistischen Richtlinien (Felsenstein und Spangl, 2017) zu nennen:

- **Massenbezug und Ausgewogenheit des Stichprobenplans:** Die explizite Berücksichtigung der Probenanzahl im Rahmen von statistischen Auswertungen – wie in der ÖNORM S 2097 (2011) sowie SWA-Tool (EC, 2004) dokumentiert – kann zu Verzerrungen führen, da leichte Einzelproben stärker berücksichtigt werden als schwere Proben. Auf regionaler Ebene tritt das gleiche Problem auf, wenn Teilgesamtheiten, z.B. regionale Schichten oder Bezirke, nicht aufkommensaliquot in die Hochrechnung des Gesamtergebnisses eingehen. Der Massenbezug ist im Rahmen von Stichprobenplan und Auswertungen im Sinne der Ausgewogenheit auf allen Ebenen einzuhalten. Konkret ist die Erhöhung der Probemasse jeder Schicht durch aufkommensaliquote Gewichtung auszugleichen.
- **Beurteilung der Ähnlichkeit von Verteilungen:** Fraktionsanteile können untereinander unterschiedlich stark korreliert und voneinander abhängig sein. Daher ist bei einem Vergleich von z.B. Schichten oder Regionen die gesamte Verteilung oder eine größere Fraktionsgruppe zu beurteilen. Laut Rahmenbedingung 3b (Tabelle 1) sind sieben Fraktionen als relevant für die Schwankungsbreite festgelegt. Beim Vergleich zweier Verteilungen mit  $\pm 1\%$  Genauigkeit bedeutet das, dass mit 95 % Wahrscheinlichkeit alle sieben Fraktionen im erwarteten Konfidenzintervall liegen. Je mehr Fraktionen als relevant für die Schwankungsbreite erachtet werden, desto größer sind die im Modell ermittelten Konfidenzintervalle. Das gilt auch dann, wenn zusätzlich berücksichtigte Fraktionen in Relation zur definierten Leitfraktion (größten Fraktion) kleine Fraktionsanteile haben.
- **Annahme der Zählbarkeit von Restmüllfraktionen:** Für die Berechnung bzw. Schätzung eines statistischen Modells zur Ermittlung der Probemasse ist es notwendig, eine kleinste Einheit als Massenwert festzulegen. Im Rahmen des statistischen Konzepts wird von Würfeln als kleinste Einheiten ausgegangen, wobei ein „Wurf z.B. eine Flasche, eine Windel oder die Gesamtheit der Schalen einer

Gurke“ umfassen kann. Fallen in einem Haushalt z.B. fünf Kunststoffflaschen an, werden statistisch gesehen fünf Würfe, die als voneinander (statistisch) unabhängig gesehen werden, angenommen.

Tabelle 3 zeigt eine Zusammenfassung der Statistischen Richtlinien.

Tabelle 3: Statistische Richtlinien mit Nummerierung laut Abschnitt I – Statistisches Analysekonzept

Nr.	BEREICH	RICHTLINIEN UND ANNAHMEN (GEKÜRZT)
1a	Berechnung von Fraktionsanteilen	Bestimmung der Fraktionsanteile einer Sortierfraktion mittels Gewichtung der Masse der einzelnen Probe
1b		Art der Probenahme darf keinen Einfluss auf die Anteilsberechnung haben
2a	Berechnung von Konfidenzbereichen	Genauigkeit der Konfidenzbereiche mit 95% festgesetzt
2b		Verwendung mehrdimensionaler Konfidenzbereiche, da Fraktionsanteile verbunden sind
2c		Annahme einer Zählverteilung mittels Multinomialverteilung
3a	Festlegung einer Masseneinheit	Festlegung der Stichprobenanzahl erfordert eine Umrechnungszahl der Menge in ganzzahlige Einheiten
3b		Verwendung von Stückgewichten als Kennzahl für Durchschnittsgewichte, die für einzelne Fraktionen des Restmülls sehr unterschiedlich sind
3c		Bestimmung eines Stückgewichtes nur für unteilbare, einer Fraktion zuordenbare Einheit mit gewähltem Schwellenwert $\geq 20$ Gramm
3d		Erforderliche Durchführung von Stückgewichtsanalysen in allen Bundesländern ohne Schichtungen
4a	Methodische Bestimmung von Stückgewichten	Stücke als zählbare Einheit, z.B. Flasche, Karton, Blumentopf, Batterie u.v.a.
4b		Zusammengehörige Massen aus demselben Wurf, z.B. Obst- oder Gemüseschalen, Speisereste, Katzenstreu, Bauschutt, loses Dokument u.v.a.
4c		Mindestmasse von 20 Gramm für Stücke und Massen
5a	Fraktionengruppe und erforderliche Analysemasse	Prinzip der Berechnung von Anteilen und Konfidenzbereichen gilt, wenn alle Fraktionen oder Fraktionengruppen betrachtet werden
5b		Alle anderen Fraktionen (Rest) können zu einer Fraktion zusammengefasst werden
5c		Genauigkeitsanspruch der größten Fraktion bestimmt die benötigte Analysemasse
6a	Stichprobenplan	Zur Erreichung eines ausgewogenen Stichprobenplans sind nach Faktoren und Schichten aliquote Anteile bei Gesamt-Analysemenge vorzusehen
6b		Wenn eine Schicht eine höhere Analysemenge erfordert, ist für die Gesamtauswertung die Menge auf die ursprüngliche herunter zu setzen
6c		Die gewichtete Mischung von Anteilen ist nicht auf Konfidenzbereiche zu übertragen (d.h. jede überrepräsentierte Schicht ist aliquot „herunter zu gewichten“, um die Bezugsmasse für die Ermittlung der Konfidenzintervalle zu erhalten)
7	Signifikante Unterschiede	Ob Fraktionsanteile Unterschiede in Regionen aufweisen, kann nicht auf Basis von einzelnen Fraktionsanteilen, sondern nur auf Basis der Verteilung aller berücksichtigter Fraktionen mittels Tests (z.B. Konfidenztafeltest) ermittelt werden



### 3 Vorgehensweise

Wesentliche Arbeitsschritte der Auswertung umfassen

- die deskriptive Darstellung von **Datenumfang und Methodik von bundesweit durchgeführten Analysen** unter Berücksichtigung der Vorgaben laut Kapitel 2,
- die **Ermittlung des Stückgewichts** gemäß Rahmenbedingungen 2a und 3e (Tabelle 1) als Grundlage für die Berechnung der Konfidenzbereiche gemäß Statistischer Richtlinie, Abschnitt III.2,
- die **Datenaufbereitung** für die Ermittlung der **Brutto- sowie Nettofraktionsmassen** sowie -anteile und Konfidenzintervalle auf Bundes- oder Schichtebene und
- den Vergleich der **Brutto- und Nettofraktionsanteile nach Schichten oder Faktoren** inklusive Darstellung der Konfidenzbereiche sowie Test der Resultate auf signifikante Unterschiede auf Basis der Statistischen Richtlinie.

#### 3.1 Darstellung von Daten und Methodik von bundesweit durchgeführten Analysen

Neben Mindestvorgaben sind in den Rahmenbedingungen, dem Leitfaden und der „Technischen Anleitung für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen“ zahlreiche Wahlrechte und Optionen erläutert. Aufgrund der gewählten Varianten und Optionen in den bundesländerspezifischen Analysen können sich Ansatzpunkte für Verbesserungen, Erweiterungen, Adaptierung und Korrekturen der Vorgaben ergeben.

Die Darstellung von deskriptiven Daten und Methoden ist in Abschnitt 4 enthalten, wobei anhand des chronologischen Ablaufs von Planung, Durchführung bis Auswertung gemäß Leitfaden vorgegangen wird. Die Ergebnisse sind wesentliche Inputs für Evaluierungsgrundlagen in Abschnitt 0. Neben dem Hauptteil zu bundesländerspezifischen Restmüllanalysen wird auf Brutto-Netto-Analysen und Stückgewichtsanalysen eingegangen.

#### 3.2 Datenaufbereitung für die Ermittlung der Brutto- sowie Nettofraktionsmassen sowie -anteile und Konfidenzintervalle

Ziel der Datenaufbereitung ist die **Plausibilisierung und Konsolidierung der bereitgestellten Daten** auf Basis der Analyseberichte, der bereitgestellten Rohdaten und bundesländerübergreifenden Datengrundlagen, die für die **einheitliche Berechnung von Brutto- bzw. Nettofraktionsmassen** sowie -anteile inklusive bzw. exklusive Anhaftungen an Verpackungen und zugehörige Konfidenzintervalle auf Bundesebene sowie für Faktoren, wie regionale Schichten, Länder und Saisonen, erforderlich sind.

Die **Einheitlichkeit** im Zuge dieser Auswertung bezieht sich hierbei im Wesentlichen auf

- die Definition der Grundgesamtheit auf Basis der Restmüllsammelungen 2018 nach Bundesländern laut aktuellem Statusbericht 2020 (BMK, 2020),
- die regionale Schichtung der österreichischen Gemeinden laut Rahmenbedingung 4a (Tabelle 1), wobei die statistischen Indikatoren für die Klassifikation der Gemeinden nach sozioökonomischen Kriterien laut Leitfaden (Anhang 1, Bezugsjahr 2014) auf das Jahr 2016 aktualisiert wurden (s. Beigl et al., 2019) und

- den Fraktionskatalog mit 21 Fraktionen der Haupt- und Untergruppe 1 gemäß Rahmenbedingung 2b (Tabelle 12).

Im Zuge der Vereinheitlichung ist zu beachten, dass im Zuge der Probenahmeplanung auf Bundesländerebene je nach Verfügbarkeit auf Abfallbilanzen aus Vorjahren zurückgegriffen wurde, einzelne Gemeinden im Zuge der Aktualisierung anderen Klassen zugeordnet wurden und sich die Datengrundlagen für die Schichtung am Stand der Planung sowie der jetzigen Auswertung geringfügig unterscheiden können, wodurch sich Änderungen der Fraktionsanteile im Promillebereich ergeben können. Für jene Bundesländer, für die keine oder auf Gemeindeebene teilanonymisierte Rohdaten zur Verfügung gestellt wurden, wurde auf Daten laut Analyseberichten zurückgegriffen. Gemäß Vorgaben wurden auch Einzelproben mit augenscheinlich oder rechnerisch ermittelter Abweichungen von der mittleren Zusammensetzung (vulgo ‚Ausreißer‘) in der Auswertung berücksichtigt, wobei die Charakteristik dieser Proben mittels Verteilungstest laut Statistischen Richtlinien (III.5) mittels Kontingenztafeltest analysiert wurde (s. Abschnitt 4.1.4.1).

Als entscheidender Schritt für die **Hochrechnung auf Bundesebene** sind die Probemassen aufkommensaliquot nach Teilgesamtheiten zu gewichten. Aufgrund der unterschiedlichen Fragestellungen (Tabelle 6) und gewählten regionalen Schichten (Tabelle 7) ergeben sich laut Tabelle 8 bundesweit 59 Teilgesamtheiten. Jede Teilgesamtheit ist mit der repräsentierten Grundgesamtheit bzw. Restmüllsammelmenge und der Einwohnerzahl auf Basis des Jahres 2018 hinterlegt, wobei sich Hochrechnungsfaktoren im Bereich von 4 bis 228 Tonnen (Mittelwert: 32 Tonnen) Restmüll bzw. 47 bis 757 Einwohner\*innen (Mittelwert: 190) pro Kilogramm Probemasse ergeben. Jede Einzelprobe entspricht auf Basis der zugeordneten Teilgesamtheit und der Masse der Einzelproben einem Anteil an der bundesweiten Sammelmenge sowie der Einwohner\*innenzahl, wobei sich Hochrechnungsfaktoren von 11,8 bis 6670 Tonnen Restmüll (Mittelwert: 543 Tonnen) bzw. 146 bis 23.200 Einwohner\*innen (Mittel: 3292 Ew.) pro Einzelprobe ergeben. Die Hochrechnungsfaktoren wurden für alle Auswertungen verwendet.

Für die **Ermittlung der Konfidenzintervalle** sind die bundesländerspezifischen Stückgewichtsanalysen laut Statistischen Richtlinien (s. 4.3) mit Aktualisierung des anzusetzenden Stückgewichts sowie die Ermittlung der korrekten Bezugsmasse für die Ermittlung der Schwankungsbreiten gemäß Statistischen Richtlinien (Abschnitt III.6) wesentlich. Je nach Auswertung ist die Erhöhung der Masse als Rechengröße „unzulässig, da eine Verfälschung der Schwankungsbreite folgen würde“. Daher wird je nach Auswertung die Probemasse von jener Teilgesamtheit mit dem höchsten Hochrechnungsfaktor beibehalten und die Probemasse von allen anderen Teilgesamtheiten, die stärker repräsentiert sind, sozusagen ‚heruntergewichtet‘ bzw. so reduziert, dass jede Teilgesamtheit schlussendlich aliquot repräsentiert ist.

Die **Ermittlung von Nettofraktionsanteilen** erfolgt anhand bundesweit gleich angesetzter Nettofaktoren gemäß Abschnitt 4.2, wobei die Umlage auf den anzuwendenden Fraktionskatalog betreffend Verpackungsfractionen wesentlich ist.

Die **Darstellung der Konfidenzintervalle** in Tabellen und Diagrammen erfolgt – wenn nicht ausdrücklich anders angegeben – auf der Basis der anzuwendenden multinomialen Verteilung, wobei von sieben für die Schwankungsbreite relevanten Fraktionen laut Rahmenbedingung 3b (Tabelle 1) ausgegangen wurde.

### 3.3 Vergleich der Fraktionsanteile nach Schichten oder Faktoren

Vergleiche von Fraktionsanteilen zwischen Schichten bzw. nach Faktoren sind auf Basis der Statistischen Richtlinien mittels

- Konfidenzintervallen bzw. Schwankungsbreiten für sieben relevante Fraktionen laut Statistischen Richtlinien (Abschnitt III.2) und
- Tests auf signifikante Unterschiede mittels dem empfohlenen Kontingenztafel-Test laut Statistischen Richtlinien (Abschnitt III.5)

verbal bzw. grafisch dargestellt. Beim Vergleich von Fraktionsanteilen ist zu beachten, dass jeweils die gesamte Verteilung anhand relevanter Fraktionsgruppen verglichen werden sollen. Unterschiede von Fraktionsanteilen bei einzelnen Fraktionen sind nur dann vorbehaltlich weiterer Tests als potentiell signifikant zu sehen, wenn sich die Konfidenzintervalle zweier zu vergleichender Fraktionsanteile nicht überlappen.

Bei der Beurteilung der beiden genannten Methoden zum Vergleich ist zu beachten, dass die Berechnung der Konfidenzintervalle auf den ermitteltem, mittleren Stückgewicht (also vorab geschätzt mit 0,2 Kilogramm) basiert, während der für Vergleiche wesentliche Kontingenztafel-Test nicht von Massenäquivalenten (also dem Stückgewicht) abhängt (Statistische Richtlinie, Abschnitt III.5, letzter Absatz). Obwohl Kontingenztafeln im statistischen Sinn Häufigkeitstabellen sind, erfolgt die Berechnung laut Statistischen Richtlinien auf der Grundlage von Mengentabellen nach einzelnen Fraktionen und Analysen, wobei von der Recheneinheit Kilogramm ausgegangen wird. Implizit wird somit von einem Stückgewicht bzw. Massenäquivalent von 1 Kilogramm ausgegangen.

## 4 Daten und Methodik der bundesweiten Analysen

Datengrundlagen für bundesweite Restmüllanalysen umfassen die bundesländerspezifischen Ergebnisse gemäß Rahmenbedingung 9 (Tabelle 1) in den jeweiligen Restmüllanalyseberichten (s. Tabelle 4), Ergebnisse der Brutto-Netto-Analysen von Anhaftungen an Verpackungen (s. Abschnitt 4.2), vollständige Rohdaten der Stückgewichtsanalyse (s. Abschnitt 4.3) sowie die zur Verfügung gestellten Rohdaten von sieben Sortieranalysen, wobei die Rohdaten bundesweit 86 % der repräsentierten Grundgesamtheit abdecken (s. Abschnitt 4.1). Dieses Kapitel umfasst die Beschreibung von Datenumfang und Methodik und deskriptive statistische Auswertungen.

### 4.1 Bundesländerspezifische Restmüllsortieranalysen

Die Restmüllanalysen wurden gemäß Zeitplan im Zeitraum März 2018 bis Juni 2019 durchgeführt (Tabelle 4). Die Eckdaten nach Bundesländern in Tabelle 5 zeigen Probemassen im Bereich von 2,4 bis 11,4 Tonnen mit 137 bis 502 Einzelproben bei Sortieranalysen. Stückgewichtsanalysen umfassen jeweils zwischen 106 und 318 Kilogramm Bruttoanalysemasse. Der Gesamtumfang auf Bundesebene umfasst 48,6 bzw. 1,4 Tonnen Probemasse für Sortier- bzw. Stückgewichtsanalysen.

Die Konsolidierung der bundesländerspezifischen Restmüllanalysen erfolgte auf Basis der zur Verfügung gestellten Rohdaten von sieben Analysen (davon mit Anonymisierung der Gemeindezuordnung) sowie der Restmüllanalyseberichte (s. Tabelle 4). Die Auswertung erfolgte entsprechend den Statistischen Richtlinien (s. Abschnitt 0) insbesondere mittels Ermittlung des Stückgewichtes als Basis für die Berechnung der Konfidenzintervalle sowie der Hochrechnung der bundesweiten Zusammensetzung mittels aufkommensaliquoter Gewichtung der vorliegenden 59 Unterteilungen bzw. Teilgesamtheiten laut Tabelle 8.

Tabelle 4: Restmüllsortieranalysen 2018/19 nach Bundesländern

BUNDESLAND	KÜRZEL	UNTER-SUCHUNGS-JAHR	AUFTRAGGEBER	BETEILIGTE AUFTRAGNEHMER NACH FIRMENKÜRZEL*
Burgenland	B	2018	Bgld. Müllverband	pulswerk, TBH, FHA
Kärnten	K	2018/19	Amt Ktn. LReg.	TBH, wpa
Niederösterreich	NÖ	2018/19	NÖ Umweltverbände	TBH, pulswerk, FHA, BOKU
Oberösterreich	OÖ	2018/19	OÖ Landesabfallverband	pulswerk, FHA, BOKU
Salzburg	S	2019	Amt Sbg. LReg.	pulswerk, FHA, BOKU
Steiermark	ST	2018/19	Amt Stmk. LReg.	TBU, TBH, BOKU
Tirol	T	2018/19	Amt Tir. LReg.	TBU, TBH, BOKU, UC
Vorarlberg	V	2018	Umweltverband	TBH, BOKU, wpa
Wien	W	2019	Stadt Wien, MA48	TBH

\* Für Teilleistungen beauftragte Auftragnehmer in alphabetischer Reihenfolge: BOKU: Universität für Bodenkultur, Institut für Abfallwirtschaft; FHA: FHA – Gesellschaft für chemisch-technische Analytik GmbH; pulswerk: pulswerk GmbH; TBH: Technisches Büro Hauer Umweltwirtschaft GmbH; TBU: Technisches Büro für Umweltschutz GmbH; UC Baumann: Umwelt Consulting Baumann e.U.; wpa: wpa Beratende Ingenieure GmbH.

Tabelle 5: Eckdaten zu Restmüllsortieranaysen 2018/19 nach Bundesländern

BUNDESLAND	EINWOHNER*INNEN (2018) (STATISTIK AUSTRIA, 2020)	GRUND- GESAMTHEIT (2018) [TONNEN PRO JAHR] (BMK, 2020)	PROBEMASSE SORTIER- ANALYSEN [KG]	PROBEN- ANZAHL SORTI- ERUNG	PROBEMASSE STÜCKGEWICHTE BRUTTO [KG]
Burgenland	292 980	37 208	2414 <sup>1</sup>	137 <sup>2</sup>	118
Kärnten	561 450	99 376	3221	210	115
Niederösterreich	1 670 930	232 259	8422	502	205
Oberösterreich	1 479 000	171 564	11390	496	318
Salzburg	552 990	92 903	6961	319	149
Steiermark	1 244 570	163 039	4660	286	117
Tirol	753 410	100 203	5765	380	106
Vorarlberg	392 790	28 281	3230 <sup>3</sup>	198	111
Wien	1 893 460	533 955	2500	158	117
<b>ÖSTERREICH<sup>4</sup></b>	<b>8 841 140</b>	<b>1 458 788</b>	<b>48563</b>	<b>2686</b>	<b>1355</b>

<sup>1</sup> Exkl. 480 kg aus Windeltonnen

<sup>2</sup> Exkl. 12 Windeltonnen

<sup>3</sup> Inkl. Zusatzanalysen

Die Verteilung von Einwohner\*innen, Grundgesamtheit und Probemasse für Sortieranaysen in Abbildung 1 zeigt, dass auf die drei bevölkerungsreichsten Bundesländer Wien, Niederösterreich und Oberösterreich mit 21 %, 19 % bzw. 17 % des Bevölkerungsanteils entfallen. Aufgrund des hohen Pro-Kopf-Aufkommens an gemischten Siedlungsabfälle (Restmüll) entfallen 37 % der Grundgesamtheit auf die Bundeshauptstadt Wien. Die bundesweite Probemasse ist nach Bundesländern gleichmäßiger verteilt bzw. konzentriert, da die Probemasse jeder bundesländerspezifischen Analyse statistisch gesehen vom Umfang der jeweiligen Grundgesamtheit (auf Länderebene) unabhängig ist.

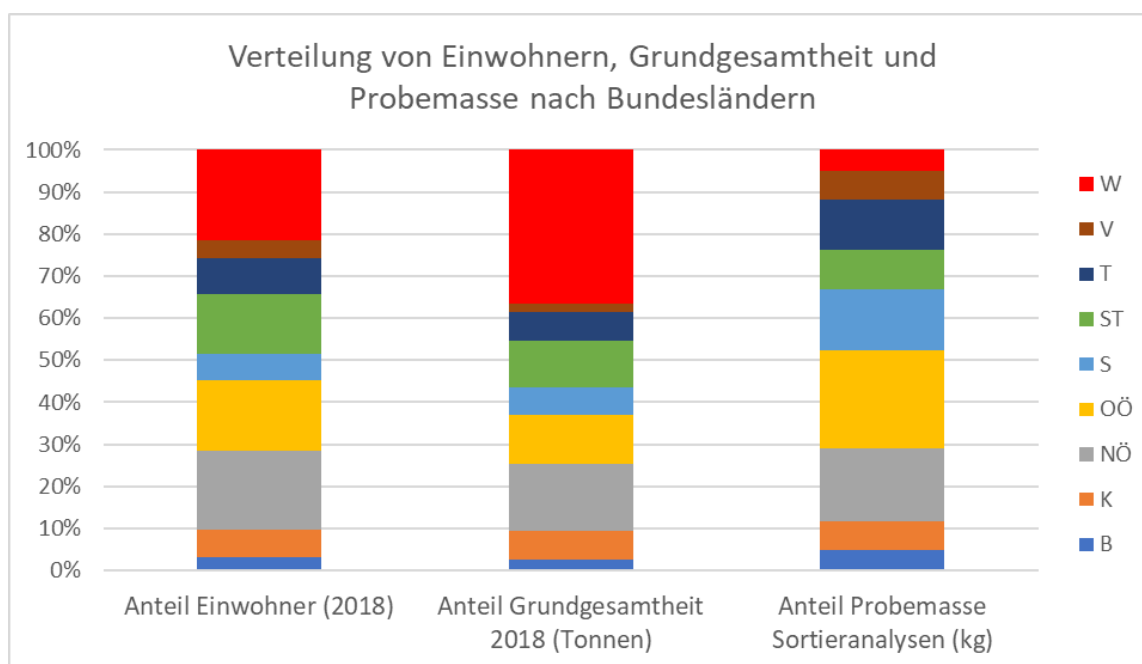


Abbildung 1: Verteilung der Einwohner\*innen, Grundgesamtheit und Probemasse für Sortieranaysen nach Bundesländern (Bezugsjahr 2018)

#### 4.1.1 Zielsetzung

Die Rahmenbedingungen geben laut Tabelle 1 (Pkt. 2c, 2d und 2e) die Untersuchung der Fraktionen auf Ebene von Bundesland, sozio-ökonomischen Schichten und Saisonen als Kernziele vor. Tabelle 6 zeigt explizit erwähnte und statistisch bearbeitete Untersuchungsfragen, die über die Fragestellungen laut Leitfaden (z.B. Zusammensetzung nach sozio-ökonomischer Charakteristik) hinausgehen. Die Erweiterung der Untersuchungsfragen ist dann als sinnvoll einzuschätzen, wenn unterschiedliche Systeme mit zu erwartend, deutlichen Unterschieden der Zusammensetzung bedeutende Anteile des landesweiten Restmüllaufkommens umfassen. In der Regel wird bei Vergleichen von möglichen Einflussfaktoren auf originäre Daten der Restmüllanalysen zurückgegriffen (z.B. aus Probenahmeprotokollen). Am Beispiel des Anschlussgrades für Biotonnen wurden im Land Oberösterreich parallele, zeitnah durchgeführte Erhebungen herangezogen (Hietler et al., 2019a).

Tabelle 6: Erweiterte Untersuchungsfragen in bundesländerspezifischen Restmüllanalysen

UNTERSUCHUNGSFRAGEN NACH POTENTIELLEN EINFLUSSFAKTOREN	LÄNDER	QUELLEN
Sozio-ökonomische Charakteristik nach Stadt-Land-Strukturen	Alle exkl. W	Gemeindeklassifikation lt. Leitfaden
Tourismus (auf Basis der Nächtigungszahlen)	B, S, T, V	Gemeindeklassifikation lt. Leitfaden
Saisonale Unterschiede nach Jahreszeit (Halbjahre)	K, S, ST	Probenahmedatum
Saisonale Unterschiede in Tourismusregionen nach Saison (Hoch-/Zwischensaison)	S	Probenahmedatum
Leichtverpackungssammlung nach erfassten Fraktionen (z.B. 910, 930, 935)	K, NÖ, S	LVP-Sammelregionen nach Bezirken
Leichtverpackungssammlung nach Hol-/Bringsystem (teilweise nach Stadt-Land-Klassen, Bebauungsstruktur)	OÖ	LVP-Sammelsystem auf Gemeindeebene lt. Probenahmeprotokolle
Anschluss von Biotonnen nach Liegenschaften oder Gemeinden (teilweise unter Berücksichtigung der Bebauungsstruktur)	B, NÖ, OÖ	Ex post-Erhebungen, Probenahmeprotokolle
Zeitliche Veränderung von Altstofferfassungsgraden	NÖ, V	Frühere Analysen
Papiersammlung nach Hol-/Bringsystem (Liegenschaft) nach Stadt-Land-Klasse und Bebauungsstruktur	OÖ	Probenahmeprotokolle
Behältergrößenklasse (Groß-/Kleinbehälter)	OÖ, S, W	Probenahmeprotokolle, Sammeltouren
Bezirke oder Verbände	NÖ, T	

#### 4.1.2 Voruntersuchung

##### 4.1.2.1 Regionale Schichtung

Die sozio-ökonomische Unterteilung erfolgte laut Rahmenbedingung 4 bzw. Leitfaden (Regel 3a) in die drei Klassen „vorwiegend städtisch“, „intermediär“ und „vorwiegend ländlich“ und zusätzliche Klassen für touristisch geprägte Gemeinden, sofern Tourismusregionen einen markanten Restmüllanteil (>15% lt. Leitfaden 5b, Tabelle 2) am landesweiten Gesamtaufkommen aufweisen.

Tabelle 7: Regionale Schichtung nach sozio-ökonomischen Faktoren und Tourismus laut Rahmenbedingung 4 lt. Tabelle 1

REGIONALE SCHICHTUNG AUF GEMEINDEEBENE	SOZIO-ÖKONOMISCHE SCHICHTUNG	TOURISMUS-REGION [> 50 NÄCHTIGUNGEN/EINWOHNER*IN]	RELEVANZ NACH BUNDESLÄNDERN [KÜRZEL LT. TABELLE 4]
Vorwiegend städtisch	Vorwiegend städtisch	-	Alle
Intermediär, nicht touristisch	Intermediär	Nicht touristische Region	Alle exkl. W
Intermediär, touristisch		Tourismus-region	B, S, T, V
Vorwiegend ländlich, nicht touristisch	Vorwiegend ländlich	Nicht touristische Region	Alle exkl. W
Vorwiegend ländlich, touristisch		Tourismus-region	S, T, V

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Grundgesamtheit auf Basis der aktualisierten sozio-ökonomischen Klassifikation der Gemeinden mit Bezugsjahr 2016. Abgesehen von der Bundeshauptstadt übersteigt der städtische Anteil der Grundgesamtheit in Oberösterreich, Tirol und Vorarlberg die 50%-Marke. Der ländliche Anteil ist in Niederösterreich bzw. der Steiermark mit 31 % bzw. 28 % am höchsten. Tourismusregionen als Summenwert von ländlichen und intermediären, touristischen Gemeinden sind in Tirol, Salzburg bzw. Vorarlberg mit Anteilen von 30 %, 21 % bzw. 12 % am bedeutendsten.

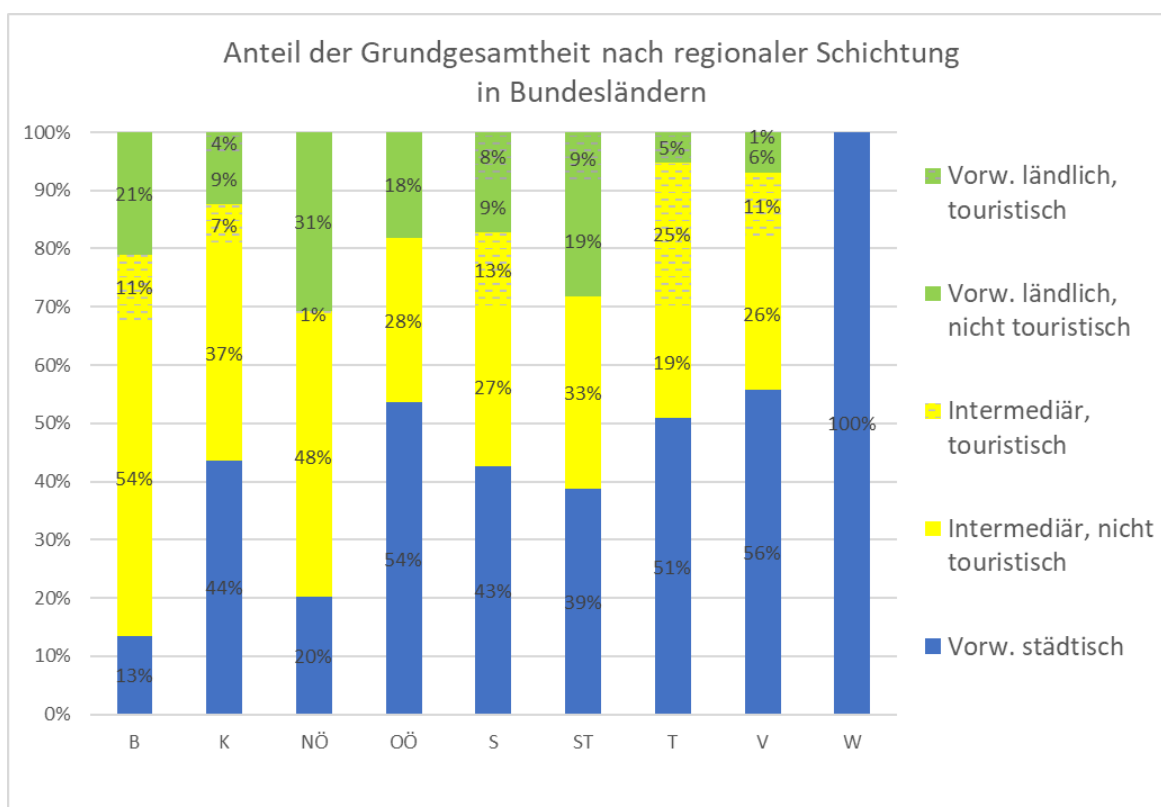


Abbildung 2: Verteilung der Grundgesamtheit nach regionaler Schichtung auf Gemeindeebene in Bundesländern (Bezugsjahr 2016)

Im Rahmen der Probenahmeplanung der Restmüllanalysen wurde die jeweilige Grundgesamtheit auf Basis der sozio-ökonomischen und touristischen Schichtung laut Rahmenbedingung 4a (Tabelle 1) geschichtet, wobei kleine Schichten im Sinne vom Leitfaden (Regel 5b, Tabelle 2) zusammengelegt werden konnten. In den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Wien wurden zusätzliche Faktoren gemäß Tabelle 8 herangezogen.

Tabelle 8: Unterteilungen und zusätzliche Faktoren nach Bundesländern

BUNDESLAND	UNTER- TEILUNGEN [ANZAHL]	ZUSÄTZLICHE FAKTOREN ZUR UNTERTEILUNG
Burgenland	4	-
Kärnten	3	-
Niederösterreich	11	LVP-Sammlung nach erfassten Fraktionen (4 Systeme)
Oberösterreich	19	Bezirksgruppen nach vorwiegend abfallwirtschaftlichen Kriterien, wie LVP-Sammelsystem und Großbehälteranteil (7)
Salzburg	5	-
Steiermark	3	-
Tirol	5	-
Vorarlberg	5	-
Wien	4	Sammelzüge (4)
<b>Summe</b>	<b>59</b>	

#### 4.1.2.2 Saisonale Schichtung

In allen Bundesländern mit Ausnahme der Stadt Wien wurden zwei Analysedurchgänge durchgeführt (Tabelle 9). In Wien wurde auf Basis vorangegangener Untersuchungen kein signifikanter Unterschied festgestellt und gemäß Rahmenbedingung 4b (Tabelle 1) nur ein Analysedurchgang durchgeführt. In Ländern mit zwei Analysedurchgängen wurde jeweils das Winter- bzw. Sommerhalbjahr im Zeitraum Oktober bis März bzw. April bis September je einmal abgedeckt. Ausnahme bildet das Land Tirol, wo unter Berücksichtigung der Tourismussaison jeweils ein Durchgang in der Hoch- bzw. Zwischensaison im März bzw. November gewählt wurde, um den quantitativen Effekt der saisonalen Unterschiede durch Tourismus abschätzen zu können.

Tabelle 9: Analysedurchgänge bei Restmüllsortieranaysen 2018/19 mit erstem bzw. zweitem Durchgang D1 bzw. D2 unter Berücksichtigung von Hoch- (H) bzw. Zwischensaison (Z) bei Tourismusregionen

BUNDESLAND	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Burgenland							D1(H)				D2(Z)	
Kärnten		D1(H)				D2(Z)						
Niederösterreich			D2						D1			
Oberösterreich					D2					D1	D1	
Salzburg		D1(H)				D2(Z)						
Steiermark					D2						D1(Z)	
Tirol			D2(H)								D1(Z)	
Vorarlberg			D1(H)						D2			
Wien					D1							



Die Berücksichtigung der saisonalen Effekte erfolgt bei nicht-touristischen Regionen nach Winter- bzw. Sommerhalbjahr von Oktober bis März bzw. April bis September. Für touristische Regionen bzw. regionale Schichten ist der Vergleich von Hoch- und Zwischensaison relevant.

#### 4.1.2.3 Unterteilung der Grundgesamtheit

Die Unterteilung der Grundgesamtheit richtet sich – bei aliquoter Verteilung der Probemasse – nach der Restmüllsammelmenge in Österreich, wobei sich nach sozio-ökonomischen Schichten und Ländern die Verteilung gemäß Abbildung 3 die mengenbezogene Dominanz von Wien in der vorwiegend städtischen Schicht, Niederösterreich in beiden nicht-touristischen Schichten mit intermediärer und ländlicher Struktur sowie Tirol in den touristischen Schichten zeigt. Die mittleren spezifischen Restmüllmengen pro Einwohner und Jahr in Abbildung 4 zeigen tendenziell hohes bzw. niedriges in städtischen versus ländlichen Gemeinden sowie tendenziell höheres Pro-Kopf-Aufkommen in touristischen versus nicht-touristischen Gemeinden. Statistisch belastbare Aussagen sind auf dieser generellen Ebene jedoch nicht zu treffen. Innerhalb der nicht-touristischen Schichten ist bezüglich des Medianwerts der Länder (jeweils Land Steiermark) mit ca. 180, 130 und 90 Kilogramm pro Einwohner eine Staffelung erkennbar, wobei die touristischen Schichten Medianwerte von 160 bzw. 125 Kilogramm für intermediäre bzw. vorwiegend ländliche Tourismusgemeinden aufweisen.

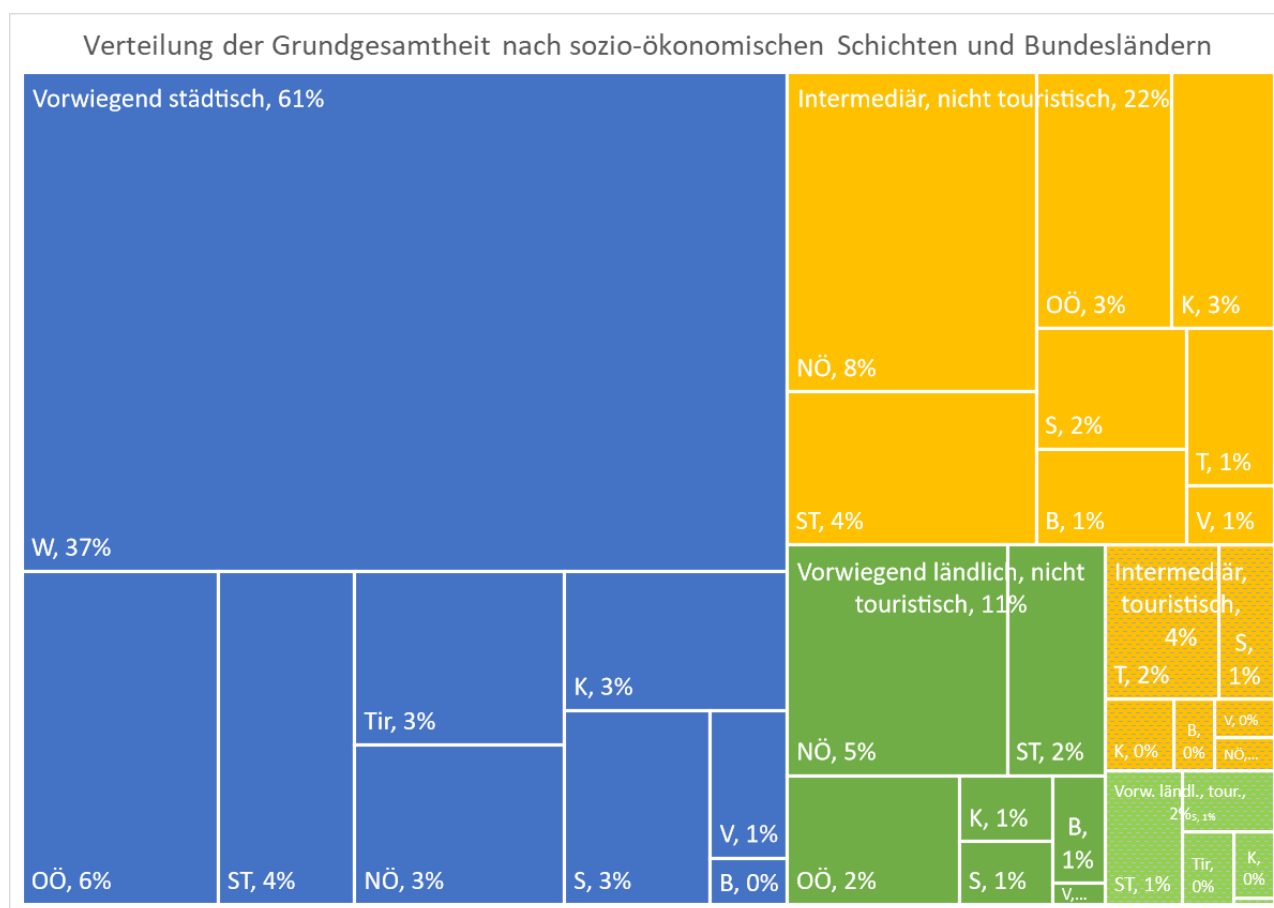


Abbildung 3: Verteilung der Restmüll-Sammelmenge 2018 nach sozio-ökonomischen Schichten und Bundesländern

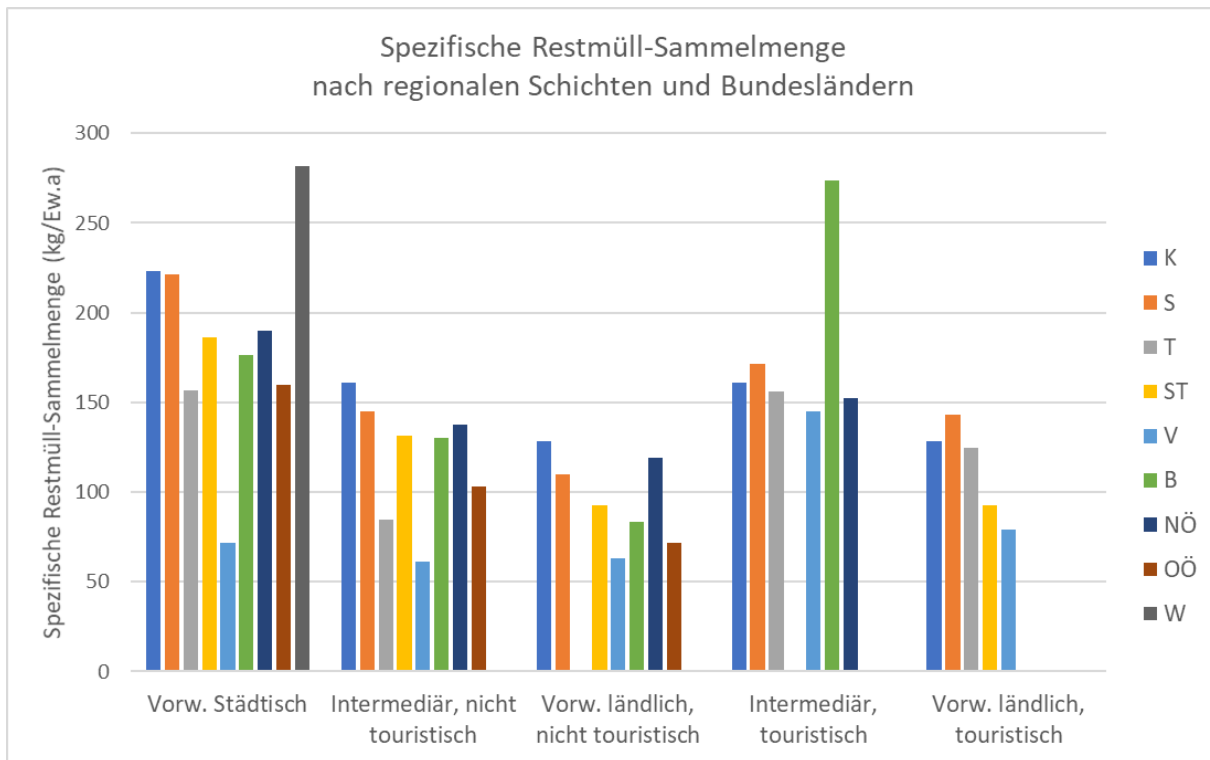


Abbildung 4: Verteilung der spezifischen Restmüll-Sammelmenge nach sozio-ökonomischen Schichten und Bundesländern

Für jene Länder mit verfügbaren Daten zum Jahresgang des Restmüllaufkommen auf Gemeindeebene (d.s. Salzburg, Tirol und Vorarlberg) zeigt sich, dass sich auf Halbjahresebene bei nicht-touristischen Gemeinden nur marginale Abweichungen zeigen, während bei touristischen, vor allem intermediären, Gemeinden das Restmüllaufkommen im Winterhalbjahr (i.d.R. Hochsaison) bis zu 17% über jenem des Sommerhalbjahrs bzw. im Verhältnis 54%:46% liegt. Aufgrund des insgesamt geringeren Aufkommens und der resultierenden Probenmasse scheinen sich daher keine bedeutsamen Änderungen zu ergeben, wenn die Grundgesamtheit saisonal unterteilt wird.

### 4.1.3 Probenahmeplanung

#### 4.1.3.1 Zugriffsebene

Die Zugriffsebene der Probenahme gemäß Leitfaden (Regel 7, Tabelle 2) stellten Sammelbehälter auf Liegenschaften dar. Ausnahmen umfassen einzelne, vorwiegend ländliche Gemeinden ohne Sammlung von Restmüll im Holsystem, wo die Probenahme beim Sammelbehälter des Altstoffsammelzentrums mittels Probenteilung zu erfolgen hat.

#### 4.1.3.2 Größe der Einzelstichproben

Im Rahmen der Entwicklung des Leitfadens wurden Sammelbehälter mit Volumen von 120 bis 240 Liter als dominierende Behältergrößenklassen im Sinne der repräsentierten Sammelmenge angenommen. In den meisten Ländern wurde im Rahmen der Probenahmeplanung auf Liegenschaftsebene die aufkommensaliquote Ziehung der Einzelproben auf Basis auf Behälterbestandslisten und ggf. diesbezüglichen Abschätzungen im Sinne der Technischen Anleitung für die Durchführung von Restmüllsortieranaysen (Beigl et al., 2017)

durchgeführt. Im Einzelfall wurden unterschiedliche Schüttdichten nach Behältergrößenklassen auf Basis zusätzlicher Erhebungen herangezogen, um die Schichtung nach Behältergrößen korrekt durchzuführen.

Laut Abbildung 5 werden 50 Masse-% des österreichischen Restmülls über diese beiden Behältertypen gesammelt. 40 % der Grundgesamtheit entfallen auf Behälter mit 360 oder mehr Liter Volumen. Die verbleibenden 11 Masse-% entfallen auf Kleinbehälter bis 90 Liter, Säcke und Behälter mit 360 bis 800 Liter.

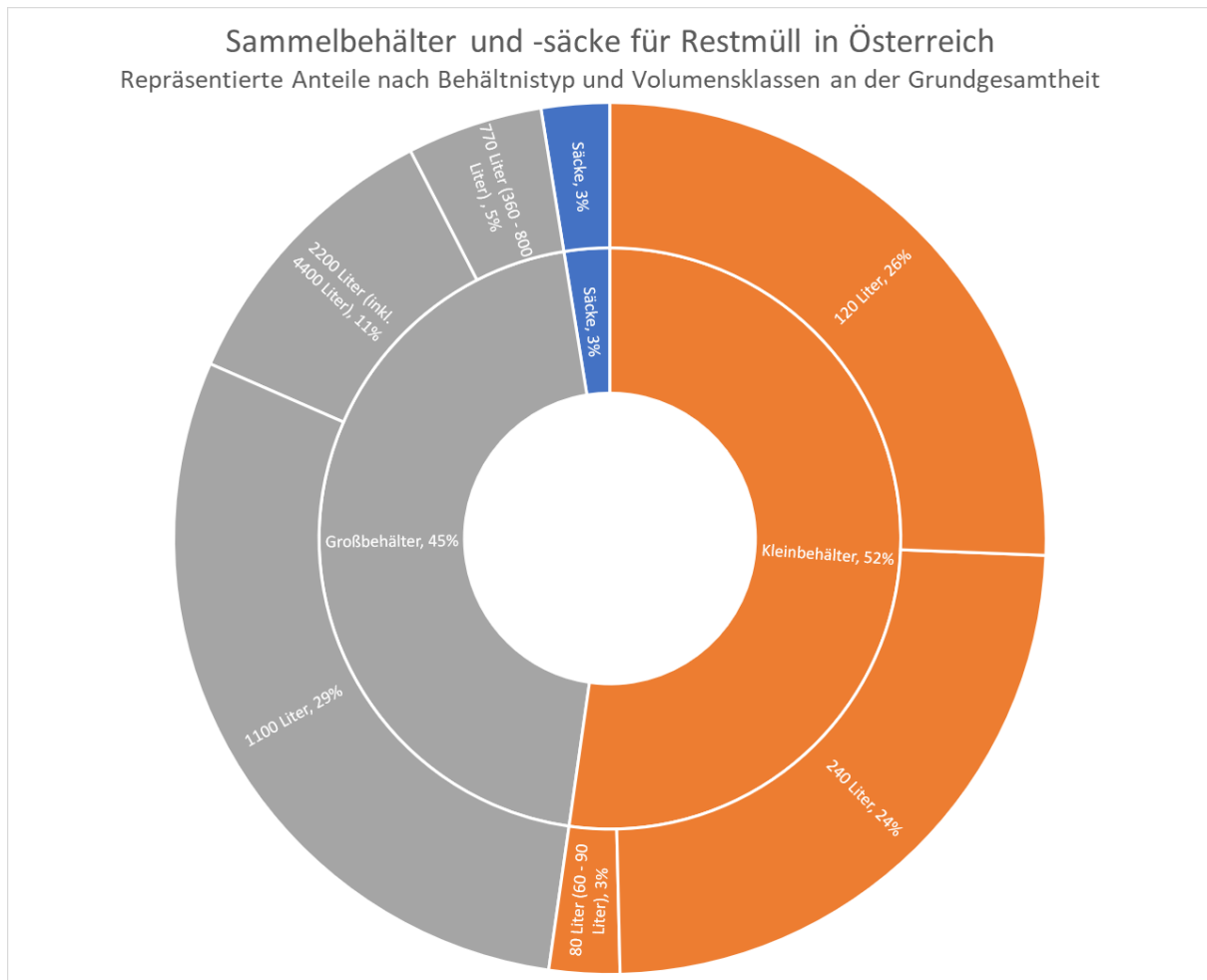


Abbildung 5: Sammelbehälter und -säcke nach dominierendem Behältervolumen und Volumensklassen nach repräsentierter Sammelmenge in Österreich

Die Verteilung von Behältnistypen und -größen spiegelt die Bebauungsstruktur wider, wobei in vorwiegend städtischen Regionen mehr als 50 Masse-% des Restmülls in Behälter mit mehr als 360 Liter (d.h. innerhalb der Behältergrößenklasse 770 Liter, die 360 – 800 Liter-Behälter umfasst) erfasst werden, während in ländlichen Regionen nur ca. 20 Masse-% in Großbehälter erfasst werden (Abbildung 6).

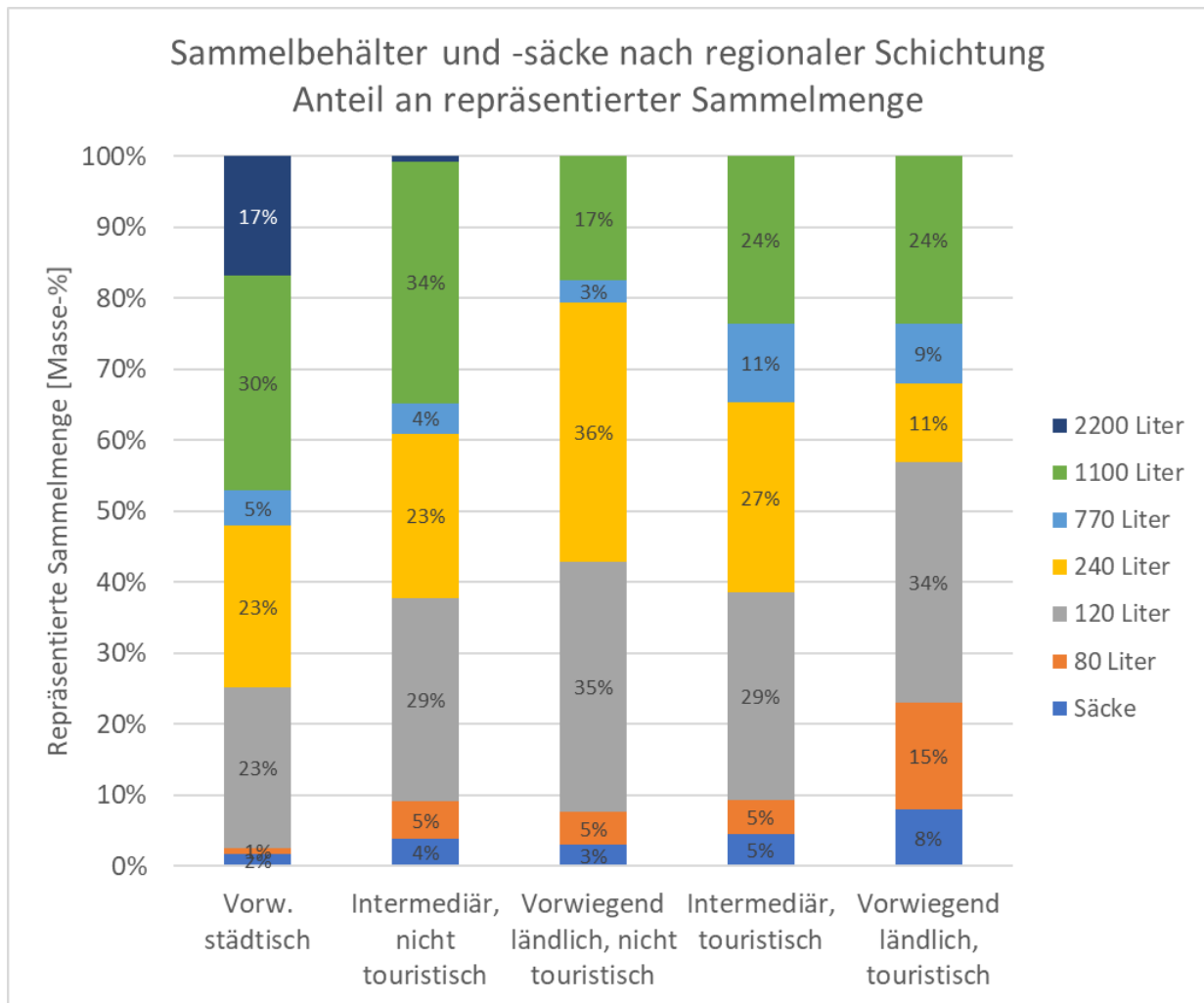


Abbildung 6: Sammelbehälter und -säcke nach dominierendem Behältervolumen und Volumensklassen und regionaler Schichtung nach repräsentierter Sammelmenge in Österreich in Masse-%

Diese Verteilung ist für die Probenahme relevant, da gemäß Leitfaden Behälter < 120 Liter und Säcke zu Einzelproben zu aggregieren sind. Bei Großbehältern >240 Liter sind Teilproben zu entnehmen, wobei in den Bundesländern Oberösterreich und Salzburg die Viertelmethode bzw. ansonsten die Entnahme von Teilproben von oben angewendet wurde (Hietler et al., 2019a; Hietler et al., 2019b).

#### 4.1.3.3 Erforderliche Probemasse für Sortieranalysen und Stückgewichtsanalysen

Die erforderliche Probemasse auf Ebene der Bundesländer ergibt sich auf Basis Rahmenbedingung 3d (Tabelle 1) gemäß Statistischen Richtlinien, wobei sich in allen Fällen das Erfordernis auf Basis von  $\pm 1\%$  Genauigkeit betreffend Leichtverpackungen als größte Verpackungsfraktion (bzw. vice versa nicht auf Basis von  $\pm 2\%$  Genauigkeit betreffend der Organik als größter Leitfraktion) ergibt. Je nach Bundesland wurde der Fraktionsanteil der Leichtverpackungen bei der vorherigen Sortieranalyse als Eingangsparameter gewählt, der zwischen 8 und 13 Masse-% rangiert (Tabelle 10).

Tabelle 10: Ermittlung der erforderlichen Probemasse gemäß Statistischen Richtlinien (S. 16)

Schwankungsbreite: $\pm 1$ %																			$\rho = 0.2$	
																			Anzahl der Fraktionen	
HG%	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	91	142	185	224	262	298	332	366	400	433	465	497	528	560	591	621	652	682	712	742
2	158	247	322	391	456	519	580	639	697	755	811	867	922	976	1030	1084	1137	1190	1243	1295
3	228	356	465	564	658	749	837	922	1006	1089	1170	1251	1330	1409	1487	1564	1641	1717	1793	1868
4	298	465	607	737	860	978	1093	1205	1314	1422	1528	1633	1737	1840	1942	2043	2143	2243	2342	2440
5	367	573	747	907	1059	1204	1345	1483	1618	1751	1882	2011	2139	2265	2391	2515	2639	2761	2883	3004
6	435	679	885	1075	1254	1426	1594	1757	1917	2074	2229	2382	2533	2683	2832	2979	3125	3270	3415	3558
7	502	782	1020	1239	1445	1644	1837	2025	2209	2390	2569	2745	2920	3092	3264	3433	3602	3769	3936	4101
8	567	884	1152	1399	1633	1857	2075	2287	2495	2700	2902	3101	3298	3493	3686	3878	4068	4258	4446	4632
9	630	983	1282	1556	1816	2065	2307	2543	2775	3003	3227	3448	3668	3885	4100	4313	4525	4735	4944	5152
10	692	1079	1408	1709	1994	2268	2534	2794	3048	3298	3545	3788	4029	4267	4503	4737	4970	5201	5431	5659
11	753	1174	1531	1859	2169	2467	2756	3038	3315	3587	3855	4119	4381	4640	4897	5152	5405	5656	5905	6154
12	812	1266	1651	2005	2339	2660	2972	3276	3575	3868	4157	4442	4724	5004	5281	5556	5828	6099	6369	6636
13	869	1356	1768	2147	2505	2849	3183	3508	3828	4142	4451	4757	5059	5358	5655	5949	6241	6531	6820	7106
14	925	1443	1882	2285	2666	3032	3388	3734	4074	4409	4738	5063	5385	5704	6019	6333	6643	6952	7259	7564
15	980	1528	1993	2419	2823	3211	3587	3954	4314	4668	5017	5361	5702	6039	6374	6705	7034	7361	7686	8009
16	1032	1610	2100	2550	2975	3384	3781	4168	4547	4920	5288	5651	6010	6366	6718	7068	7415	7759	8102	8442
17	1084	1691	2205	2677	3124	3553	3969	4375	4774	5165	5551	5933	6310	6683	7053	7420	7784	8146	8505	8863

Die ermittelte, erforderliche Probemasse geht laut Statistischen Richtlinien davon aus, dass ein Bundesland nur eine – in genauer statistischer Auslegung – Schicht darstellt und die erwähnten Genauigkeitsanforderungen für diese eine Schicht gelten. Sollen mehrere Schichten (nach definierten Faktoren) untersucht werden, ist die erforderliche Probemasse für jede Schicht separat zu ermitteln, womit sich höhere Probemassen ergeben. In fünf Bundesländern haben sich damit höhere Probemassen ergeben (Tabelle 11). Die erforderliche Probemasse für Stückgewichtsanalysen wurde auf Basis der Statistischen Richtlinien und Rahmenbedingung 6 (Tabelle 1) mit 800 bis 1000 kg für das gesamte Bundesgebiet festgelegt, wobei von einer Mindestmenge von 100 kg Bruttomasse für Stückgewichtsanalysen pro Bundesland ausgegangen wurde.

Tabelle 11: Einwohner\*innen, Restmüll-Sammelmenge und erforderliche Probemasse nach Bundesländern

BUNDESLAND	ERFORDERLICHE PROBEMASSE [KG]	PROBEMASSE SORTIERANALYSEN [KG]	PROBEMASSE STÜCKGEWICHTE BRUTTO [KG]
Burgenland	2268	2414 <sup>1</sup>	118
Kärnten	2849	3221	115
Niederösterreich	2268	8422	205
Oberösterreich	2065	11390	318
Salzburg	2467	6961	149
Steiermark	2065	4660	117
Tirol	2467	5765	106
Vorarlberg	1857	3230 <sup>2</sup>	111
Wien	2467	2500	117
<b>Summe</b>	<b>-</b>	<b>48563</b>	<b>1355</b>

<sup>1</sup> Exkl. 480 kg aus Windeltonnen

<sup>2</sup> Inkl. Zusatzanalysen

#### 4.1.3.4 Anzahl und räumliche Verteilung der Einzelproben

Auf Basis statistischer Prinzipien ist primär die analysierte Probemasse für die erreichbare Genauigkeit der Schätzung der Fraktionsanteile relevant. Dabei ist jedoch zu gewährleisten, dass – vereinfachend ausgedrückt – jeder Kilogramm Restmüll die gleiche Chance haben soll, für die Analyse gezogen zu werden. Mindestanforderungen an die Probenanzahl ergeben sich durch die anzuwendende Unterteilung nach sozio-ökonomischen und tourismusrelevanten Faktoren (im Rahmen der regionalen Schichtung) sowie weiterer,

gewählter Schichtungskriterien, z.B. nach LVP-Sammelsystemen gemäß Tabelle 8. Um den möglichen Einfluss von gemeindespezifischen Besonderheiten zu verringern, ist es zudem vorteilhaft aus einer Unterteilung bzw. Schicht nicht nur die Proben einer Gemeinde heranzuziehen. Diese Überlegungen sind in den Leitfaden, Regeln 13 und 14, entsprechend eingeflossen.

Darauf aufbauend wurden in Abhängigkeit von der Schichtung der Gemeinden, der Anzahl der Gemeinden pro Unterteilung, der zu erwartenden mittleren Probemasse pro Einzelprobe und der erforderlichen Probenmasse pro Schicht oder Unterteilung nach Bundesländern folgende Planungsparameter abgeleitet, nämlich

- einen Richtwert für die zu ziehende Probemasse pro Gemeinde bzw. bei Städten pro Sammelbezirk und Analysedurchgang mit einer Bandbreite von 90 bis 160 Kilogramm,
- einer mittleren Einzelprobenmasse mit Referenz zum Sammelvolumen von 240 Liter im Bereich um 15 bis 18 Kilogramm, sowie
- einen Richtwert für zu ziehende Einzelproben pro Gemeinden bzw. Sammelbezirk und Analysedurchgang von 6 bis 10 Einzelproben.

Im Rahmen der bundesweiten Restmüllanalysen sind 2686 Einzelproben mit  $18,1 \pm 7,3$  kg mittlerer Masse pro Einzelprobe gezogen worden, wobei von einer Abdeckung von ca. 190 Gemeinden bzw. 9 % aller österreichischen Gemeinden (2102) auszugehen ist.

Die Probenauswahl innerhalb von Gemeinden und Sammelbezirken erfolgte im Regelfall auf Basis der Ermittlung der aufgestellten und jährlich entleerten Behältervolumina nach Unterteilung in Klein- und Großbehälter (vereinzelt unter Berücksichtigung unterschiedlicher Schüttdichte nach Behältergrößen) sowie der nach Klein- und Großbehältern geschichteten Zufallsauswahl von Liegenschaftsadressen. In einem Fall wurde laut Bericht keine Schichtung nach Behältergrößenklassen durchgeführt, wobei die Schichtung innerhalb von Gemeinden gemäß Rahmenbedingung 4c (Tabelle 1) lediglich freigestellt ist.

#### **4.1.4 Sortierung**

##### **4.1.4.1 Verwerfen von Proben und Plausibilisierung**

Das Verwerfen von Proben ist laut Leitfaden nur aus Gründen der Arbeitssicherheit und bei geringem Füllgrad < 20% (im Rahmen der Probenahme) zulässig.

Betreffend Füllgrad liegen derzeit insgesamt 1436 dokumentierte Datensätze vor. Ca. 3 % der dokumentierten Proben (insgesamt  $n=1436$ ) wurden mit einem Füllgrad von 30 %-40 % eingestuft, wobei die mittlere Nettomasse mit 14,0 kg nicht deutlich vom Gesamtmittelwert von 18,1 kg für alle Einzelproben abweicht. Überfüllte Behälter weisen mit 21,7 kg bei fast dreifachem Volumen (gegenüber Behälter mit 30-40 % Füllgrad) nur die 1,5-fache Masse pro Einzelprobe auf. Dieser vereinfachte deskriptive Vergleich deutet darauf hin, denn Schwellenwert von 20% für Behälter mit zu geringem Füllgrad zu belassen, da es sonst zu Verzerrungen kommt.

Laut Leitfaden und Statistischen Richtlinien ist die augenscheinliche (d.h. im Rahmen einer Behältersichtung) Abweichung eines Behälterinhalts von der nicht näher definierten „üblichen Zusammensetzung“ kein Grund, den Behälter zu verwerfen oder aus der Auswertung auszuschließen. Gemäß ÖNORM S 2097 (2005) konnten Einzelproben, die (nach nicht näher ausgeführter Methodik) als Extremwerte eingestuft werden, in einer parallelen Auswertung ausgeschlossen werden.

Die Identifikation von Einzelproben mit „extremer“ Verteilung wurde anhand von Kontingenztafeltests auf Basis der Fraktionsgruppen in Tabelle 12 untersucht. Dabei wurde die Verteilung jeder Einzelprobe mit der mittleren Verteilung aller Proben verglichen. Für Proben mit extrem abweichender Verteilung, die mit einer Wahrscheinlichkeit von  $p < 1e-10$  der mittleren Verteilung entsprechen, zeigt sich, dass bei der Hälfte dieser Einzelproben der Anteil von Elektroaltgeräten und Problemstoffen außergewöhnlich hoch ist (mehr als das 10-fache des mittleren Fraktionsanteils). Bei ca. einem Drittel der extrem verteilten Einzelproben ist der Anteil der Inertstoffe mit mehr als drei Mal so großen Anteilen außergewöhnlich hoch. In Gesamtbetrachtung zeigt sich nur bei Elektroaltgeräten und Problemstoffen, dass ca. 16 % der bundesweiten Fraktionsmasse im Restmüll auf ca. 1 % der Einzelproben entfällt, die relativ eindeutig als unzulässig im Sinne der Getrennterfassung von potentiell gefährlichen Abfällen eingestuft werden könnten. Bei Inertstoffen entfallen hingegen nur 3 Masse-% der bundesweiten Fraktionsmasse auf ca. 1 % der Behälter.

#### **4.1.4.2 Sortierte Fraktionen**

Die Einheitlichkeit eines bundesweiten Fraktionskatalogs stellt einen wesentlichen Meilenstein für die Vergleichbarkeit von Landesergebnissen dar. Laut Rahmenbedingung 2b (Tabelle 1) wurden die Haupt- und Untergruppe 1 laut Leitfaden als Mindestanforderung für bundesländerspezifische Analysen festgelegt. Tabelle 12 zeigt diesen Katalog zusätzlich zu den für die Schwankungsbreite relevanten sieben Fraktionen und Fraktionsgruppen, die für die Vergleiche im Rahmen dieses Berichts festgelegt werden.

Die Einteilung in Fraktionsgruppen erfolgte nach den Gesichtspunkten der Abgrenzung von Verpackungen und Nichtverpackungen, des biogene Anteile (biogene Fraktionen), der Ausschleusung von Abfällen mit potentiell gefährlichen Inhaltsstoffen (EAG, Problemstoffe und Batterien) und der vorwiegenden stofflichen Verwertbarkeit, wobei in Anlehnung an die Restmüllanalyseberichte Oberösterreich (Hietler et al., 2019a) und Salzburg (Hietler et al., 2019b) Fraktionen, für die bundesweit flächendeckend getrennte Erfassung im Verbund mit vorwiegend stofflicher Verwertung praktiziert wird, den sonstigen Altstoffen und die verbleibenden den vorwiegend nicht stofflich verwertbaren Abfällen (vulgo dem nicht vermeidbarem Restmüll) zugeordnet wird. Diese Zuordnung dient nur der Orientierung mit Bezug zum Status quo und ist keinesfalls als abschließend zu sehen. Es ist sehr wohl bewusst, dass die Getrennterfassung und stoffliche Verwertung für Fraktionen wie Kunststoff NVP und andere Fraktionen und Teilfraktionen in einzelnen Regionen ambitioniert vorangetrieben wird, wobei hier die Sammlung von Sperrmüll im Vordergrund stehen kann.

Der Standard-Fraktionskatalog wurde für Analysen in sechs Bundesländern direkt übernommen. In drei Bundesländern wurden folgende Fraktionen disaggregiert, nämlich

- Organik, die in Garten- und Haushaltsorganik unterteilt wurde,
- Kunststoff-Verpackungen, die in Hohlkörper und sonstige Kunststoff-Verpackungen unterteilt wurden, sowie
- Metall-Verpackungen und Nicht-Verpackung mit jeweiliger Unterteilung in Eisen- und Nicht-Eisenmetalle.

Tabelle 12: Fraktionskatalog bzw. relevante Fraktionen laut Rahmenbedingung 2b bzw. 3b sowie Fraktionsgruppen

FRAKTIONS-GRUPPEN	FRAKTIONEN DER HAUPT- UND UNTERGRUPPE 1 LT. LEITFADEN	FÜR SCHWANKUNGSBREITE RELEVANTE FRAKTIONEN LT. RAHMENBEDINGUNG 3B	
Biogene Abfälle	Organik Vermeidbare Lebensmittelabfälle		
Verpackungen (VP)	Papier, Pappe, Karton (PPK) VP	Leichtverpackungen (LVP)	
	Kunststoffe VP		
	Sonstige Leicht-VP		
	Glas VP		
Sonstige Altstoffe	Metalle VP	Rest	
	PPK Nicht-Verpackungen (NVP)		
	Metalle NVP		
	Textilien		
EAG, Problemstoffe u. Batterien	Schuhe		
	Elektroaltgeräte (EAG)		
	Batterien inkl. Akkus		
Vorwiegend nicht stofflich verwertbare Abfälle	Problemstoffe/gefährliche Abfälle		
	Glas NVP <sup>1</sup>		
	Kunststoffe NVP <sup>2</sup>		
	Holz NVP <sup>3</sup>		
	Inertstoffe <sup>4</sup>		
	Hygieneartikel		
	Sonstige Abfälle		
	Sortierrest (nicht identifizierbar) [brutto] bzw.		
	Sortierrest und Anhaftungen [netto]		

<sup>1</sup> Vorläufige Annahme aufgrund der eingeschränkten getrennten Erfassung, z.B. von Flachglas

<sup>2</sup> Vorläufige Annahme aufgrund der eingeschränkten getrennten Erfassung und vorwiegend thermischen Verwertung mit Ausnahme laufender Pilotprojekte in einzelnen Regionen

<sup>3</sup> Vorläufige Annahme aufgrund der vorwiegenden thermischen Nutzung von unbehandeltem oder behandeltem Altholz aus Haushalten

<sup>4</sup> Annahme aufgrund der vorwiegenden Beseitigung von Inertstoffen aus Haushalten, die nicht den Anforderungen der Recycling-Baustoffverordnung entsprechen



Tabelle 13: *Analysierte Fraktionen und Schichten nach Restmüllsortieranalysen 2018/19*

BUNDESLAND	FRAKTIONEN	ZUSÄTZLICHE FRAKTIONEN
Burgenland	25	Garten Glas VP (Küche/sonst.) Metall-VP (Fe/NE) Metall-NVP(Fe/NE)
Kärnten	21	-
Niederösterreich	21	-
Oberösterreich	22	Organik (Garten/HH)
Salzburg	25	Organik Garten Küchenabfälle inkl. Zubereitungsreste Sonstige Organik HH KSt-Hohlkörper sonst. KSt-VP
Steiermark	21	-
Tirol	21	-
Vorarlberg	21 <sup>1</sup>	-
Wien	21	-

<sup>1</sup> Die zusätzlich definierte Fraktion „Abfallsäcke“ als von der Gemeinde ausgegebene Säcke wurden den Kunststoff-Nichtverpackungen zugeordnet.

#### 4.1.4.3 Anteil an nicht identifizierbarem Sortierrest

Im Rahmen der letzten Restmüll-Sortieranalysen 2010 – 2013 wurden teilweise sehr hohe Fraktionsanteile mit bis zu mehr als 20 Masse-% an nicht zuordenbarem Siebrest ermittelt und dokumentiert. Zumindest ein Mitgrund dafür könnte die übliche Praxis der Siebung mit 10 bis 40 Millimeter-Flach- oder Trommelsieben sein. In Anbetracht der steigenden Relevanz von Lebensmittelabfällen erschwert die Siebung weiters die Unterscheidbarkeit zwischen Organikfraktionen mit Speise-, Zubereitungsresten und Lebensmittelabfällen.

Gemäß Leitfaden wurde daher die Sortierung ohne Siebung (Regel 17b) und Beschränkung des nicht identifizierbaren Sortierrests auf maximal 10% der Probenmasse empfohlen. Abbildung 7 zeigt, dass der Sortierrest in allen regionalen Schichten der Bundesländer ca. 1 Masse-% ausmacht. Auch bei Annahme von Verschiebungseffekten zu sonstigen Abfällen ist der Richtwert von 10 Masse-% im Landesschnitt eingehalten.

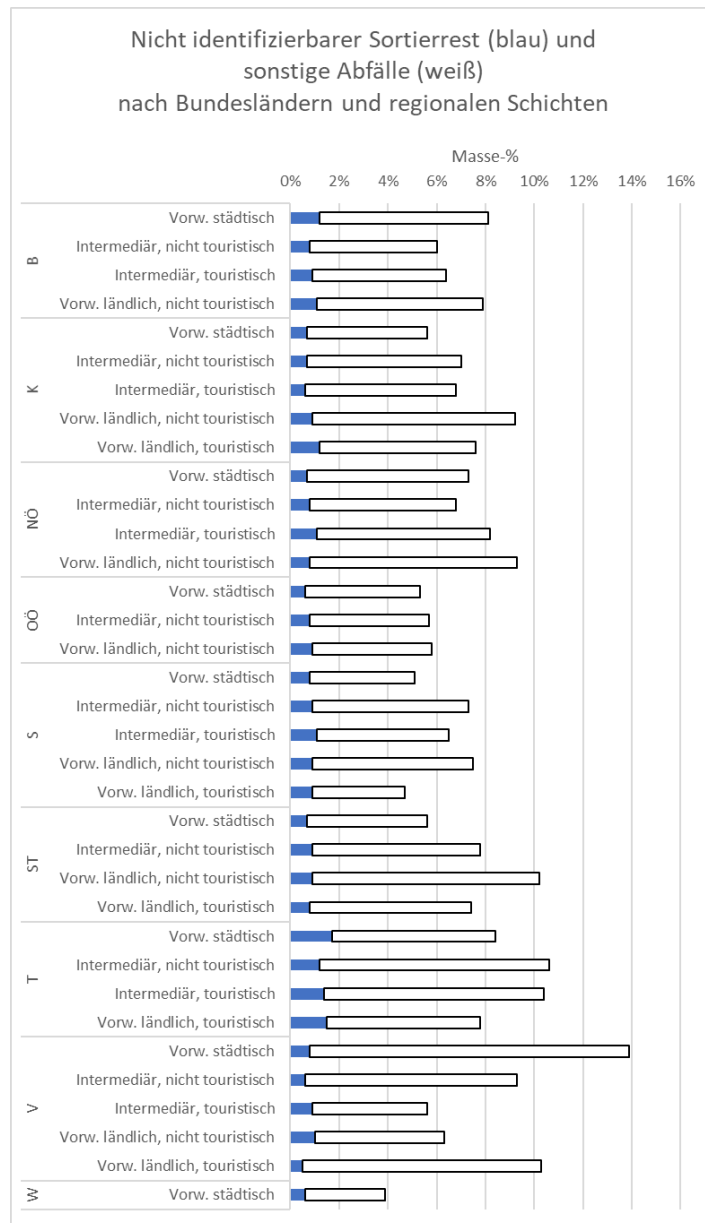


Abbildung 7: Fraktionsanteil von nicht identifizierbarem Sortierrest und sonstigen Abfällen nach Bundesländern und regionalen Schichten in Masse-%

## 4.2 Brutto-Netto-Analysen von Anhaftungen

Laut Rahmenbedingung, Pkt. 7 (Abschnitt 2.1) war die Erhebung der bundeseinheitlichen Nettofaktoren für Verpackungen (ohne Restinhalte und ohne Verunreinigungen) unter Vorgabe einer größeren Schwankungsbreite (4 – 6%) in 1 – 2 Bundesländern zu beauftragen. Die erforderliche Probemasse in Abhängigkeit von den angenommenen Nettofaktoren (ex ante) für eine Schwankungsbreite von  $\pm 5\%$  wurde in den Statistischen Richtlinien, Abschnitt IV.1.6 ermittelt (Tabelle 13).

Tabelle 14: Erforderliche Brutto-Netto-Analysen von Verpackungen (Quelle: Felsenstein und Spangl, 2017)

FRAKTION NACH PACKSTOFF	ERFORDERLICHE PROBEMASSE [KG]	NETTOFAKTOR GESCHÄTZT
Glas-VP	15	0,95
Papier-VP	45	0,80
Metall-VP	26	0,90
Leicht-VP	59	0,70
<b>Summe</b>	<b>145</b>	

Im Rahmen der Untersuchung der ARGE FHA & TB Hauer (2019) wurden die Untersuchungen durchgeführt, wobei die Fraktion Leichtverpackungen mit 59kg laut Tabelle 14 auf die Analysefraktionen „Kunststoffflaschen“, „sonstige Kunststoffverpackungen“ und „sonstige Leichtverpackungen“ entsprechend ihren jeweiligen Anteilen aufgeteilt werden musste. Die Stichproben für die Bestimmung der Netto-Packstoffmassen im Rahmen des ersten Durchganges der NÖ-Restmüllanalysen wurden im Herbst 2018 zufällig aus allen drei Schichten (städtisch, ländlich, intermediär) und aus unterschiedlichen Gebieten gezogen. Zusätzlich wurden auch die unterschiedlichen LVP Sammelsysteme (Flaschensammlung, Fraktion 915/935 und LVP-Sammlung gesamt, Fraktion 910/930) dahingehend berücksichtigt, dass die gezogenen Proben aus beiden Bereichen gezogen wurden.

Tabelle 15: Ergebnisse der Brutto-Netto-Analysen von Verpackungen als Anteil der Anhaftungen an der Masse der Verpackungen im Restmüll, bereinigt um Anhaftungen, Restinhalten und Feuchtigkeit (Quelle: ARGE FHA & TB Hauer, 2019)

Packstoff	Bruttomasse [kg]	Nettomasse [kg]	Differenz [kg]	Anhaftungen [%]
Glasverpackungen	16,13	15,6	0,53	3,3%
Papierverpackungen	48,06	37,988	10,072	21,0%
Leichtverpackungen:				
<i>Flaschen/Hohlkörper</i>	24,59	20,15	4,44	18,1%
<i>sonst. Kunststoff-VP</i>	23,50	19,05	4,45	18,9%
<i>sonst. Verbund-VP</i>	26,27	21,00	5,27	20,1%
LVP - Gesamt	74,36	60,1976	14,1624	19,0%
Metallverpackungen	26,61	23,49	3,12	11,7%

Die Ergebnisse bei den Leichtverpackungen sind mit rd. 18 % bei den Flaschen und mit rd. 19% bei den sonstigen Kunststoff-Verpackungen im ähnlichen Bereich. Bei den Flaschen/Hohlkörpern zeigen vor allem die „sonstigen Flaschen“ von Reinigungsmitteln und Körperpflegeprodukten mit pastösen Restinhalten (trotz Entleerung im Zuge der Analysen) einen erhöhten Verunreinigungsgrad. Bei den „Getränke-Flaschen“, die ebenfalls im Zuge der Analyse entleert werden, sind die Anhaftungen hingegen geringer.

Der geltende Fraktionskatalog in Tabelle 12 beinhaltet die aggregierte Fraktion ‚Kunststoff-Verpackungen‘, jedoch nicht die hier genannten Flaschen/Hohlkörper sowie die sonstigen Kunststoff-Verpackungen. Daher wurde ein aggregierter Netto-Faktor auf Basis des Massenanteils von KSt-Getränkeflaschen an allen KSt-Verpackungen auf der Basis von Tabelle 16 ermittelt, der mittels Gewichtung einen Nettofaktor von 18,7 % an Kunststoff-Verpackungen ergibt.

Tabelle 17 zeigt die abgeleiteten Nettofaktoren nach nachfolgend verwendeten Fraktionen.

Tabelle 16: Mengengerüst Ist-Stand Kunststoffverpackungen und Kunststoffgetränkverpackungen (Hauer et al., 2020)

PROZESS	MATERIALSTROM	MENGEN [TONNEN]
Sammlung (im Restmüll)	KSt-Verpackungen	78 800
	KSt- Getränkeflaschen	14 800
	KSt-Verpackungen ohne Getränkeflaschen	64 000

Tabelle 17: Abgeleitete Nettofaktoren und Anteile von Anhaftungen, Feuchtigkeit und Restinhalten in Bezug zu Rahmenbedingung 2b bzw. Fraktionsliste nach Untergruppe 1 lt. Leitfaden

FRAKTION NACH PACKSTOFF	NETTOFAKTOR	ANTEIL VON ANHAFTUNGEN, FEUCHTIGKEIT UND RESTINHALTEN
Papier-VP	0,790	21,0%
Kunststoff-VP	0,813	18,7%
Sonstige LVP	0,799	20,1%
Metall-VP	0,883	11,7%
Glas-VP	0,967	3,3%

### 4.3 Stückgewichtsanalyse

Der Ermittlung der Stückgewichte wird eine hohe Bedeutung beigemessen, da dieser Modellparameter im Rahmen der Statistischen Richtlinien wesentlich für die Ermittlung der erforderlichen Probemasse sowie für die Ermittlung der Konfidenzintervalle ist. Je größer das mittlere Stückgewicht, desto größer ist die erforderliche Probemasse. Die Statistische Richtlinie geht davon aus, dass dieses Stückgewicht im Rahmen von Stückgewichtsanalysen von je mehr als 100 Kilogramm pro Bundesland auf Basis von zählbaren Teilen oder zusammenhängenden Massen mit mehr als 20 Gramm ermittelbar ist (s. Abschnitt 2.2). Weiters wird davon ausgegangen, dass das darauf aufbauende Modell die Streuung bzw. Varianz der Gesamtschätzung realistisch abbildet.

Tabelle 18 zeigt das aggregierte Gesamtergebnis der bundesweiten Analysen mit einer Bruttomasse von 1355 Kilogramm. Der Anteil der zählbaren Teile mit mehr als 20 Gramm pro Teil wurde insgesamt mit 80 Masse-% ermittelt, wobei in zwei Ländern die komplette Bruttomasse als zählbar eingestuft wurde. Fraktionen mit kleinsten Stückgewichten umfassen die Verpackungsfraktionen, die mit der Ausnahme von Glas-Verpackungen mittlere Massen von unter 100 Gramm aufweisen und zudem mit 58 % bis 71 % niedrige Massenanteile von zählbaren Teilen aufweisen. Fraktionen mit höchsten, mittleren Stückgewichten sind Inertstoffe und Holz-Nichtverpackungen.

Tabelle 18: Stückgewichtsanalysen nach Fraktionen

FRAKTION	PROBEMASSE [KG]	MASSE MIT TEILEN >20G/STK [KG]	ANZAHL AN TEILEN >20G	MASSEN- ANTEIL MIT TEILEN >20G/STK.	MITTLERE MASSE PRO TEIL >20G/STK. [G]
Organik (inkl. nicht verm. LM-Abf.)	180,6	152,7	662	85%	<b>231</b>
Vermeidbare bzw. tw. vermeidbare LM-Abf.	160,9	143,8	856	89%	<b>168</b>
PPK VP	31,7	20,5	274	64%	<b>75</b>
PPK NVP	34,1	24,9	228	73%	<b>109</b>
Kunststoffe VP	63,2	36,9	591	58%	<b>62</b>
Sonstige Leicht-VP	26,6	17,0	255	64%	<b>67</b>
Glas VP	51,0	47,6	275	93%	<b>173</b>
Glas NVP	12,9	10,1	27	78%	<b>373</b>
Metalle VP	19,3	13,7	186	71%	<b>74</b>
Metalle NVP	16,6	14,7	86	89%	<b>171</b>
Kunststoffe NVP	47,6	36,9	325	78%	<b>113</b>
Holz NVP	21,9	21,9	33	99%	<b>662</b>
Hygieneartikel	253,9	207,9	1059	82%	<b>196</b>
Textilien	65,9	64,8	207	98%	<b>313</b>
Schuhe	23,4	14,4	48	62%	<b>300</b>
EAG	22,7	22,7	68	100%	<b>333</b>
Batterien inkl. Akkus	1,8	1,1	50	60%	<b>22</b>
Problemstoffe/gef. Abf.	6,4	5,4	18	84%	<b>301</b>
Inertstoffe	168,5	167,6	98	99%	<b>1710</b>
Sonstige Abfälle	139,5	60,6	259	43%	<b>234</b>
Sortierrest (nicht identifizierbar)	6,5	0,6	1	10%	<b>636</b>
<b>Gesamt</b>	<b>1355,3</b>	<b>1085,8</b>	<b>5606</b>	<b>80%</b>	<b>194</b>

Die Ermittlung der bundesweiten Stückgewichtsanalysen ergibt ein Stückgewicht von 0,194 Kilogramm. Der Ex-ante-Schätzwert von 0,2 kg kann somit unter Berücksichtigung der Unschärfe als bestätigt betrachtet werden.

Der ermittelte Wert von 194 Gramm geht als Modellparameter in weiterer Folge innerhalb dieses Berichtes in die Berechnung der Konfidenzintervalle ein. Zu beachten ist allerdings, dass Test auf signifikante Unterschiede bezüglich Faktoren (z.B. Schichten oder Sammelsysteme) wie in den Statistischen Richtlinien, Abschnitt III.5, Test auf Unterschiede, ausgeführt, diesen Wert unberücksichtigt lässt. Anstatt mit Häufigkeiten im Sinne der Stückgewichte wird mit Werten in Kilogramm gerechnet. Damit wird implizit von einem Masseneinheitwert von 1 Kilogramm ausgegangen. Laut Statistischen Richtlinien (III.5, letzter Absatz) wird Kontingenztafel-Test (gegenüber ähnlichen Tests) zudem aufgrund der Unabhängigkeit vom Massenäquivalent empfohlen.

## 5 Ergebnisse

Im Rahmen der bundesweiten Restmüllanalysen 2018/19 wurden rund 48,6 Tonnen gemäß Rahmenbedingungen für einheitliche Restmüllanalysen (s. Abschnitt 2.1) analysiert und dokumentiert. Insgesamt wurden 2.686 Einzelproben mit einer mittleren Masse von 18,1 kg gezogen und sortiert.

Die Konsolidierung der bundesländerspezifischen Restmüllanalysen erfolgte auf Basis der zur Verfügung gestellten Rohdaten von sieben Analysen (davon eine teilanonymisiert) sowie der Restmüllanalyseberichte (s. Tabelle 4). Die Auswertung erfolgte entsprechend den Statistischen Richtlinien (s. Abschnitt 0) insbesondere mittels Ermittlung des Stückgewichtes als Basis für die Berechnung der Konfidenzintervalle sowie der Hochrechnung der bundesweiten Zusammensetzung mittels aufkommensaliquoter Gewichtung der vorliegenden 49 Unterteilungen bzw. Teilgesamtheiten laut Tabelle 8.

Das Aufkommen an Restmüll als gemischte Siedlungsabfälle, die mittels kommunaler Systemabfuhr gesammelt werden, stellt mit 1,459 Mio. Tonnen im Bezugsjahr 2018 laut BMK (2020) die Grundgesamtheit der bundesweiten Restmüllanalyse dar. Entsprechend dem Aufkommen entfällt mit 37 % das größte Gewicht auf die Bundeshauptstadt, gefolgt von Niederösterreich, Oberösterreich bzw. der Steiermark mit 16 %, 12 % bzw. 11 % (s. Abbildung 8 und Tabelle 5).

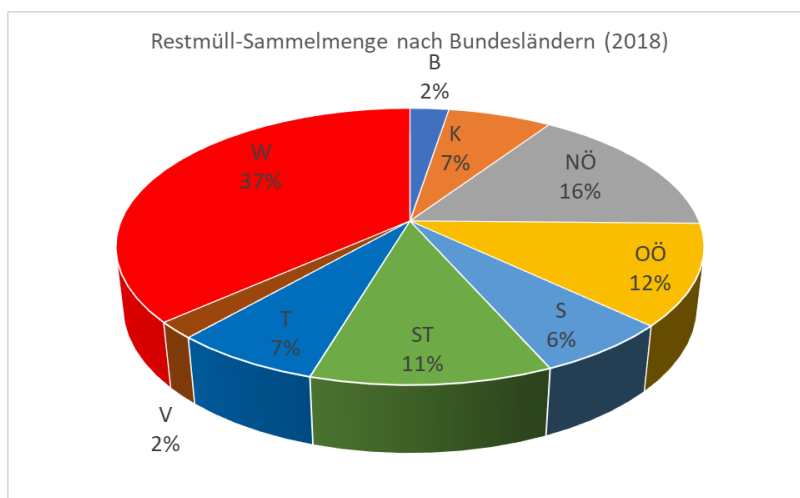


Abbildung 8: Restmüll-Sammelmenge 2018 nach Bundesländern in Masse-%

### 5.1 Gesamtergebnis für Österreich

#### 5.1.1 Zusammensetzung exklusive Anhaftungen (Nettofraktionsmengen)

Abbildung 9, Abbildung 10 und Tabelle 19 zeigen die Restmüllzusammensetzung in Österreich als Nettomengen exklusive Anhaftungen. Bedeutendste Fraktionsgruppen sind vorwiegend nicht stofflich verwertbare Abfälle, biogene Abfälle sowie Verpackungen. Auf Ebene der Fraktionen sind die beiden biogenen Fraktionen Organik sowie vermeidbare Lebensmittel, Hygieneartikel und Inertstoffe mengenrelevant.

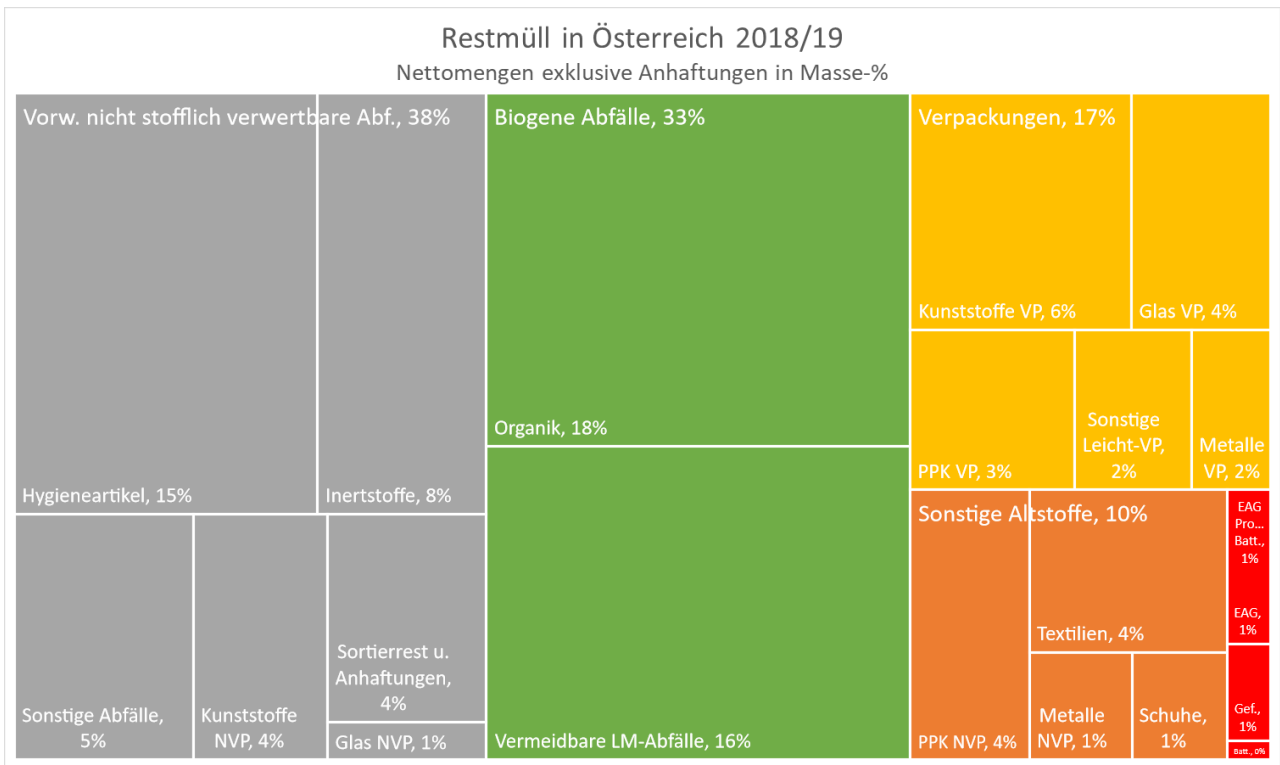


Abbildung 9: Restmüll-Zusammensetzung in Österreich 2018/19 - Nettozusammensetzung in Masse-%

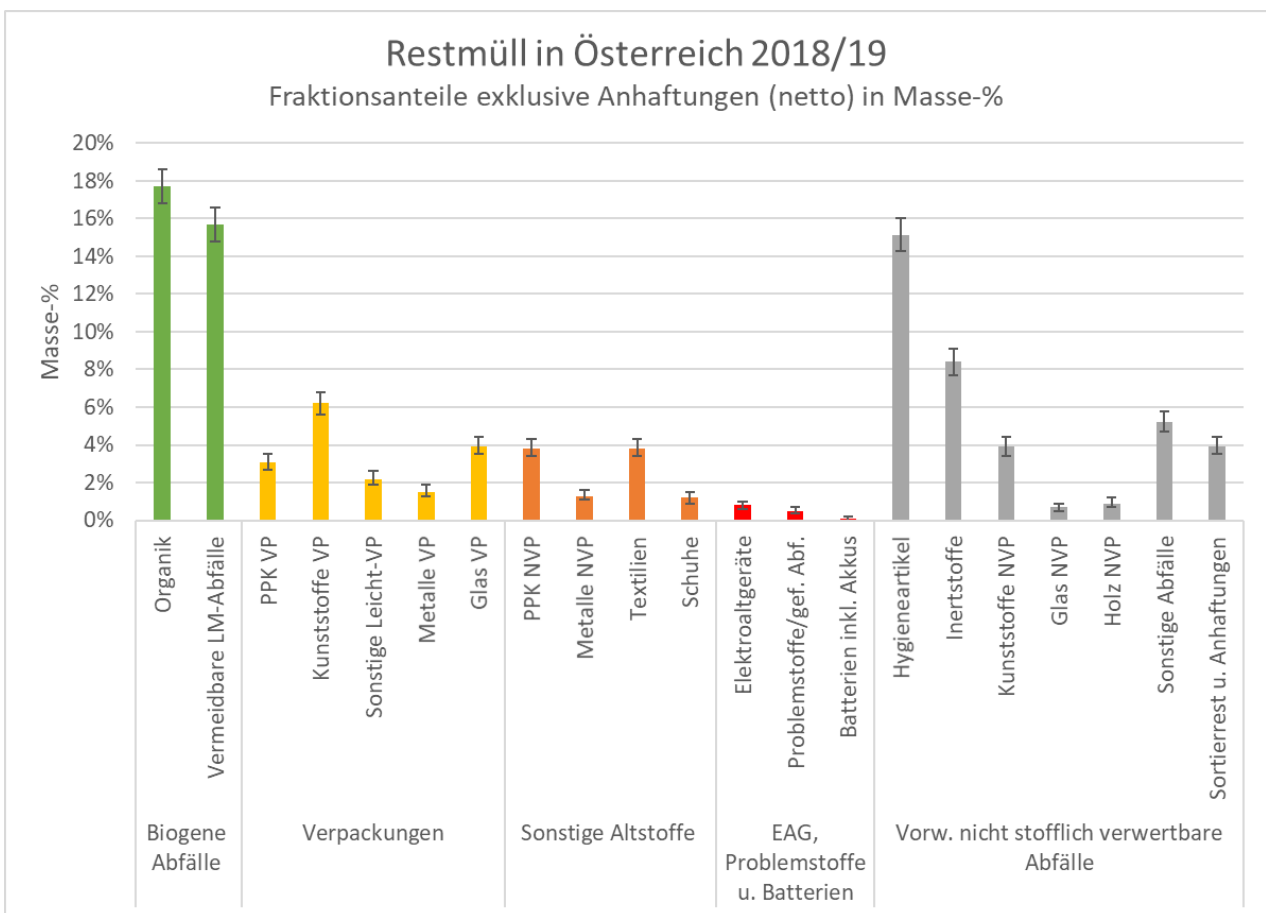


Abbildung 10: Restmüll-Zusammensetzung in Österreich 2018/19 – Fraktionsanteile inklusive Konfidenzintervalle in Masse-%



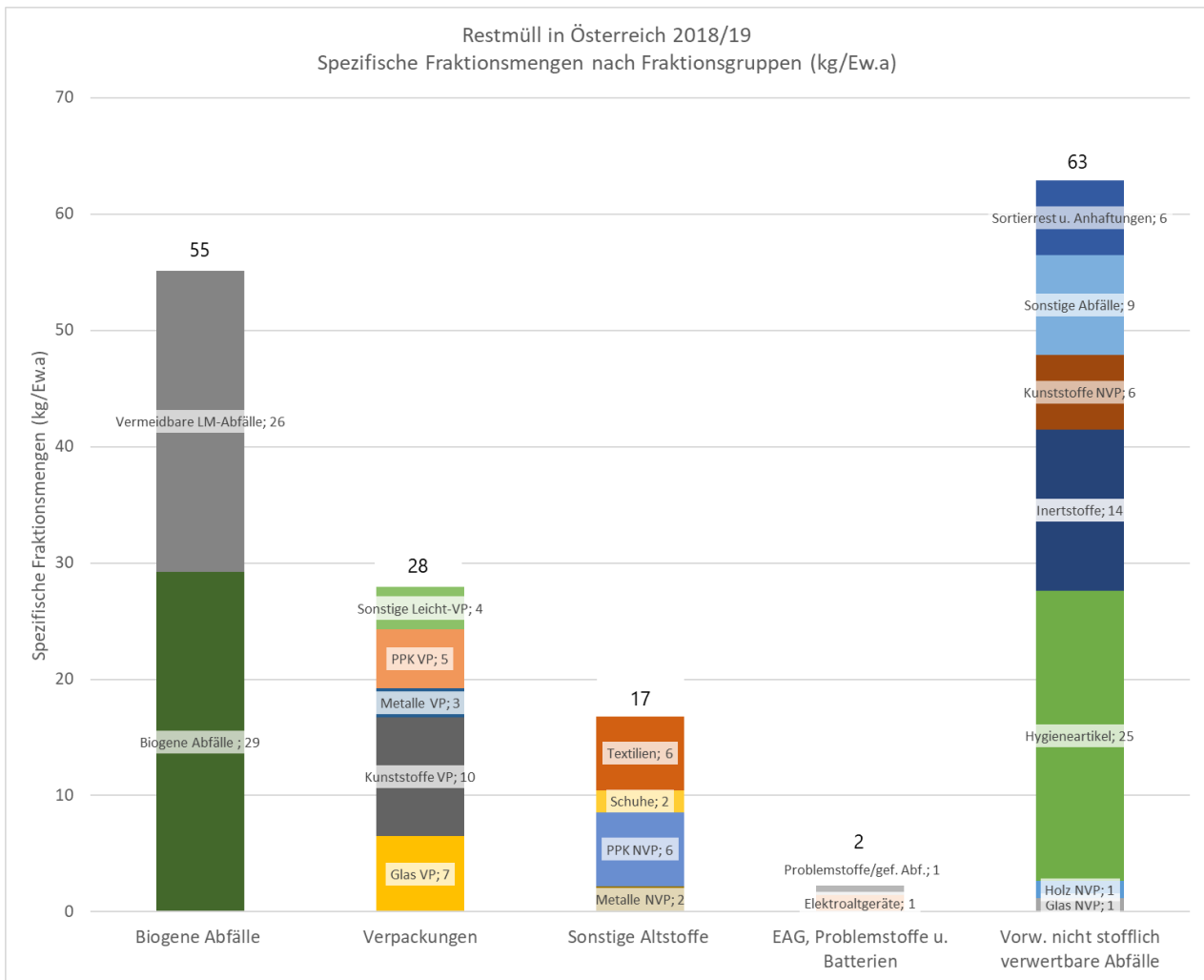


Abbildung 11: Restmüll-Zusammensetzung in Österreich 2018/19 – Spezifische Fraktionsmengen nach Fraktionsgruppen (kg/Ew.a)

Tabelle 19: Restmüllzusammensetzung in Österreich, Nettomengen exklusive Anhaftungen – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN ÖSTERREICH NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>	T/A
Organik	16,8%	17,7%	18,6%	27,7	29,2	30,8	258 284
Vermeidbare LM-Abfälle	14,8%	15,7%	16,6%	24,5	25,9	27,4	228 937
PPK VP (netto)	2,7%	3,1%	3,5%	4,4	5,0	5,8	44 555
PPK NVP	3,4%	3,8%	4,3%	5,6	6,4	7,2	56 144
Kunststoffe VP (netto)	5,6%	6,2%	6,8%	9,3	10,2	11,2	90 168
Sonstige Leicht-VP (netto)	1,9%	2,2%	2,6%	3,1	3,7	4,3	32 298
Glas VP (netto)	3,5%	3,9%	4,4%	5,8	6,5	7,3	57 490
Glas NVP	0,5%	0,7%	0,9%	0,9	1,2	1,6	10 327
Metalle VP (netto)	1,3%	1,5%	1,9%	2,1	2,6	3,1	22 523
Metalle NVP	1,1%	1,3%	1,6%	1,8	2,2	2,7	19 488
Kunststoffe NVP	3,4%	3,9%	4,4%	5,7	6,4	7,2	56 397
Holz NVP	0,7%	0,9%	1,2%	1,2	1,5	1,9	13 178
Hygieneartikel	14,3%	15,1%	16,0%	23,6	25,0	26,4	220 694
Textilien	3,4%	3,8%	4,3%	5,6	6,3	7,1	55 804
Schuhe	0,9%	1,2%	1,5%	1,5	1,9	2,4	17 000
Elektroaltgeräte	0,6%	0,8%	1,0%	1,0	1,3	1,7	11 685
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,2%	0,0	0,1	0,3	852
Problemstoffe/gef. Abf.	0,4%	0,5%	0,7%	0,6	0,8	1,2	7 386
Inertstoffe	7,7%	8,4%	9,1%	12,8	13,9	15,0	122 419
Sonstige Abfälle	4,7%	5,2%	5,8%	7,8	8,6	9,6	76 304
Sortierrest u. Anhaftungen	3,5%	3,9%	4,4%	5,7	6,4	7,3	56 856
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>165</b>		<b>1 458 790</b>

## 5.1.2 Zusammensetzung nach Bruttofraktionsmengen inklusive Anhaftungen

Tabelle 20: Restmüllzusammensetzung in Österreich, Bruttomengen inklusive Anhaftungen – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN ÖSTERREICH BRUTTO INKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>	T/A
Organik	16,8%	17,7%	18,6%	27,7	29,2	30,8	258 284
Vermeidbare LM-Abfälle	14,8%	15,7%	16,6%	24,5	25,9	27,4	228 937
PPK VP	3,4%	3,9%	4,4%	5,7	6,4	7,2	56 398
PPK NVP	3,4%	3,8%	4,3%	5,6	6,4	7,2	56 144
Kunststoffe VP	7,0%	7,6%	8,3%	11,5	12,5	13,6	110 908
Sonstige Leicht-VP	2,4%	2,8%	3,2%	4,0	4,6	5,3	40 423
Glas VP	3,6%	4,1%	4,6%	6,0	6,7	7,6	59 452
Glas NVP	0,5%	0,7%	0,9%	0,9	1,2	1,6	10 327
Metalle VP	1,5%	1,7%	2,1%	2,4	2,9	3,5	25 507
Metalle NVP	1,1%	1,3%	1,6%	1,8	2,2	2,7	19 488
Kunststoffe NVP	3,4%	3,9%	4,4%	5,7	6,4	7,2	56 397
Holz NVP	0,7%	0,9%	1,2%	1,2	1,5	1,9	13 178
Hygieneartikel	14,3%	15,1%	16,0%	23,6	25,0	26,4	220 694
Textilien	3,4%	3,8%	4,3%	5,6	6,3	7,1	55 804
Schuhe	0,9%	1,2%	1,5%	1,5	1,9	2,4	17 000
Elektroaltgeräte	0,6%	0,8%	1,0%	1,0	1,3	1,7	11 685
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,2%	0,0	0,1	0,3	852
Problemstoffe/gef. Abf.	0,4%	0,5%	0,7%	0,6	0,8	1,2	7 386
Inertstoffe	7,7%	8,4%	9,1%	12,8	13,9	15,0	122 419
Sonstige Abfälle	4,7%	5,2%	5,8%	7,8	8,6	9,6	76 304
Sortierrest (nicht identifiz.)	0,6%	0,8%	1,0%	1,0	1,3	1,7	11 202
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>165</b>		<b>1 458 790</b>

## 5.2 Ergebnisse nach sozio-ökonomischen Schichten

### 5.2.1 Sozio-ökonomische Klassifikation

Bisherige Analysen im regionalen Vergleich zeigen einen starken Zusammenhang zwischen sozio-ökonomischen Faktoren, wie Stadt-Land-Unterschiede, und Aufkommen sowie Zusammensetzung von Abfällen. Im Rahmen der Entwicklung des Leitfadens (s. Abschnitt 2.2) wurde zur Vereinfachung und Quantifizierung der Stadt-Land-Unterschiede ein Faktor mittels (Linear-)Kombination von vier Indikatoren, Siedlungsdichte, Haushaltgröße, Mehrfamilienhausanteil und Pendlersaldo ermittelt und in einer Formel zusammengefasst (Beigl et al., 2017; Beigl et al., 2019). Als zusätzlicher Faktor wurde die Tourismusintensität mittels Schwellenwert von 50 Nächtigungen pro Einwohner auf Gemeindeebene berücksichtigt. Wesentlich ist, dass keine abfallwirtschaftlichen Indikatoren in die verwendeten Schichtungsfaktoren einfließen.

Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen die Verteilung der vier Indikatoren auf 3 Stadt-Land-Klassen bzw. die Nächtigungszahlen pro Einwohner nach fünf Klassen (inkl. Tourismus) gemäß verwendeter regionaler Schichtung.

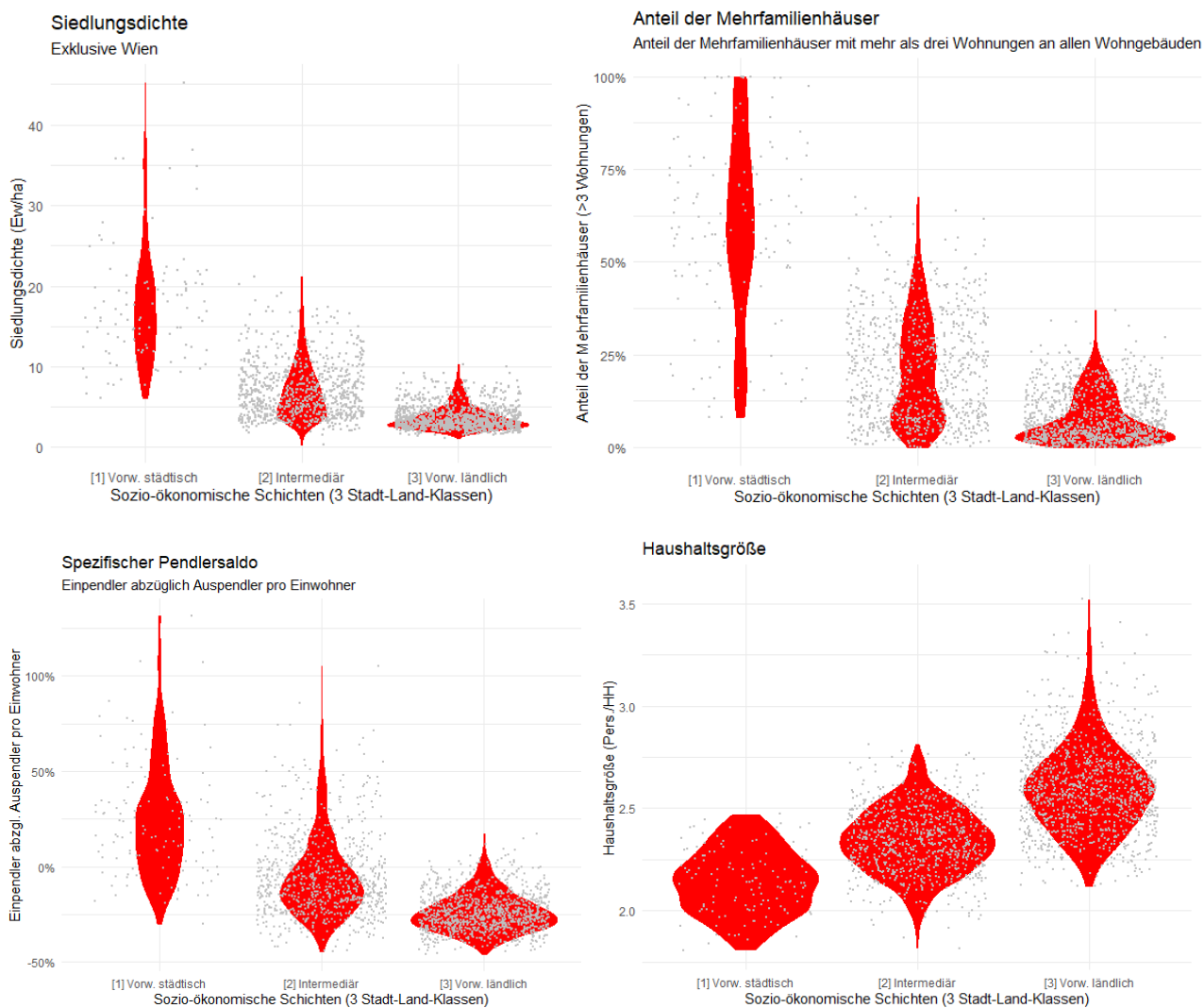


Abbildung 12: Verteilungen von Siedlungsdichte, Mehrfamilienhausanteil, Pendlersaldo und Haushaltsgröße auf Gemeindeebene nach

drei Stadt-Land-Klassen 2016 (Quelle: Beigl et al., 2019)

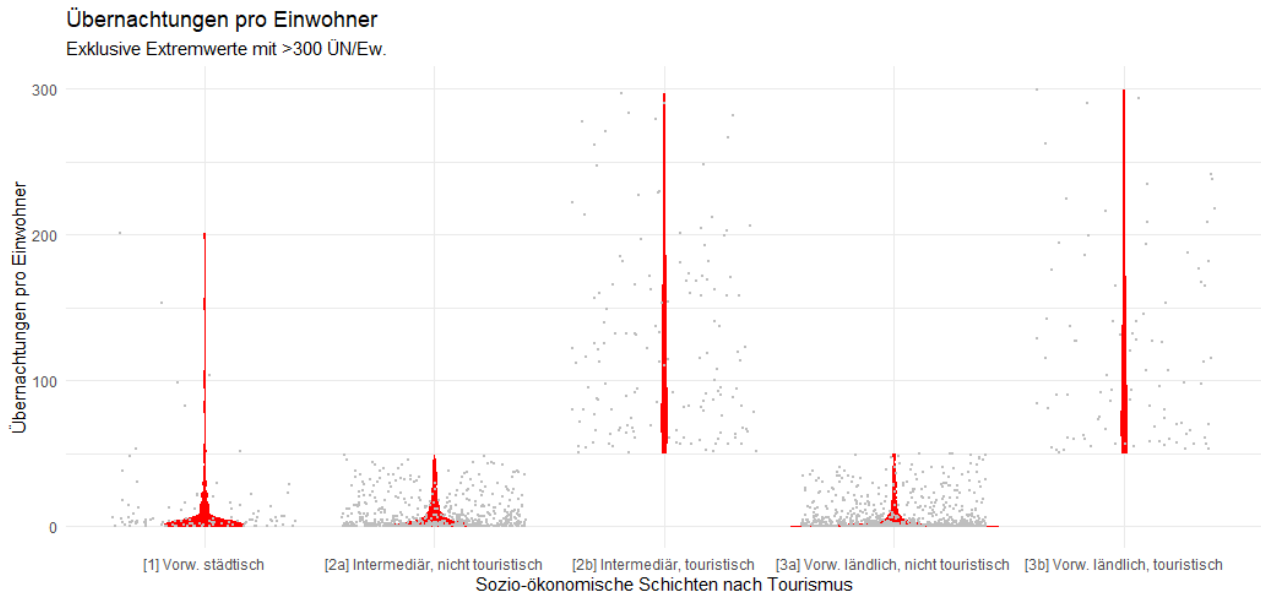


Abbildung 13: Verteilung der Nächtigungszahlen pro Einwohner auf Gemeindeebene nach fünf sozio-ökonomischen Klassen 2016 (Quelle: Beigl et al., 2019)

Abbildung 14 zeigt die bundesweite Verteilung des Restmüll-Aufkommens auf Gemeindeebene nach dieser Schichtung.

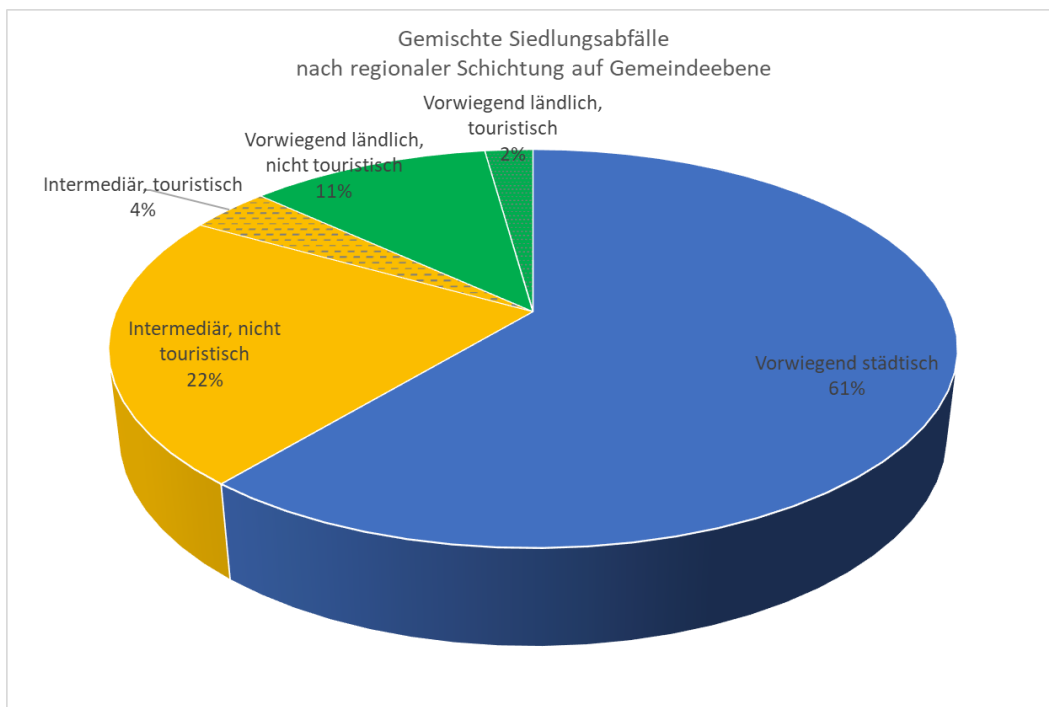


Abbildung 14: Restmüll-Sammelmenge 2018 nach regionaler Schichtung in Masse-%

Die Urbanisierung und das hohe Pro-Kopf-Restmüllaufkommen spiegeln sich im hohen Restmüllanteil in Städten wider, wobei ca. 61% des Restmüllaufkommens auf 107 städtisch geprägte Gemeinden mit im Mittel (exkl. Wien) ca. 20.000 Einwohnern entfallen. Auf die intermediäre bzw. vorwiegend ländliche Schicht entfallen 22 % bzw. 11 % des Restmüllaufkommens, während 6 % auf touristische Regionen entfallen (Abbildung 14).

Ein näherer Blick auf die Verteilung nach regionalen Schichten nach Bundesländern in Abbildung 15 zeigt die mengenbezogene Dominanz von Wien in der städtischen Schicht, Niederösterreich in den beiden nicht touristischen Schichten sowie Tirol in der intermediären, touristischen Schicht bzw. Steiermark und Salzburg in der ländlichen, touristischen Schicht.

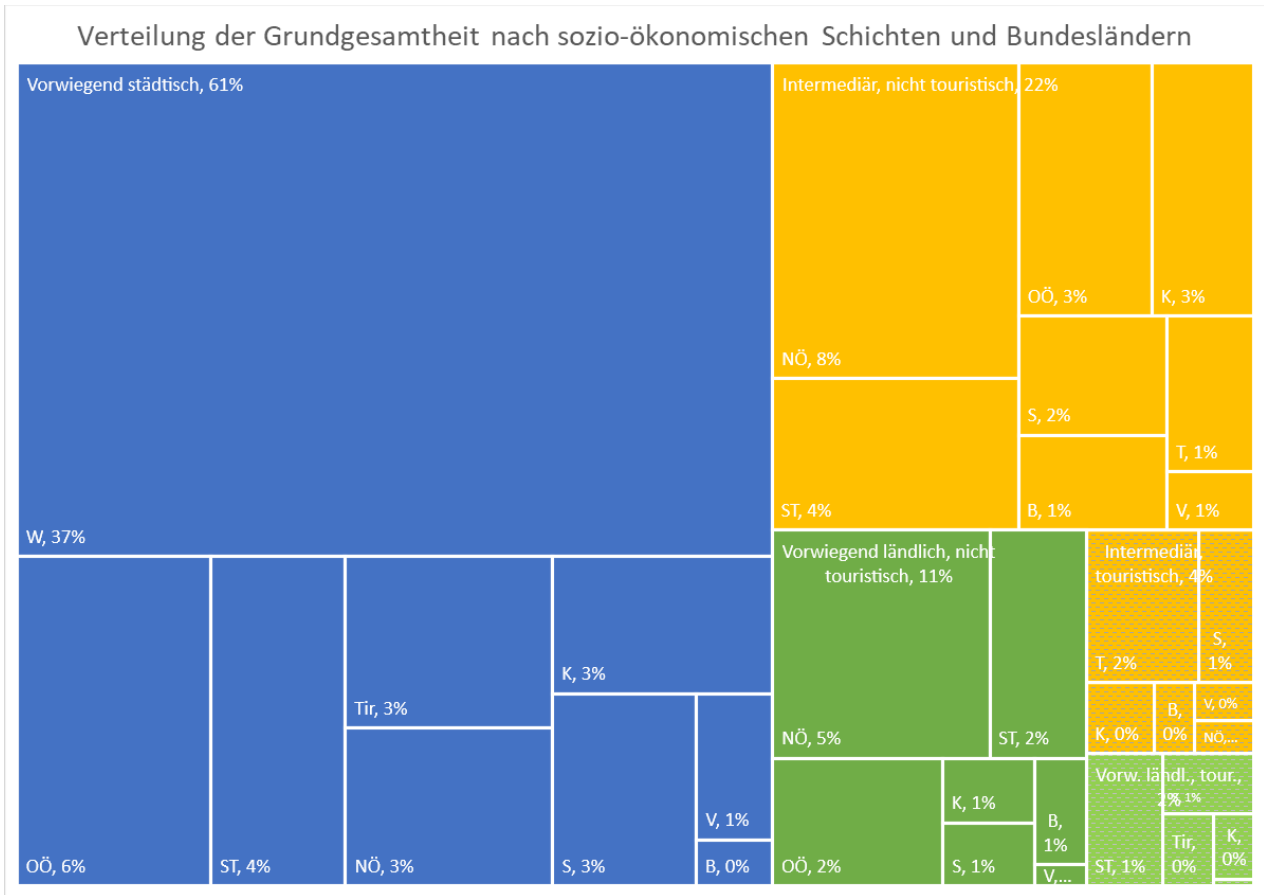


Abbildung 15: Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung und Bundesländern in Masse-%

### 5.2.2 Vergleich sozio-ökonomischer Schichten unter Berücksichtigung von Tourismus

Der Vergleich von regionalen Schichten bezüglich Fraktionsgruppen in Abbildung 16 zeigt eine deutliche Staffelung bei nicht-touristischen Schichten (links) bei biogenen und Verpackungsfractionen sowie der vorwiegend nicht stofflich verwertbaren Abfälle, während die Zusammensetzung der beiden touristischen Schichten (rechts) sehr ähnlich ist.

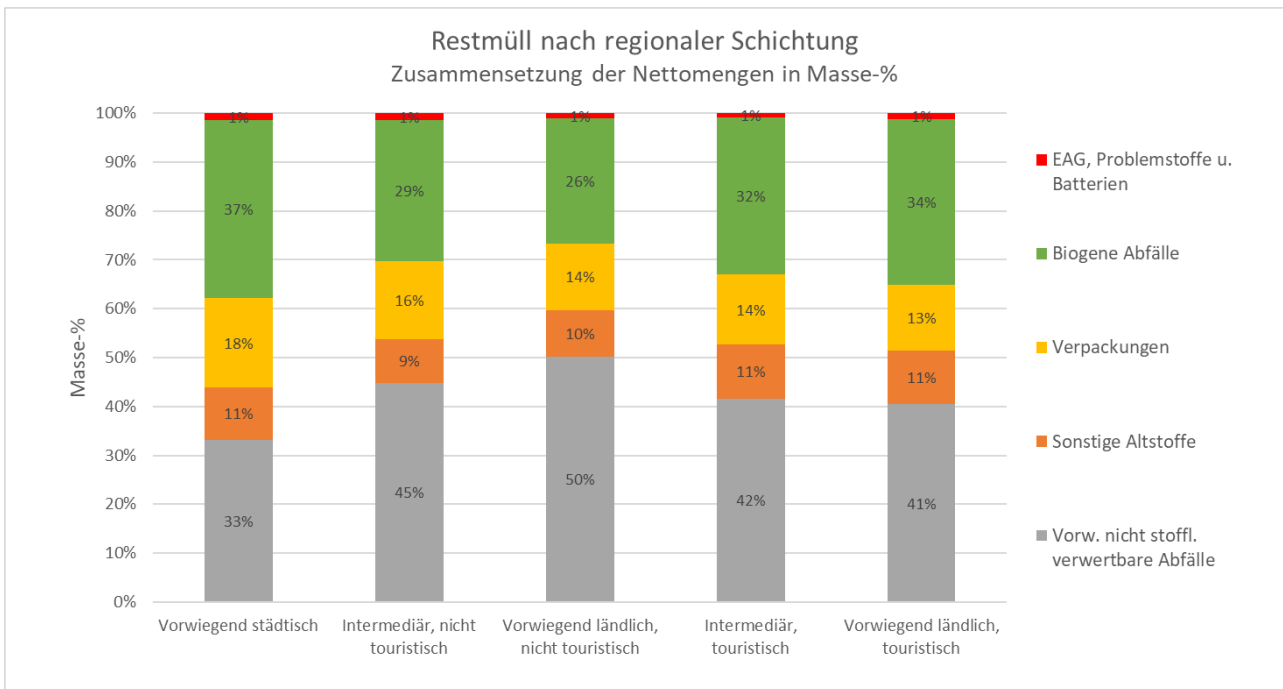


Abbildung 16: Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung und Fraktionsgruppen in Masse-%

Die Darstellung der Fraktionsgruppenanteile inklusive Konfidenzintervalle deutet auf eindeutige Unterschiede zwischen den nicht-touristischen Schichten bezüglich biogenen und Restfraktionen hin, die durch Verteilungstests für alle Fraktionsgruppen ( $p=2 \cdot 10^{-84}$ ) sowie für die einzelnen Fraktionsgruppen (binomial) mit Ausnahme von der Fraktionsgruppe EAG, Problemstoffe und Batterien als signifikant ( $p < 1 \cdot 10^{-9}$ ) bestätigt werden. Unterschiede zwischen den beiden touristischen Schichten sind sowohl multinomial und binomial mit  $p > 0,32$  nicht signifikant. Der Vergleich von touristischen und nicht-touristischen Schichten der gleichen Stadt-Land-Klassen (intermediär bzw. vorw. Ländlich) zeigt eindeutige Unterschiede zwischen intermediären Schichten ( $p=1 \cdot 10^{-7}$ ) und den vorwiegend ländlichen Schichten ( $p=6 \cdot 10^{-12}$ ).

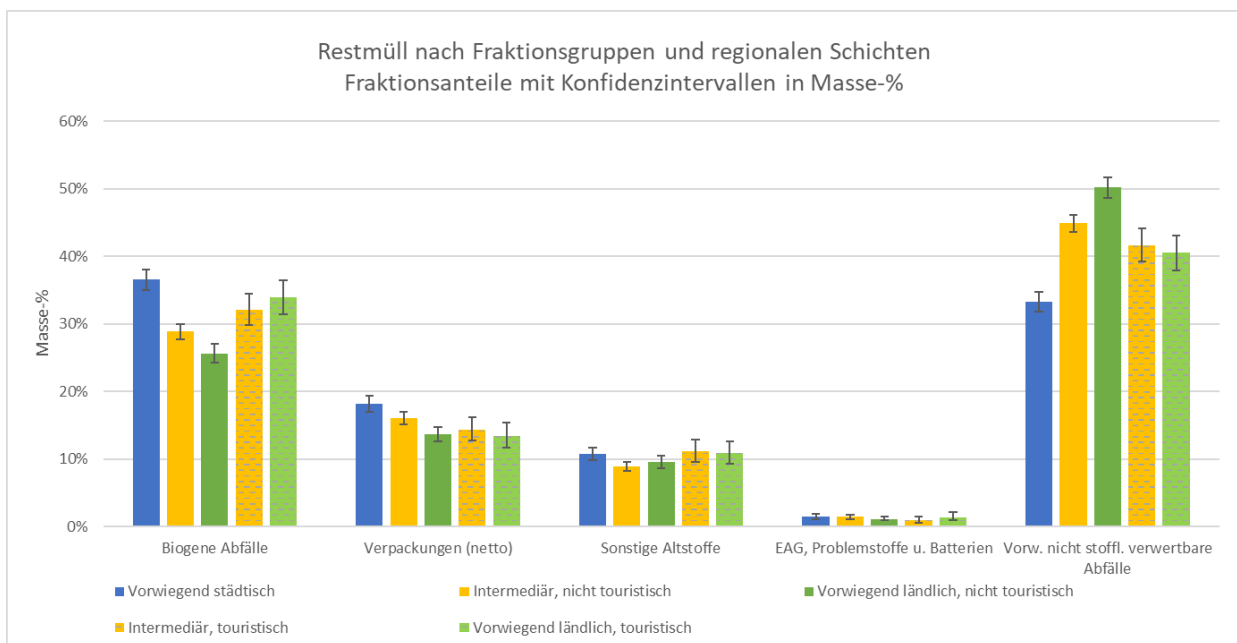


Abbildung 17: Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung und Fraktionsgruppen – Fraktionsanteile und Konfidenzintervalle in Masse-%

Tabelle 21: Restmüllzusammensetzung nach regionaler Schichtung – Fraktionsanteile der Nettomengen (Masse-%)

SOZIO-ÖKONOMISCHE SCHICHTEN	FRAKTIONSANTEILE [MASSE-%]				
	NICHT TOURISTISCH			TOURISTISCH	
	VORWI- EGEND STÄDT- ISCH	INTERME DIÄR, NICHT- TOURIS- TISCH	VORW. LÄND- LICH, NICHT TOUR.	INTERME DIÄR, TOURIS- TISCH	VORW. LÄND- LICH, TOURIS- TISCH
<b>FRAKTION LT. TABELLE 12</b>					
Organik*	19,0%	15,4%	14,7%	18,2%	19,4%
Vermeidbare LM-Abfälle*	17,5%	13,5%	10,9%	14,0%	14,5%
PPK VP (netto)	3,3%	2,8%	2,4%	2,6%	2,1%
PPK NVP*, +	4,6%	2,5%	2,4%	4,6%	2,3%
Kunststoffe VP (netto)*	6,7%	5,7%	5,2%	4,9%	4,2%
Sonstige Leicht-VP (netto)	2,2%	2,4%	2,2%	2,1%	2,0%
Glas VP (netto)*	4,4%	3,5%	2,5%	3,4%	3,4%
Glas NVP*	0,6%	0,7%	0,7%	1,7%	1,0%
Metalle VP (netto)	1,6%	1,6%	1,3%	1,4%	1,6%
Metalle NVP	1,3%	1,2%	1,7%	1,2%	1,6%
Kunststoffe NVP*	3,7%	3,7%	4,7%	3,8%	6,4%
Holz NVP*	0,9%	0,7%	1,4%	0,9%	0,8%
Hygieneartikel*	13,3%	18,8%	17,8%	15,7%	15,9%
Textilien	3,7%	3,9%	4,0%	3,9%	5,5%
Schuhe	1,0%	1,4%	1,4%	1,3%	1,5%
Elektroaltgeräte	0,8%	0,9%	0,8%	0,5%	0,8%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,6%	0,5%	0,3%	0,2%	0,4%
Inertstoffe*	6,5%	10,9%	14,2%	8,4%	7,2%
Sonstige Abfälle*	4,3%	6,3%	7,8%	7,2%	5,9%
Sortierrest u. Anhaftungen	4,0%	3,8%	3,5%	3,8%	3,4%
<b>Gesamt</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) innerhalb nicht-touristischer Schichten mit  $p < 0,001$

+ Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) innerhalb touristischer Schichten mit  $p < 0,001$

Auf Fraktionsebene zeigt der regionale Vergleich nach Schichten, dass bei einigen Fraktionen eine Staffelung der Fraktionsanteile im Stadt-Land-Vergleich deutlich ist, z.B. bei biogenen Abfällen, Inertstoffen, Kunststoff- und Glasverpackungen. Bei biogenen und Verpackungsfraktionen sind Unterschiede zwischen Fraktionsanteilen von nicht-touristischen Schichten bei den beiden biogenen Fraktionen und Glas-Verpackungen signifikant ( $p < 1 \cdot 10^{-9}$ ) (Abbildung 18).



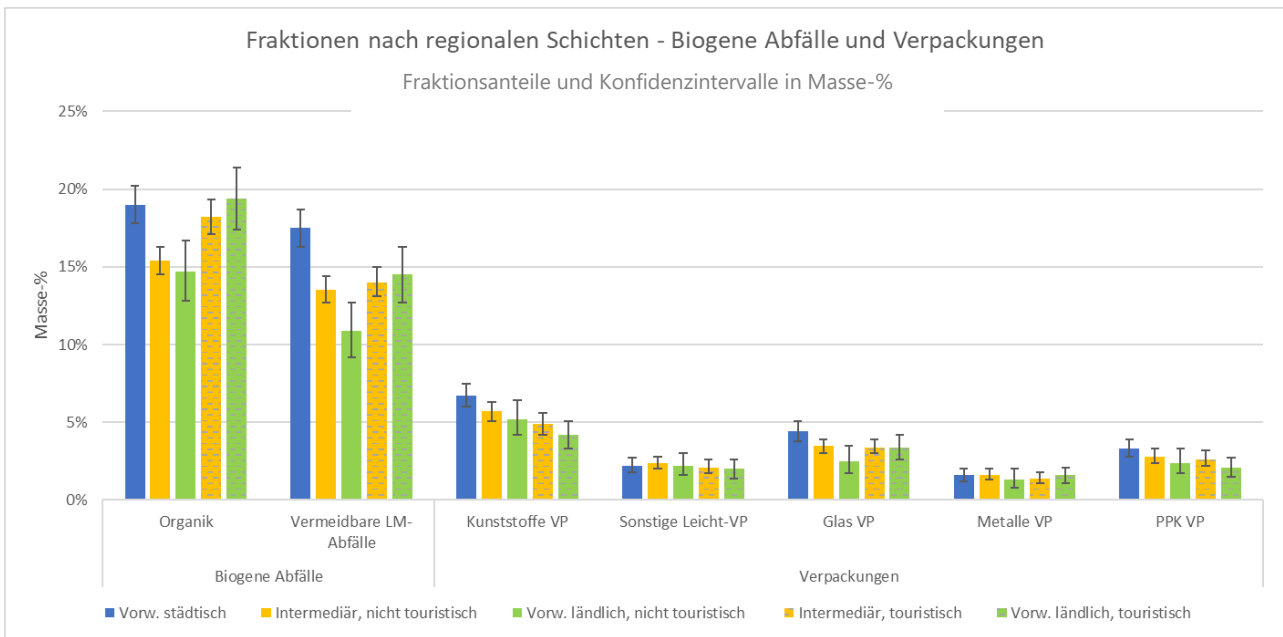


Abbildung 18: Biogene Abfälle und Verpackungen im Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung – Fraktionsanteile und Konfidenzintervalle in Masse-%

Bei sonstigen Altstoffen und EAG, Problemstoffen und Batterien bestehen nur bei PPK-Nichtverpackungen signifikante Unterschiede innerhalb nicht-touristischer sowie touristischer Schichten ( $p=2 \cdot 10^{-26}$  bzw.  $p < 4 \cdot 10^{-4}$ ) (Abbildung 19).

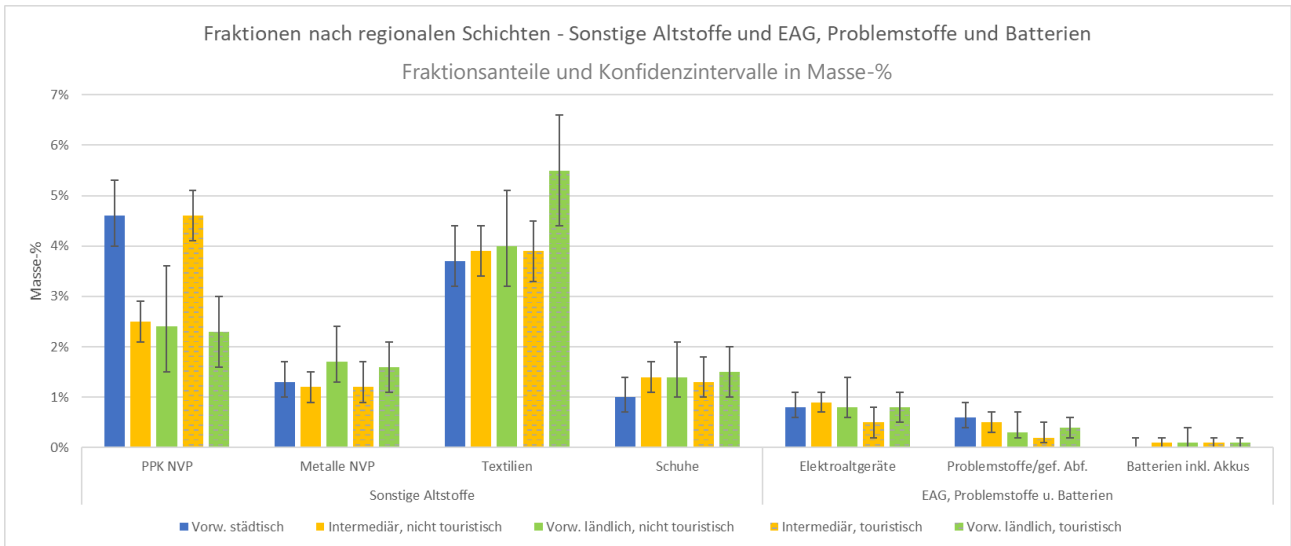


Abbildung 19: Sonstige Altstoffe und EAG, Problemstoffe und Batterien im Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung – Fraktionsanteile und Konfidenzintervalle in Masse-%

Innerhalb der Fraktionsgruppe der vorwiegend nicht stofflich verwertbaren Abfälle bestehen zwischen nicht-touristischen Schichten im binomialen 2-Fraktionsfall signifikante Unterschiede bei Hygieneartikeln, Inertstoffen und sonstigen Abfällen (Abbildung 20).

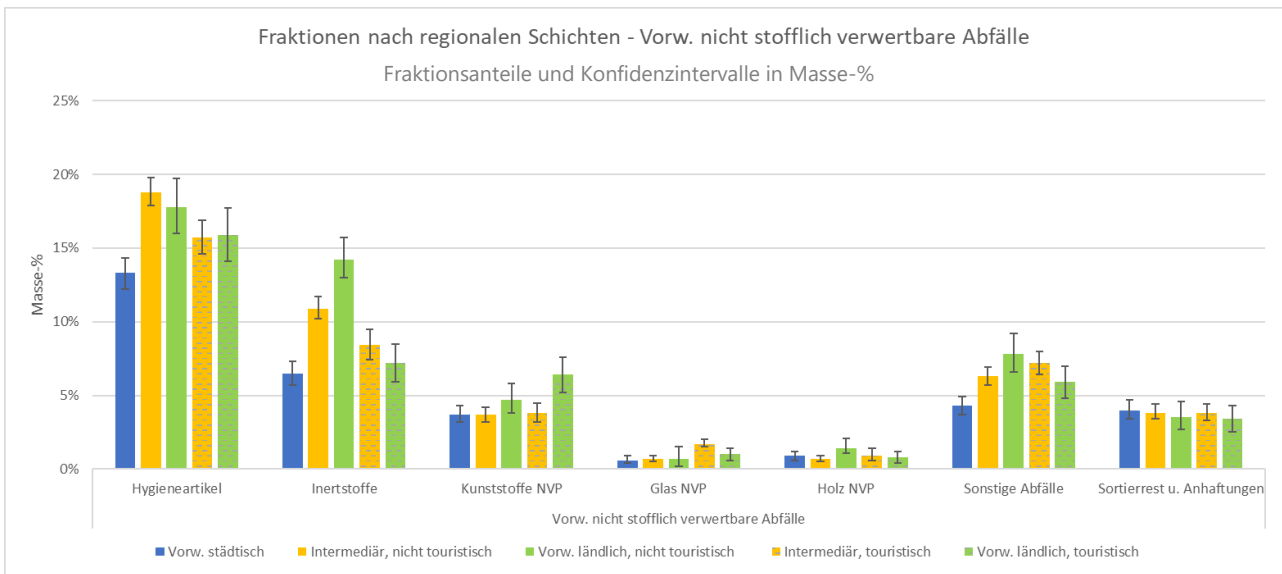


Abbildung 20: Vorwiegend nicht stofflich verwertbare Abfälle im Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung – Fraktionsanteile und Konfidenzintervalle in Masse-%

Spezifische Fraktionsmassen pro Einwohner und Jahr zeigen noch deutlichere Unterschiede, wobei bei Verpackungen und vermeidbaren Lebensmitteln zwischen ländlichen und städtischen Gemeinden ein Verhältnis 1 zu 4 abzulesen ist, während bei vorwiegend nicht stofflich verwertbaren Abfällen ein deutlich geringerer Unterschied besteht.

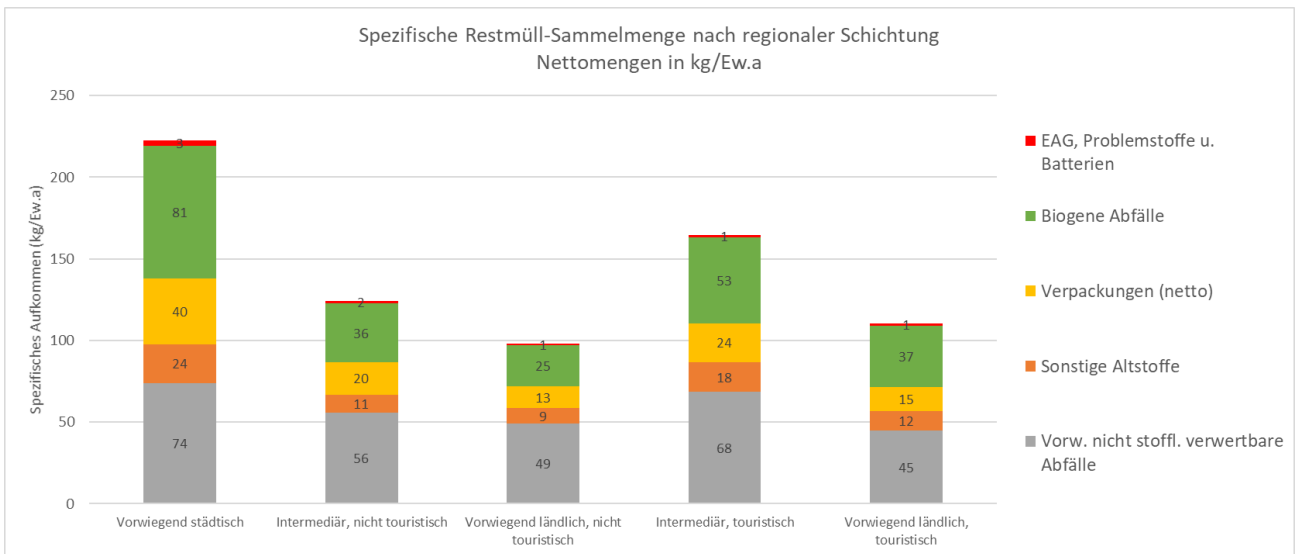


Abbildung 21: Spezifische Restmüll-Sammelmenge in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung und Fraktionsgruppen in kg/Ew.a

Tabelle 22: Restmüllzusammensetzung nach sozio-ökonomischer Schichtung nach Tourismusintensität – Spezifische Fraktionsmassen (kg/Ew.a)

FRAKTION (NETTO)	SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSEN [KG/EW.A]				
	NICHT TOURISTISCH			TOURISTISCH	
	VORWI- EGEND STÄDT- ISCH	INTERME DIÄR, NICHT- TOURIS- TISCH	VORW. LÄND- LICH, NICHT TOUR.	INTERME DIÄR, TOURIS- TISCH	VORW. LÄND- LICH, TOURIS- TISCH
Organik	42,3	19,1	14,4	29,9	21,4
Vermeidbare LM-Abfälle	38,9	16,8	10,7	23,0	15,9
PPK VP (netto)	7,4	3,5	2,4	4,3	2,4
PPK NVP	10,3	3,1	2,3	7,6	2,5
Kunststoffe VP (netto)	14,9	7,0	5,1	8,0	4,7
Sonstige Leicht-VP (netto)	4,8	3,0	2,2	3,5	2,2
Glas VP (netto)	9,9	4,3	2,5	5,6	3,8
Glas NVP	1,4	0,9	0,7	2,8	1,1
Metalle VP (netto)	3,5	2,0	1,3	2,3	1,8
Metalle NVP	2,9	1,5	1,7	2,1	1,8
Kunststoffe NVP	8,2	4,6	4,6	6,2	7,0
Holz NVP	2,0	0,8	1,4	1,6	0,9
Hygieneartikel	29,5	23,4	17,5	25,8	17,6
Textilien	8,3	4,8	3,9	6,5	6,1
Schuhe	2,3	1,7	1,4	2,2	1,6
Elektroaltgeräte	1,8	1,1	0,7	0,9	0,9
Batterien inkl. Akkus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Problemstoffe/gef. Abf.	1,3	0,6	0,3	0,4	0,4
Inertstoffe	14,4	13,6	13,9	13,9	7,9
Sonstige Abfälle	9,5	7,8	7,6	11,9	6,5
Sortierrest u. Anhaftungen	8,9	4,8	3,4	6,3	3,7
<b>Gesamt</b>	<b>222,5</b>	<b>124,4</b>	<b>98,0</b>	<b>164,7</b>	<b>110,3</b>

### 5.2.3 Nicht touristische Gemeinden

Die separate Analyse der Ergebnisse für einzelne Schichten soll klären, ob die Gemeinden der gleichen Klassen bedeutsame Unterschiede aufweisen, die durch Analyse von weiteren Faktoren (z.B. auf Liegenschaftsebene) untersucht werden können, oder eine Ähnlichkeit erkennbar bzw. mittels Kontingenztafel-Test überprüft werden kann.

#### 5.2.3.1 Vorwiegend städtische Gemeinden

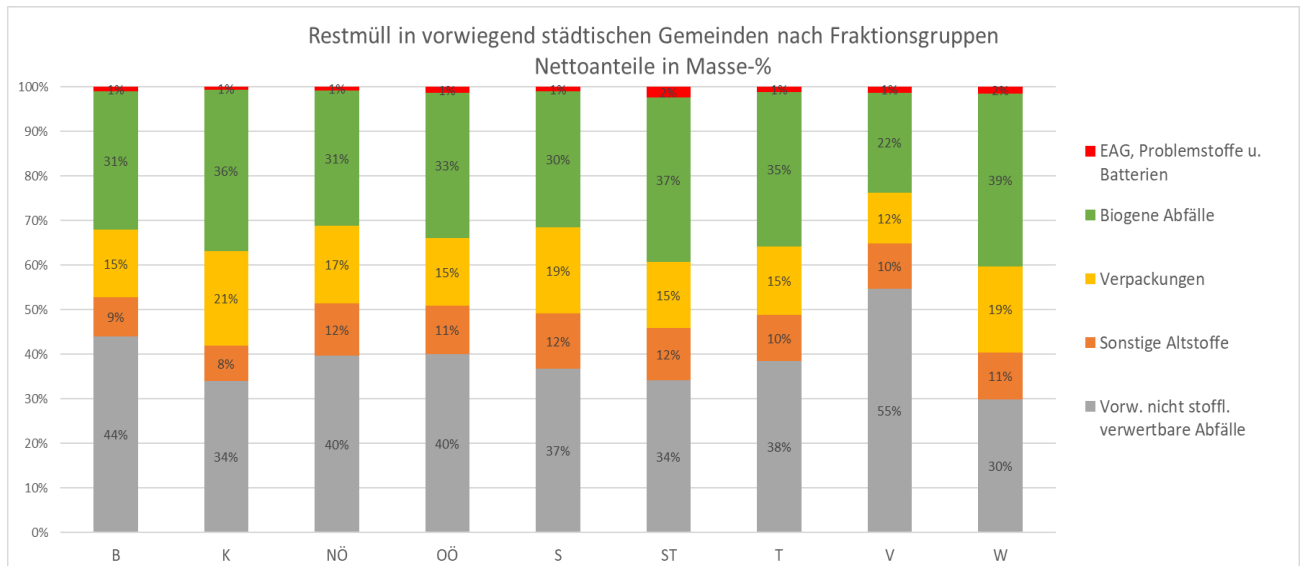


Abbildung 22: Restmüll-Zusammensetzung in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

Der Vergleich städtischer Gemeinden nach Ländern in Abbildung 21 zeigt deutliche Spannen bezüglich des biogenen Anteils (Spanne von 17 Masse-%) und Restabfällen (Spanne von 21 %). Tabelle 23 zeigt die Zusammensetzung der mit 61 Masse-% mengenmäßig bedeutendsten regionalen Schicht.

Tabelle 23: Restmüllzusammensetzung in vorwiegend städtischen Gemeinden ohne Tourismus – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN VORWIEGEND STÄDTISCHEN GEMEINDEN NETTOFRAKTIONEN EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>	T/A
<b>FRAKTIONEN LT. TAB. 14</b>							
Organik	17,8%	19,0%	20,2%	39,7	42,3	45,1	169300
Vermeidbare LM-Abfälle	16,3%	17,5%	18,7%	36,4	38,9	41,6	155800
PPK VP	2,8%	3,3%	3,9%	6,2	7,4	8,7	29400
PPK NVP	4,0%	4,6%	5,3%	8,9	10,3	11,8	41200
Kunststoffe VP	6,0%	6,7%	7,5%	13,3	14,9	16,7	59700
Sonstige Leicht-VP	1,8%	2,2%	2,7%	3,9	4,8	5,9	19300
Glas VP	3,8%	4,4%	5,1%	8,5	9,9	11,4	39500
Glas NVP	0,4%	0,6%	0,9%	1,0	1,4	2,1	5700
Metalle VP	1,2%	1,6%	2,0%	2,7	3,5	4,5	14000
Metalle NVP	1,0%	1,3%	1,7%	2,2	2,9	3,8	11700
Kunststoffe NVP	3,2%	3,7%	4,3%	7,0	8,2	9,7	33000
Holz NVP	0,6%	0,9%	1,2%	1,4	2,0	2,8	7900
Hygieneartikel	12,2%	13,3%	14,3%	27,2	29,5	31,9	118000
Textilien	3,2%	3,7%	4,4%	7,1	8,3	9,7	33200
Schuhe	0,7%	1,0%	1,4%	1,7	2,3	3,1	9000
EAG	0,6%	0,8%	1,1%	1,3	1,8	2,5	7100
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,0%	0,2%	0,0	0,1	0,4	400
Problemstoffe/gef. Abf.	0,4%	0,6%	0,9%	0,9	1,3	1,9	5200
Inertstoffe	5,7%	6,5%	7,3%	12,8	14,4	16,2	57600
Sonstige Abfälle	3,7%	4,3%	4,9%	8,2	9,5	11,0	38000
Sortierrest u. Anhaftungen	3,4%	4,0%	4,7%	7,7	8,9	10,4	35700
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>223</b>		<b>890 800</b>

Abbildung 23 zeigt die Anteile nach Fraktionsgruppen und Ländern, wobei ein signifikanter Unterschied zwischen den Ländern ( $p=4 \cdot 10^{-71}$ ) festgestellt wurde. Paarweise Vergleiche von Ländern oder Ländergruppen (mit 3 bis 6 Ländern mit ähnlicher Zusammensetzung) zeigen, dass (s. Abschnitt 3.3) signifikante Unterschiede bestehen. Für die Beurteilung der Ähnlichkeit von vorwiegend städtischen Gemeinden nach Ländern ist Untersuchung von weiteren Faktoren, v.a. bezüglich des Ausbaus der Biotonnensammlung, der Berücksichtigung von Sammelsystem für Leichtverpackungen bezüglich der erfassten Fraktionen (z.B. System 910, 930, 915 und 935) mit Hohlkörper- oder Mischkunststoffsammlung erforderlich.

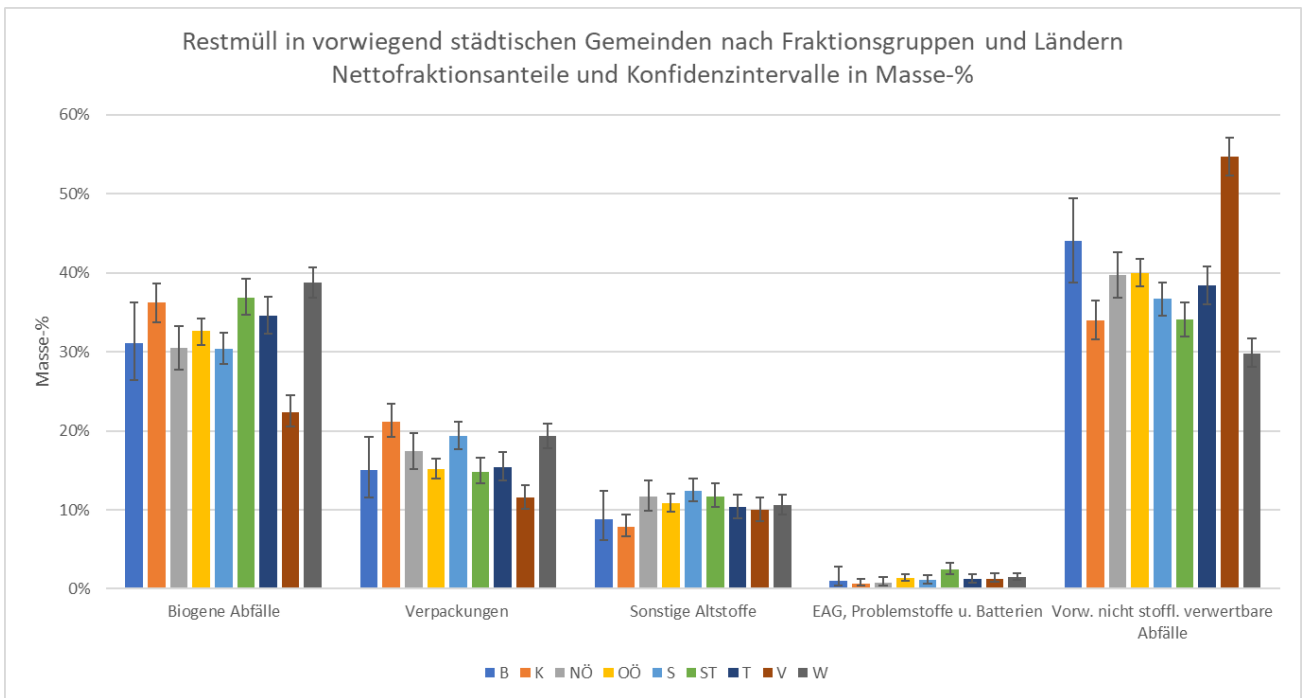


Abbildung 23: Massenanteile und Konfidenzintervalle in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

### 5.2.3.2 Intermediäre Gemeinden

Abbildung 21 zeigt, dass Fraktionsgruppenanteile von intermediären Gemeinden nach Ländern in einem deutlich engeren Bereich liegen als bei städtischen Gemeinden. Fraktionsgruppenanteile weichen nur selten mehr als 4 Prozentpunkte vom Mittelwert der Klasse ab.

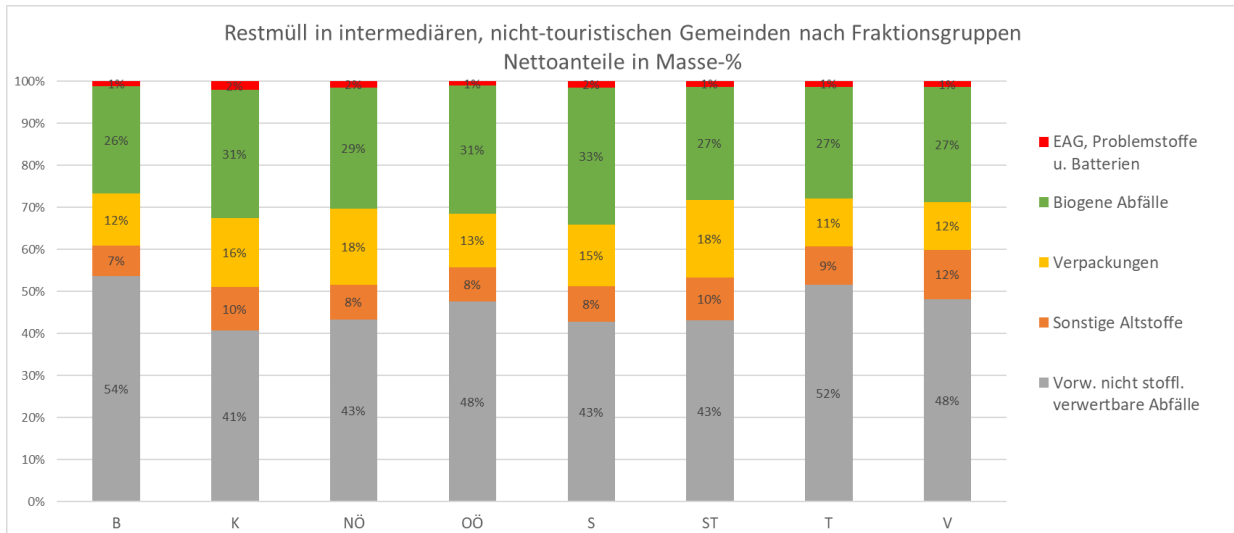


Abbildung 24: Restmüll-Zusammensetzung in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

Abbildung 25 zeigt für biogene Abfälle, sonstige Altstoffe und EAG, Problemstoffe und Batterien zumeist geringe Unterschiede. Die Varianz bei Verpackungen kann vermutlich durch LVP-Sammelsysteme (Hohlkörpersammlung), teilweise erklärt werden. Auf Basis des Kontingenztafel-Tests bestehen signifikante Unterschiede nach Ländern ( $p=4 \cdot 10^{-25}$ ).

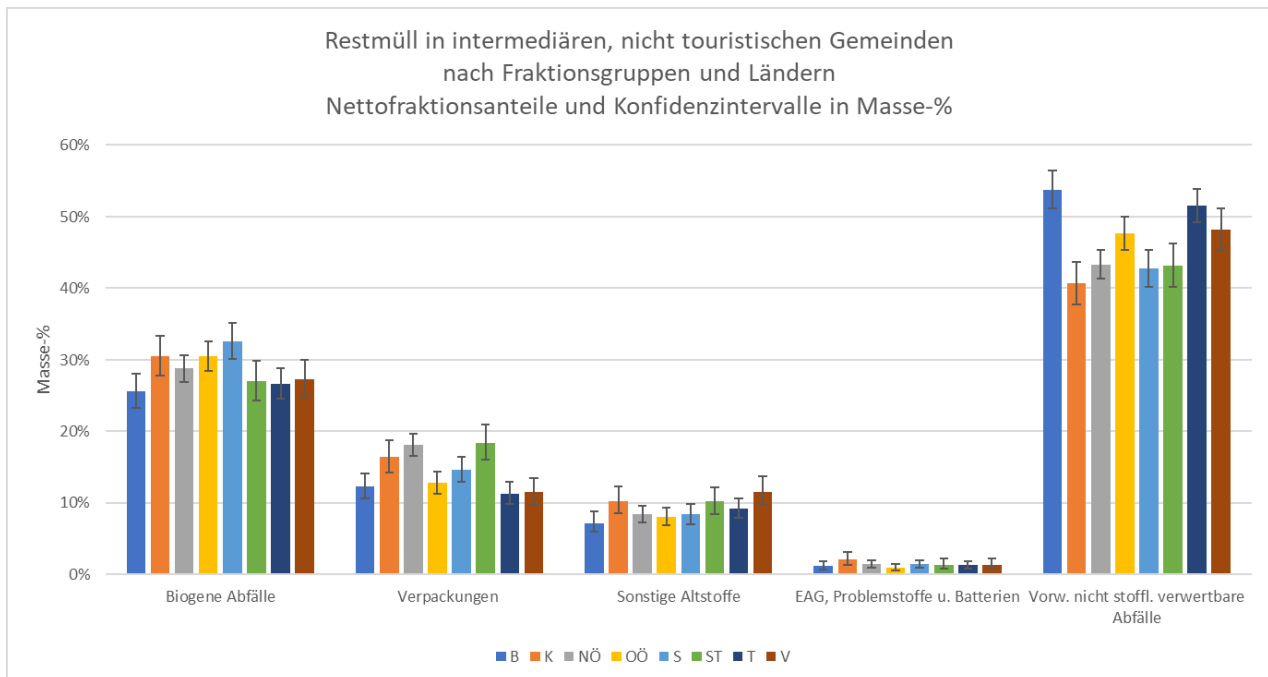


Abbildung 25: Massenanteile und Konfidenzintervalle in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

Tabelle 24: Restmüllzusammensetzung in intermediären Gemeinden ohne Tourismus – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN INTERMEDIÄREN, NICHT- TOURISTISCHEN GEMEINDEN NETTOFRAKTIONEN EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE
	Fraktion	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>
Organik	14,5%	15,4%	16,3%	18,0	19,1	20,3	49600
Vermeidbare LM-Abfälle	12,7%	13,5%	14,4%	15,8	16,8	17,9	43500
PPK VP	2,4%	2,8%	3,3%	3,1	3,5	4,1	9100
PPK NVP	2,1%	2,5%	2,9%	2,6	3,1	3,6	8000
Kunststoffe VP	5,1%	5,7%	6,3%	6,4	7,0	7,8	18300
Sonstige Leicht-VP	2,0%	2,4%	2,8%	2,5	3,0	3,5	7700
Glas VP	3,0%	3,5%	3,9%	3,8	4,3	4,9	11200
Glas NVP	0,5%	0,7%	0,9%	0,7	0,9	1,2	2300
Metalle VP	1,3%	1,6%	2,0%	1,7	2,0	2,5	5200
Metalle NVP	0,9%	1,2%	1,5%	1,2	1,5	1,8	3800
Kunststoffe NVP	3,2%	3,7%	4,2%	4,0	4,6	5,2	11800
Holz NVP	0,5%	0,7%	0,9%	0,6	0,8	1,1	2200
Hygieneartikel	17,9%	18,8%	19,8%	22,2	23,4	24,7	60700
Textilien	3,4%	3,9%	4,4%	4,2	4,8	5,4	12400
Schuhe	1,1%	1,4%	1,7%	1,4	1,7	2,2	4500
EAG	0,7%	0,9%	1,1%	0,8	1,1	1,4	2800
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,2%	0,0	0,1	0,2	200
Problemstoffe/gef. Abf.	0,3%	0,5%	0,7%	0,4	0,6	0,8	1500
Inertstoffe	10,2%	10,9%	11,7%	12,7	13,6	14,6	35300
Sonstige Abfälle	5,7%	6,3%	6,9%	7,1	7,8	8,6	20200
Sortierrest u. Anhaftungen	3,4%	3,8%	4,4%	4,2	4,8	5,4	12400
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>124</b>		<b>322 700</b>



### 5.2.3.3 Vorwiegend ländliche Gemeinden

Abbildung 21 und Abbildung 27 deuten auf starke Ähnlichkeit der Fraktionsgruppen innerhalb dieser Schicht hin. Die Fraktionsgruppenanteile können mit  $p=5 \cdot 10^{-13}$  als signifikant unterschiedlich eingestuft werden.

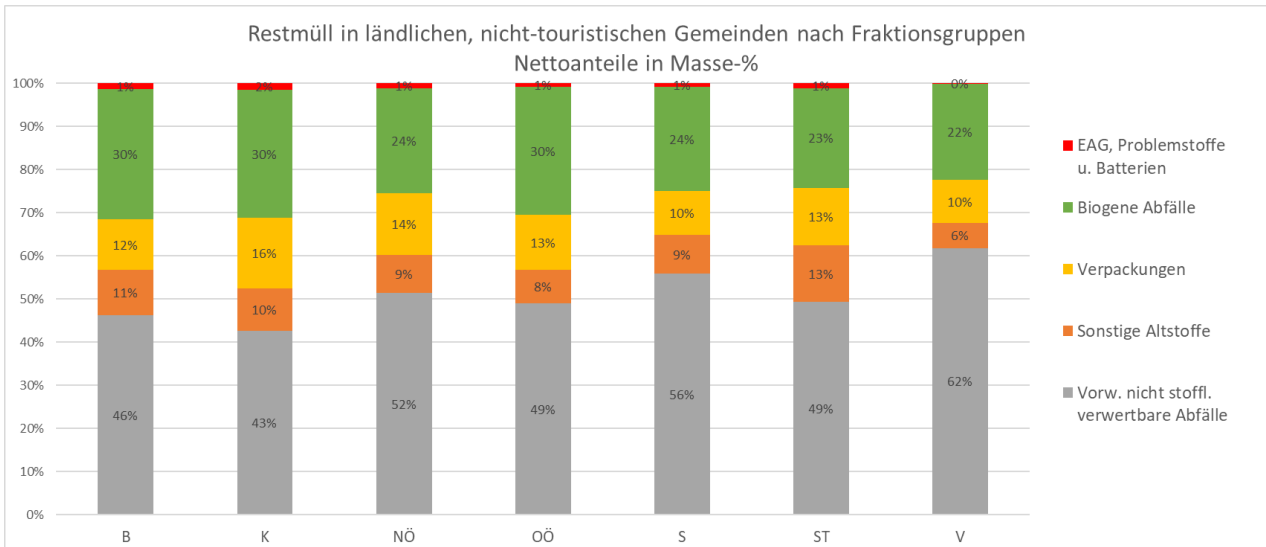


Abbildung 26: Restmüll-Zusammensetzung in vorwiegend ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

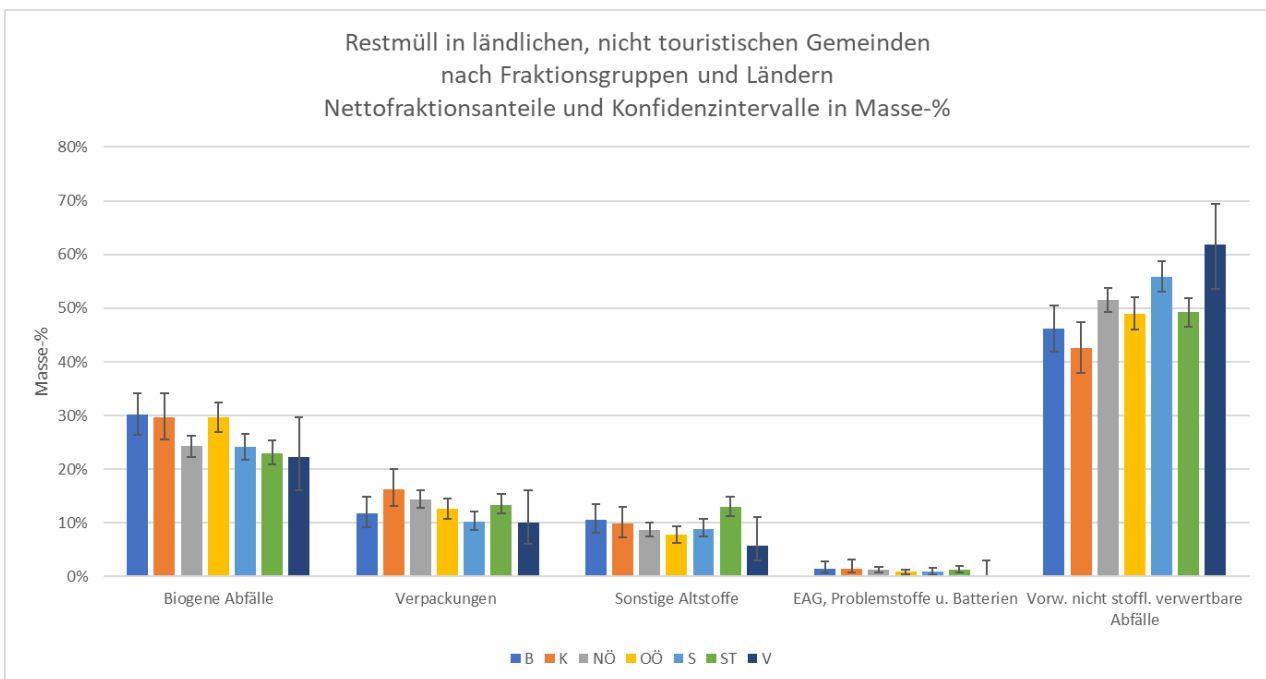


Abbildung 27: Massenanteile und Konfidenzintervalle in vorwiegend ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

Tabelle 25: Restmüllzusammensetzung in ländlichen Gemeinden ohne Tourismus – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN VORWIEGEND LÄNDLICHEN, NICHT- TOURISTISCHEN GEMEINDEN NETTOFRAKTIONEN EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE	
	Fraktion	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>	T/A
<b>FRAKTIONEN</b> LT. TAB. 14								
Organik	13,6%	14,7%	15,8%	13,4	14,4	15,5	23500	
Vermeidbare LM-Abfälle	10,0%	10,9%	11,9%	9,8	10,7	11,7	17500	
PPK VP	2,0%	2,4%	3,0%	2,0	2,4	2,9	3900	
PPK NVP	1,9%	2,4%	2,9%	1,9	2,3	2,8	3800	
Kunststoffe VP	4,5%	5,2%	5,9%	4,4	5,1	5,8	8300	
Sonstige Leicht-VP	1,8%	2,2%	2,7%	1,8	2,2	2,6	3500	
Glas VP	2,1%	2,5%	3,0%	2,0	2,5	3,0	4000	
Glas NVP	0,5%	0,7%	1,0%	0,5	0,7	1,0	1100	
Metalle VP	1,0%	1,3%	1,7%	1,0	1,3	1,7	2100	
Metalle NVP	1,4%	1,7%	2,2%	1,4	1,7	2,1	2800	
Kunststoffe NVP	4,1%	4,7%	5,4%	4,0	4,6	5,3	7500	
Holz NVP	1,1%	1,4%	1,9%	1,1	1,4	1,8	2300	
Hygieneartikel	16,7%	17,8%	19,0%	16,3	17,5	18,7	28500	
Textilien	3,4%	4,0%	4,6%	3,3	3,9	4,5	6300	
Schuhe	1,1%	1,4%	1,9%	1,1	1,4	1,8	2300	
EAG	0,5%	0,8%	1,1%	0,5	0,7	1,1	1200	
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,2%	0,0	0,1	0,2	100	
Problemstoffe/gef. Abf.	0,2%	0,3%	0,6%	0,2	0,3	0,5	500	
Inertstoffe	13,2%	14,2%	15,3%	12,9	13,9	15,0	22700	
Sonstige Abfälle	7,0%	7,8%	8,6%	6,8	7,6	8,5	12400	
Sortierrest u. Anhaftungen	3,0%	3,5%	4,1%	2,9	3,4	4,0	5600	
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>98</b>		<b>159 900</b>	

## 5.2.4 Tourismusregionen

Tourismusgemeinden werden jeweils innerhalb der jeweiligen Schicht betrachtet.

### 5.2.4.1 Intermediäre Tourismusgemeinden

Bei intermediären Tourismusgemeinden ist auf Basis des Kontingenztafel-Tests mit  $p=2 \cdot 10^{-15}$  von signifikanten Unterschieden<sup>6</sup> auszugehen (Abbildung 28).

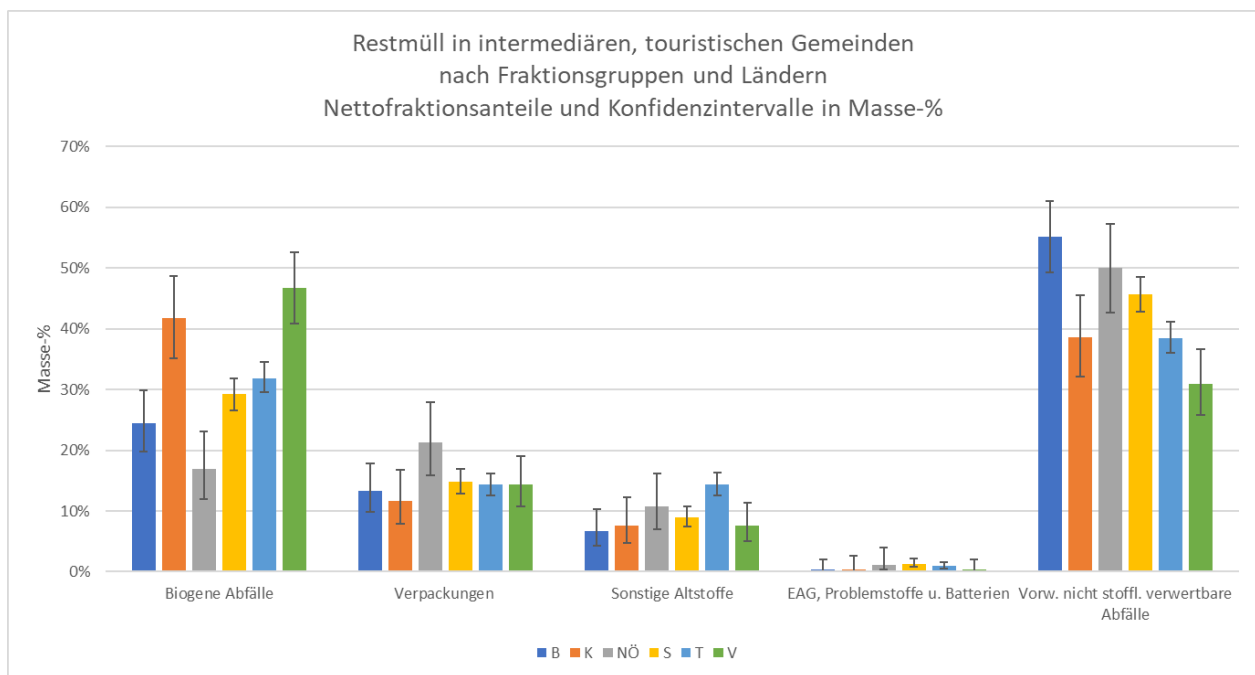


Abbildung 28: Massenanteile und Konfidenzintervalle in intermediären, touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

<sup>6</sup> Auf Basis des validierten Wertes laut Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** können bei Ansatz des Masseneinheitwertes von 3,29 Kilogramm statt 1 Kilogramm mit  $p=0,019$  keine signifikanten Unterschiede bestätigt werden.

Tabelle 26: Restmüllzusammensetzung in intermediären Tourismusgemeinden – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN INTERMEDIÄREN, TOURISTISCHEN GEMEINDEN NETTOFRAKTIONEN EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE	
	Fraktion	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>	T/A
<b>FRAKTIONEN LT. TAB. 14</b>								
Organik	16,3%	18,2%	20,2%	26,9	29,9	33,2	9700	
Vermeidbare LM-Abfälle	12,3%	14,0%	15,8%	20,3	23,0	26,0	7500	
PPK VP	1,9%	2,6%	3,5%	3,2	4,3	5,8	1400	
PPK NVP	3,7%	4,6%	5,8%	6,0	7,6	9,5	2500	
Kunststoffe VP	3,9%	4,9%	6,1%	6,4	8,0	10,0	2600	
Sonstige Leicht-VP	1,5%	2,1%	2,9%	2,5	3,5	4,8	1100	
Glas VP	2,6%	3,4%	4,4%	4,3	5,6	7,2	1800	
Glas NVP	1,2%	1,7%	2,5%	1,9	2,8	4,1	900	
Metalle VP	0,9%	1,4%	2,1%	1,5	2,3	3,5	700	
Metalle NVP	0,8%	1,2%	1,9%	1,3	2,1	3,2	700	
Kunststoffe NVP	2,9%	3,8%	4,9%	4,9	6,2	8,0	2000	
Holz NVP	0,6%	0,9%	1,6%	0,9	1,6	2,6	500	
Hygieneartikel	13,9%	15,7%	17,6%	23,0	25,8	28,9	8400	
Textilien	3,1%	3,9%	5,0%	5,1	6,5	8,3	2100	
Schuhe	0,9%	1,3%	2,0%	1,4	2,2	3,4	700	
EAG	0,3%	0,5%	1,1%	0,5	0,9	1,7	300	
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,4%	0,0	0,1	0,6	0	
Problemstoffe/gef. Abf.	0,1%	0,2%	0,6%	0,2	0,4	1,1	100	
Inertstoffe	7,2%	8,4%	9,9%	11,8	13,9	16,4	4500	
Sonstige Abfälle	6,0%	7,2%	8,6%	9,9	11,9	14,2	3900	
Sortierrest u. Anhaftungen	3,0%	3,8%	4,9%	4,9	6,3	8,1	2100	
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>165</b>		<b>53 500</b>	

### 5.2.4.2 Ländliche Tourismusgemeinden

Bei vorwiegend ländlichen Tourismusgemeinden ist auf Basis des Kontingenztafel-Tests mit  $p=6 \cdot 10^{-5}$  von signifikanten Unterschieden<sup>7</sup> auf Basis von Fraktionsgruppen auszugehen (Abbildung 29).

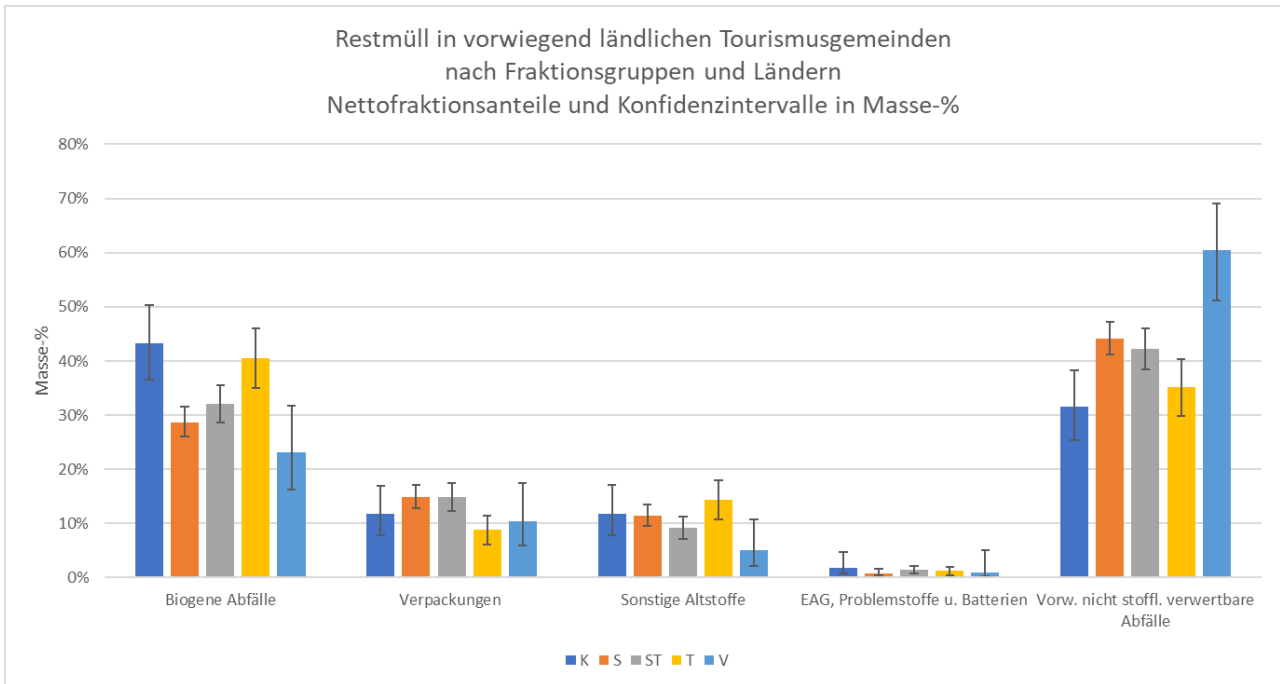


Abbildung 29: Massenanteile und Konfidenzintervalle in ländlichen, touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Ländern in Masse-%

<sup>7</sup> Auf Basis des validierten Wertes laut Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** können bei Ansatz des Masseneinheitswerts von 1,7 Kilogramm statt 1 Kilogramm mit  $p=0,0061$  keine signifikanten Unterschiede bestätigt werden.

Tabelle 27: Restmüllzusammensetzung in ländlichen Tourismusgemeinden – Fraktionsanteile, und spezifische Fraktionsmassen mit 95%-Konfidenzintervallen und Fraktionsmassen

RESTMÜLL IN LÄNDLICHEN, TOURISTISCHEN GEMEINDEN NETTOFRAKTIONEN EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEIL			SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE			FRAKTIONS- MASSE
	Fraktion	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	KG/EW.A	KI <sub>o</sub>
Organik	17,4%	19,4%	21,6%	19,2	21,4	23,8	6200
Vermeidbare LM-Abfälle	12,7%	14,5%	16,4%	14,0	15,9	18,1	4600
PPK VP	1,5%	2,1%	3,0%	1,7	2,4	3,4	700
PPK NVP	1,6%	2,3%	3,2%	1,8	2,5	3,5	700
Kunststoffe VP	3,3%	4,2%	5,4%	3,6	4,7	6,0	1400
Sonstige Leicht-VP	1,4%	2,0%	2,9%	1,6	2,2	3,2	600
Glas VP	2,6%	3,4%	4,5%	2,8	3,8	5,0	1100
Glas NVP	0,6%	1,0%	1,7%	0,7	1,1	1,8	300
Metalle VP	1,1%	1,6%	2,5%	1,2	1,8	2,7	500
Metalle NVP	1,1%	1,6%	2,5%	1,2	1,8	2,7	500
Kunststoffe NVP	5,2%	6,4%	7,8%	5,7	7,0	8,6	2000
Holz NVP	0,4%	0,8%	1,4%	0,5	0,9	1,5	200
Hygieneartikel	14,1%	15,9%	17,9%	15,5	17,6	19,8	5100
Textilien	4,4%	5,5%	6,8%	4,9	6,1	7,5	1700
Schuhe	1,0%	1,5%	2,3%	1,1	1,6	2,5	500
EAG	0,5%	0,8%	1,5%	0,5	0,9	1,6	300
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,5%	0,0	0,1	0,5	0
Problemstoffe/gef. Abf.	0,2%	0,4%	0,9%	0,2	0,4	1,0	100
Inertstoffe	5,9%	7,2%	8,7%	6,6	7,9	9,6	2300
Sonstige Abfälle	4,8%	5,9%	7,3%	5,3	6,5	8,0	1900
Sortierrest u. Anhaftungen	2,5%	3,4%	4,5%	2,8	3,7	4,9	1100
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>110</b>		<b>31 800</b>

### 5.2.5 Sozio-ökonomische Schichtung in 5 Klassen

Alternativ zur sozio-ökonomischen Schichtung in drei Stadt-Land-Klassen mit bzw. ohne Tourismuseinfluss wurde eine fünfstufige Klassifikation im Rahmen der Entwicklung des Leitfadens erstellt (Beigl et al., 2017). Die Klassifikation baut auf dem gleichen Faktor wie die verwendete dreistufige Stadt-Land-Klassifikation auf, wobei die Klassengrenzen für fünf statt drei Klassen gesetzt bzw. ex ante angenommen wurden. Zielsetzung der feingliedrigeren Klassifikation war es, die Schichtung nach Klassen zu erlauben, wobei die Gemeinden innerhalb der Klassen homogen bzw. zwischen den Klassen signifikant unterschiedlich sind. Abbildung 29 zeigt die Verteilung der Grundgesamtheit, wobei die Schichtanteil aller Klassen – exkl. Städtische Klasse – jeweils 9 bis 11 Prozent beträgt.

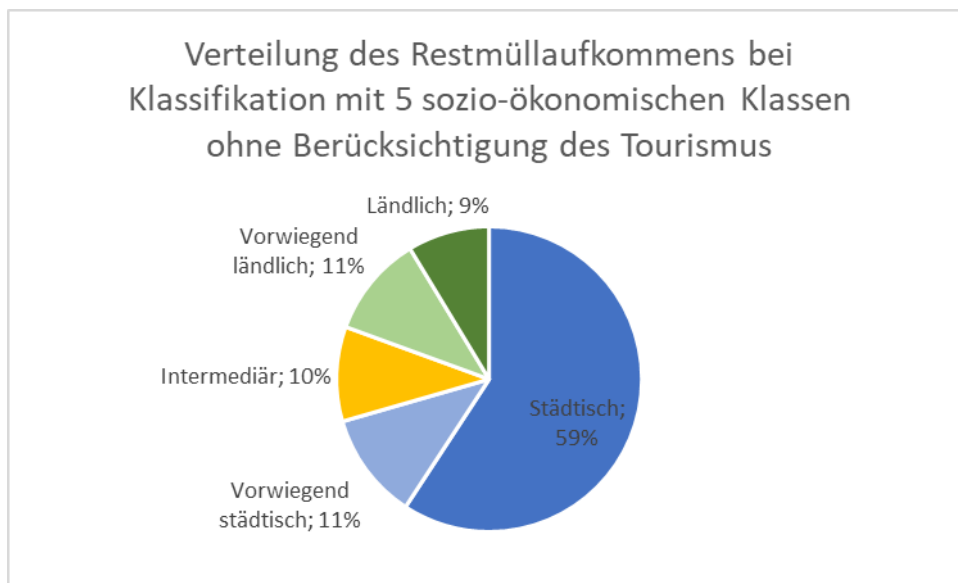


Abbildung 30: Verteilung der Grundgesamtheit auf fünf sozio-ökonomische Klassen (ohne Berücksichtigung von Tourismus)

Paarweise und gruppenweise Vergleiche auf Fraktionsgruppenebene zeigen, dass die Unterschiede zwischen jeweils benachbarten Klassen mit Ausnahme der beiden städtischen Klassen nicht signifikant sind bzw. geringe Signifikanz (mit  $p > 1 \cdot 10^{-5}$ ) aufweisen. Auf Fraktionsebene (mit 21 Fraktionen, Tabelle 28) sind Unterschiede zwischen intermediärer und vorwiegend ländlicher Schicht nicht signifikant ( $p = 0,024$ ). Die Auswertungen ohne Berücksichtigung weiterer Faktoren deuten darauf hin, dass die feingliedrigere Klassifikation keine Verbesserung der dreistufigen darstellt. Bei den Vergleichen der Klassen ist weiters zu berücksichtigen, dass die Verwendung von empirisch ermittelten Indikatoren für die Varianz (s. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) keine signifikanten Unterschiede zwischen den mittleren drei Klassen bestätigen.

Berücksichtigt man die spezifischen Fraktionsmassen in Tabelle 29, wird zusätzlich deutlich, dass innerhalb der drei mittleren Klassen keine deutlichen Unterschiede beim Pro-Kopf-Aufkommen vorliegen.

Tabelle 28: Restmüllzusammensetzung nach sozio-ökonomischer Schichtung in 5 Klassen – Fraktionsanteile (Masse-%)

SOZIO-ÖKONOMISCHE SCHICHTEN (5 KLASSEN) OHNE BERÜCKSICHTIGUNG VON TOURISMUS NETTOMENGEN EXKL. ANHAFTUNGEN	FRAKTIONSANTEILE [MASSE-%]				
	FRAKTION LT. TABELLE 12	STÄDT- ISCH	VORW. STÄDT- ISCH	INTER- MEDIÄR	VORW. LÄND- LICH
Organik	19,4%	16,3%	16,1%	14,1%	15,9%
Vermeidbare LM-Abfälle	17,7%	15,0%	13,1%	14,1%	11,7%
PPK VP	3,4%	2,8%	2,7%	2,7%	2,4%
PPK NVP	4,7%	3,6%	3,0%	2,3%	1,9%
Kunststoffe VP	6,8%	5,3%	5,2%	5,9%	5,2%
Sonstige Leicht-VP	2,2%	2,1%	2,3%	2,3%	2,1%
Glas VP	4,6%	2,9%	3,4%	3,3%	2,3%
Glas NVP	0,6%	0,8%	0,9%	0,8%	0,7%
Metalle VP	1,6%	1,5%	1,5%	1,6%	1,2%
Metalle NVP	1,3%	1,1%	1,2%	1,3%	1,7%
Kunststoffe NVP	3,7%	3,3%	3,8%	3,9%	4,6%
Holz NVP	0,9%	0,7%	0,7%	0,7%	1,8%
Hygieneartikel	12,8%	17,8%	18,9%	18,5%	17,8%
Textilien	3,7%	4,2%	3,3%	4,2%	4,0%
Schuhe	1,0%	1,0%	1,1%	1,5%	1,4%
EAG	0,8%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,6%	0,3%	0,4%	0,6%	0,3%
Inertstoffe	6,1%	9,6%	11,5%	11,4%	13,2%
Sonstige Abfälle	3,9%	7,3%	6,2%	6,1%	7,3%
Sortierrest u. Anhaftungen	4,0%	3,6%	3,8%	3,8%	3,5%
<b>Gesamt</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>



Tabelle 29: Restmüllzusammensetzung nach sozio-ökonomischer Schichtung in 5 Klassen – Spezifische Fraktionsmassen (kg/Ew.a)

SOZIO-ÖKONOMISCHE SCHICHTEN (5 KLASSEN) OHNE BERÜCKSICHTIGUNG VON TOURISMUS NETTOMENGEN EXKL. ANHAFTUNGEN	SPEZIFISCHE FRAKTIONSMASSE [KG/EW.A]				
	FRAKTION LT. TABELLE 12	STÄDT- ISCH	VORW. STÄDT- ISCH	INTER- MEDIÄR	VORW. LÄND- LICH
Organik	46,0	21,8	20,8	18,2	15,6
Vermeidbare LM-Abfälle	41,9	20,1	16,9	18,1	11,5
PPK VP	8,0	3,7	3,5	3,4	2,3
PPK NVP	11,1	4,8	3,9	2,9	1,9
Kunststoffe VP	16,1	7,1	6,7	7,6	5,1
Sonstige Leicht-VP	5,2	2,8	2,9	3,0	2,1
Glas VP	10,9	3,9	4,4	4,3	2,3
Glas NVP	1,5	1,1	1,2	1,0	0,7
Metalle VP	3,7	2,0	2,0	2,0	1,2
Metalle NVP	3,2	1,4	1,6	1,7	1,7
Kunststoffe NVP	8,9	4,5	4,9	5,1	4,6
Holz NVP	2,1	1,0	1,0	0,9	1,8
Hygieneartikel	30,2	23,9	24,4	23,8	17,6
Textilien	8,7	5,7	4,3	5,4	3,9
Schuhe	2,4	1,3	1,5	1,9	1,4
EAG	1,9	1,0	1,0	1,0	0,8
Batterien inkl. Akkus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Problemstoffe/gef. Abf.	1,5	0,4	0,5	0,8	0,3
Inertstoffe	14,5	12,9	14,9	14,6	13,0
Sonstige Abfälle	9,2	9,8	8,1	7,8	7,2
Sortierrest u. Anhaftungen	9,6	4,8	4,9	4,9	3,5
<b>Gesamt</b>	<b>236,5</b>	<b>133,9</b>	<b>129,4</b>	<b>128,7</b>	<b>98,6</b>

### 5.2.6 Zusammenfassung zu regionalen Vergleichen

Die bundesweite Auswertung basiert auf der regionalen Schichtung nach sozio-ökonomischer Stadt-Land-Charakteristik und nach Tourismuseinfluss. Die Klassifikation beruht auf einem Set von Indikatoren, die von Statistik Austria regelmäßig erhoben werden und mittels Formel in einen Schichtungsfaktor einfließen.

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung nach Schichten zeigt

- signifikante Unterschiede der Fraktionsanteile zwischen allen bzw. allen nicht-touristischen Schichten,
- geringe Unterschiede zwischen den beiden touristischen Schichten,
- eine Staffelung der Anteile von biogenen Abfällen und Verpackungsabfällen in nicht-touristischen Schichten mit höheren Anteilen in städtischen Schichten und
- signifikante Unterschiede zwischen vergleichbaren Schichten in unterschiedlichen Bundesländern auf Basis der zu verwendenden statistischen Methodik.

Die Beurteilung von bestehenden Klassifikationen für die regionale Schichtung zeigt, dass

- die dreistufige Klassifikation nach Stadt-Land-Unterschieden mit Berücksichtigung der Tourismusregionen die Schichtung unterstützt, da signifikante Unterschiede zwischen den Klassen bestehen und dabei die Unterschiede innerhalb der Gruppen deutlich verringert werden,
- Unterschiede zwischen touristischen und nicht-touristischen Gemeinden mit ansonsten ähnlicher sozio-ökonomischer Charakteristik bezüglich Restmüllzusammensetzung und spezifischen Fraktionsmassen signifikant unterschiedlich sind und
- eine feinere Klassifikation nach fünf sozio-ökonomischen Klassen ohne Berücksichtigung von Tourismus keine Verbesserung bringt.

Trotz Eignung der bestehenden Klassifikation ist nicht auszuschließen, dass bei Berücksichtigung weiterer Faktoren eine Adaptierung der Klassengrenzen (anhand des metrischen Schichtungsfaktors) eine Verbesserung bringt.

In Hinblick auf künftige Restmüllanalysen kommt der realitätsnahen Bestimmung der Varianz der mittels Restmüllanalysen analysierbaren Fraktionsmassen eine hohe Bedeutung zu. Im Falle der Unterschätzung der Varianz (das heißt die Analyse gibt höhere Genauigkeit vor, als tatsächlich erzielbar ist) ist von einer hohen Anzahl von (bzgl. Restmüllzusammensetzung) unterschiedlichen Regionen auszugehen, die separat zu beproben wären und in jeder Teilregion eine ähnliche Probemasse erfordern. Besteht eine Ähnlichkeit bestimmter Regionen, ist eine Vergrößerung der Grundgesamtheit (z.B. vergleichbare regionale Strukturen mehrerer Länder) und somit Reduktion der Probemasse möglich, wobei bei gleichbleibender Gesamtprobemasse weitere, abfallwirtschaftliche Faktoren gezielt untersucht werden können. Die Anwendung der empirisch ermittelten Varianz nach Fraktionen laut Validierung (Abschnitt 6.1, Langfassung) deutet darauf hin, dass die innerhalb der regionalen Schichten nur geringe Unterschiede bestehen.

## 5.3 Ergebnisse nach Saisonen

Die Auswertung von saisonalen Unterschieden auf Basis des Probenahmedatums der Einzelproben erfolgt mit

- bundesweiten Vergleich nach Halbjahren, wobei nur jene Landesanalysen berücksichtigt werden, die Analysen in beiden Halbjahren beinhalten,
- Vergleiche innerhalb von nicht-touristischen Schichten nach Halbjahren,
- Vergleiche von touristischen Schichten nach touristischer Saison, wobei zwischen der Hochsaison, die für alle verfügbaren Analysedaten mit der Wintersaison (Februar bis März, s. Tabelle 9) zusammenfällt, und der Zwischensaison im Mai, Juni bzw. November unterschieden wird.

Für alle Vergleiche gilt, dass nur jene Analysen mit verfügbaren Daten berücksichtigt werden, die beide zu vergleichende Jahreszeiten beinhalten. Werden alle Länder mit verfügbaren Daten, also auch jene mit nur einem Analysedurchgang (z.B. Wien) berücksichtigt, käme es zu einer Verzerrung bzw. Überlagerung der Unterschiede, die zwischen Ländern bestehen. Auch wenn in Wien ein Jahresgang auf Basis vorheriger Analysen auszuschließen ist, würde das Inkludieren der Wiener Analyse aufgrund der hohen Gewichtung auf Basis des Anteils an der Grundgesamtheit zwingend verzerren und somit die Aussagekraft der Ergebnisse in Frage stellen.

### 5.3.1 Bundesweiter Vergleich nach Halbjahren

Der bundesweite Vergleich ist nur als unverbindliche, erste Orientierung anzusehen, da die regionalen Schichten davon abweichende Tendenzen bei saisonalen Unterschieden aufweisen können. Es ist zu beachten, dass Vergleiche innerhalb der regionalen Schichten deutlich höhere Aussagekraft haben.

Die Fraktionszusammensetzung nach Halbjahren laut Tabelle 30 weist signifikante Unterschiede auf Fraktionsebene ( $p=2 \cdot 10^{-11}$ ) sowie Fraktionsgruppenebene ( $p=8 \cdot 10^{-11}$ ) auf. Bei den Fraktionsgruppen der biogenen Abfälle und sonstigen Altstoffe können signifikante Unterschiede im binomialen (2-Fraktionsfall) bestätigt werden (Abbildung 32). Im binomialen Vergleich auf Fraktionsebene sind die Unterschiede bei biogenen Fraktionen, Metall- und Holz-Nichtverpackungen signifikant unterschiedlich (Abbildung 31).

Tabelle 30: Restmüllzusammensetzung nach Halbjahren auf Basis von Landesanalysen in beiden Halbjahren – Nettofraktionsanteile (exkl. Anhaftungen) mit 95%-Konfidenzintervallen

BUNDESWEITER VERGLEICH NACH HALBJAHREN AUF BASIS VON LANDESANALYSEN IN BEIDEN HALBJAHREN	SOMMERHALBJAHR APRIL - SEPTEMBER			WINTERHALBJAHR OKTOBER - MÄRZ		
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>
<b>FRAKTION (NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN) LT. TABELLE 12</b>						
Organik*	14,4%	15,3%	16,3%	16,2%	17,1%	18,1%
Vermeidbare LM-Abfälle*	11,8%	12,6%	13,5%	13,5%	14,3%	15,2%
PPK VP	2,6%	3,0%	3,5%	2,4%	2,8%	3,2%
PPK NVP	2,9%	3,4%	3,9%	2,7%	3,1%	3,6%
Kunststoffe VP	5,5%	6,1%	6,7%	5,3%	5,8%	6,5%
Sonstige Leicht-VP	2,0%	2,4%	2,8%	2,0%	2,3%	2,7%
Glas VP	3,1%	3,6%	4,1%	3,3%	3,7%	4,2%
Glas NVP	0,6%	0,8%	1,1%	0,5%	0,7%	1,0%
Metalle VP	1,3%	1,6%	1,9%	1,3%	1,6%	2,0%
Metalle NVP*	1,3%	1,6%	1,9%	0,9%	1,2%	1,5%
Kunststoffe NVP	3,6%	4,1%	4,7%	3,2%	3,7%	4,2%
Holz NVP*	1,1%	1,4%	1,7%	0,7%	0,9%	1,2%
Hygieneartikel	15,6%	16,5%	17,5%	14,9%	15,8%	16,7%
Textilien	3,9%	4,4%	4,9%	3,3%	3,8%	4,3%
Schuhe	1,1%	1,4%	1,7%	0,9%	1,1%	1,4%
EAG	0,8%	1,0%	1,3%	0,6%	0,8%	1,1%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,2%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,3%	0,4%	0,6%	0,3%	0,4%	0,6%
Inertstoffe	9,1%	9,9%	10,7%	9,7%	10,4%	11,2%
Sonstige Abfälle	6,0%	6,6%	7,3%	6,0%	6,6%	7,2%
Sortierrest u. Anhaftungen	3,5%	4,0%	4,5%	3,3%	3,8%	4,3%
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>100,0%</b>	

\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) Schichten mit  $p < 0,001$

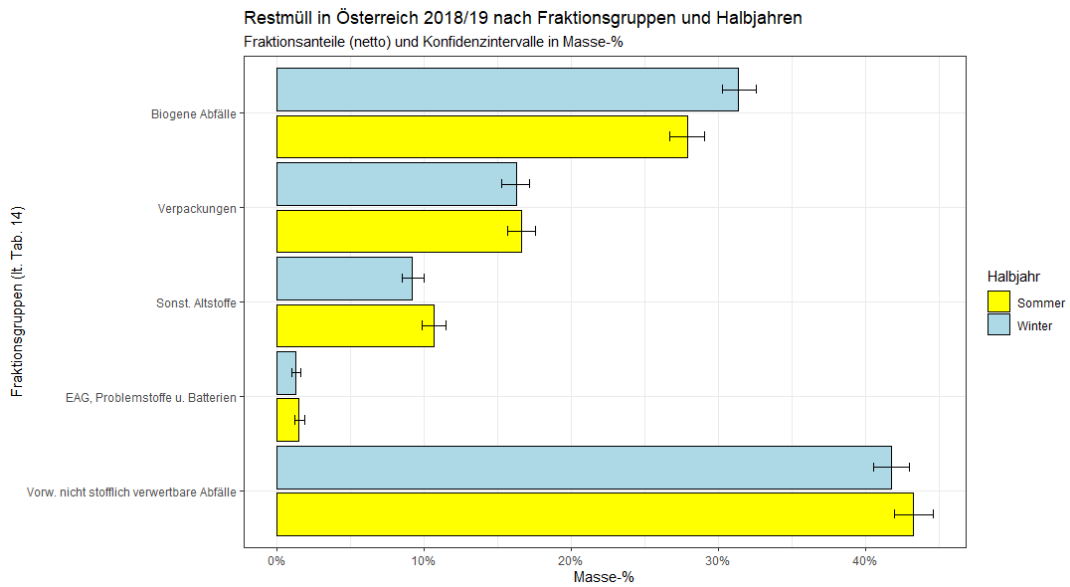


Abbildung 31: Bundesweiter Vergleich nach Fraktionsgruppen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

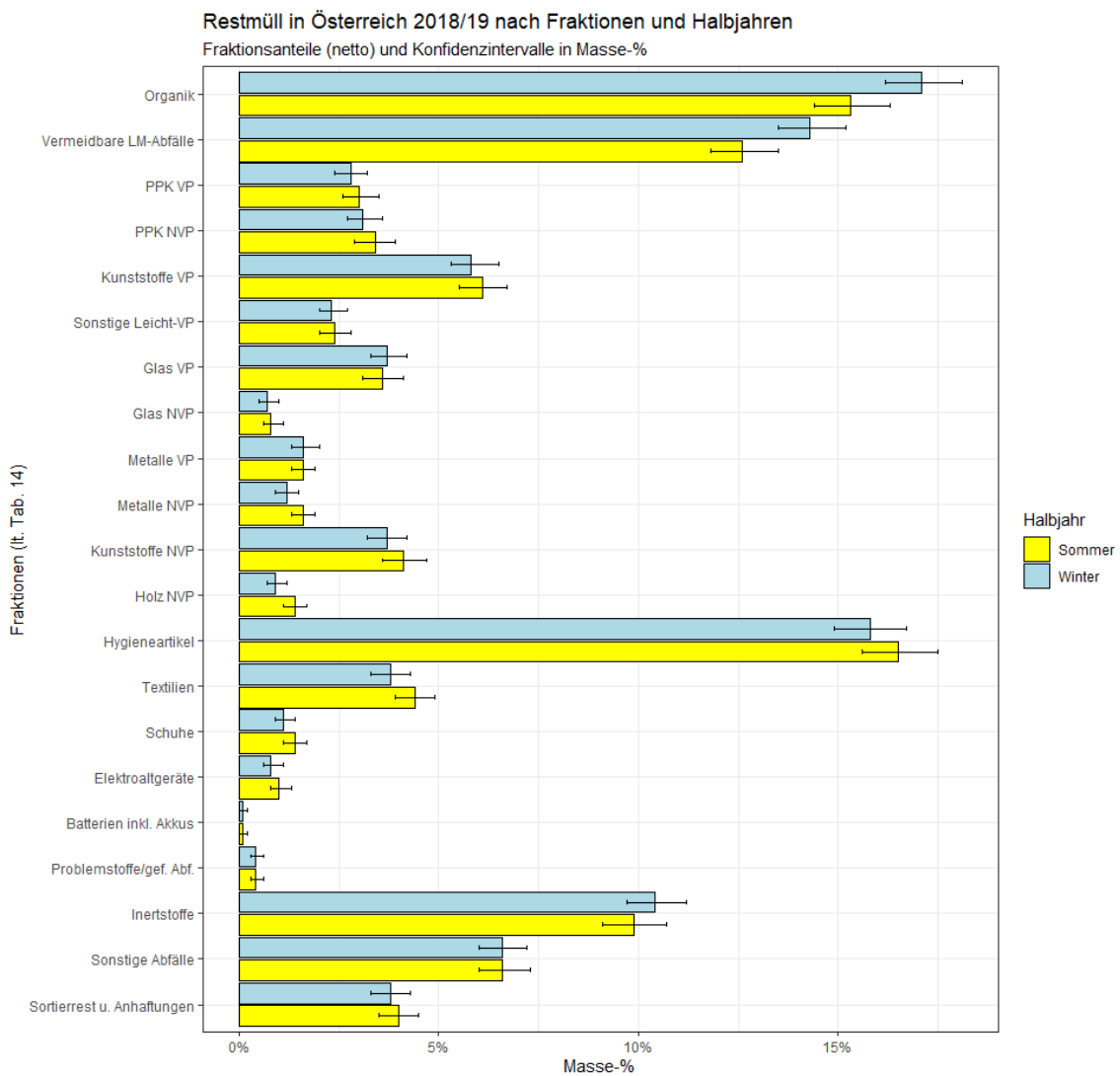


Abbildung 32: Bundesweiter Vergleich nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

## 5.3.2 Vergleich von nicht-touristischen Schichten nach Halbjahr

### 5.3.2.1 Vorwiegend städtische Gemeinden

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung von vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionen und Fraktionsgruppen nach Halbjahren bestätigt keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,001$ ) (s. Tabelle 31 und Abbildung 33). Auf Fraktionsebene im binomialen Fall bestehen nur bei PPK-Nichtverpackungen signifikante Unterschiede ( $p = 8 \cdot 10^{-4}$ ) (Abbildung 34).

Tabelle 31: Restmüllzusammensetzung in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Halbjahren – Fraktionsanteile mit 95%-Konfidenzintervallen

RESTMÜLL IN VORWIEGEND STÄDTISCHEN GEMEINDEN NACH HALBJAHREN	SOMMERHALBJAHR APRIL - SEPTEMBER			WINTERHALBJAHR OKTOBER - MÄRZ		
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>
<b>FRAKTION (NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN) LT. TABELLE 12</b>						
Organik	16,2%	17,8%	19,5%	15,8%	17,2%	18,6%
Vermeidbare LM-Abfälle	12,7%	14,1%	15,7%	15,3%	16,6%	18,1%
PPK VP	2,4%	3,0%	3,9%	2,4%	3,0%	3,7%
PPK NVP*	4,6%	5,5%	6,6%	3,2%	3,9%	4,7%
Kunststoffe VP	5,1%	6,0%	7,1%	5,4%	6,3%	7,3%
Sonstige Leicht-VP	1,6%	2,2%	2,9%	1,7%	2,2%	2,9%
Glas VP	3,8%	4,6%	5,6%	3,3%	4,0%	4,8%
Glas NVP	0,4%	0,6%	1,1%	0,4%	0,7%	1,0%
Metalle VP	1,1%	1,6%	2,2%	1,4%	1,8%	2,4%
Metalle NVP	1,2%	1,6%	2,3%	1,1%	1,5%	2,0%
Kunststoffe NVP	2,4%	3,1%	3,9%	2,6%	3,2%	3,9%
Holz NVP	1,2%	1,6%	2,3%	0,9%	1,2%	1,7%
Hygieneartikel	13,0%	14,4%	16,0%	12,0%	13,2%	14,6%
Textilien	3,0%	3,7%	4,6%	3,5%	4,1%	5,0%
Schuhe	0,6%	0,9%	1,5%	0,5%	0,8%	1,2%
EAG	0,7%	1,0%	1,5%	0,7%	1,0%	1,4%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,3%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,1%	0,3%	0,6%	0,2%	0,4%	0,7%
Inertstoffe	7,7%	8,9%	10,2%	7,6%	8,6%	9,8%
Sonstige Abfälle	4,2%	5,1%	6,1%	5,5%	6,4%	7,3%
Sortierrest u. Anhaftungen	3,1%	3,8%	4,7%	3,2%	3,9%	4,7%
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>100,0%</b>	

\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) mit  $p < 0,001$

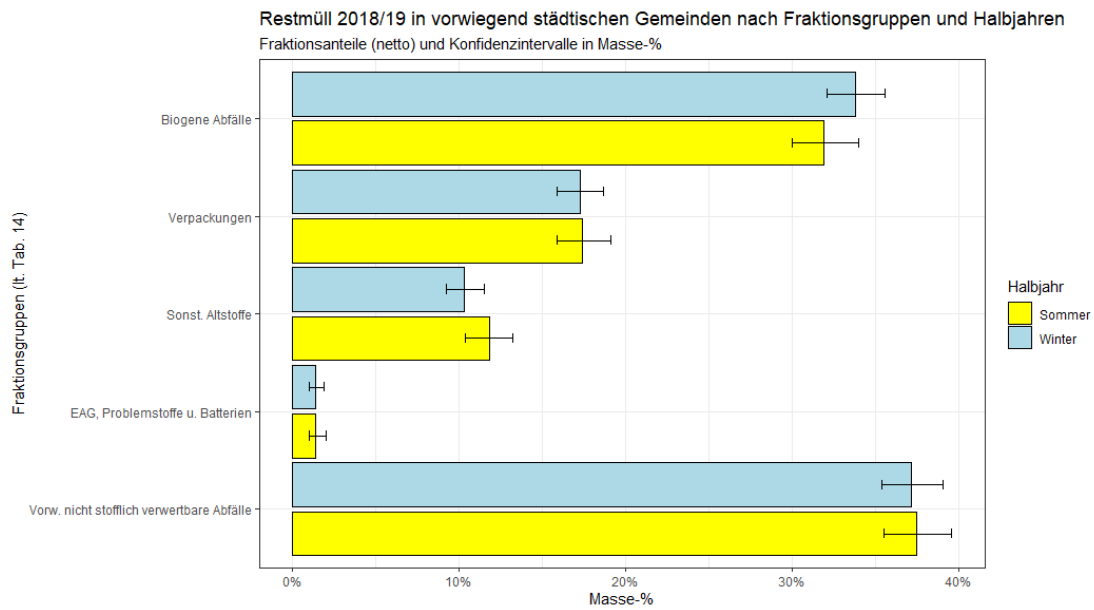


Abbildung 33: Restmüll in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

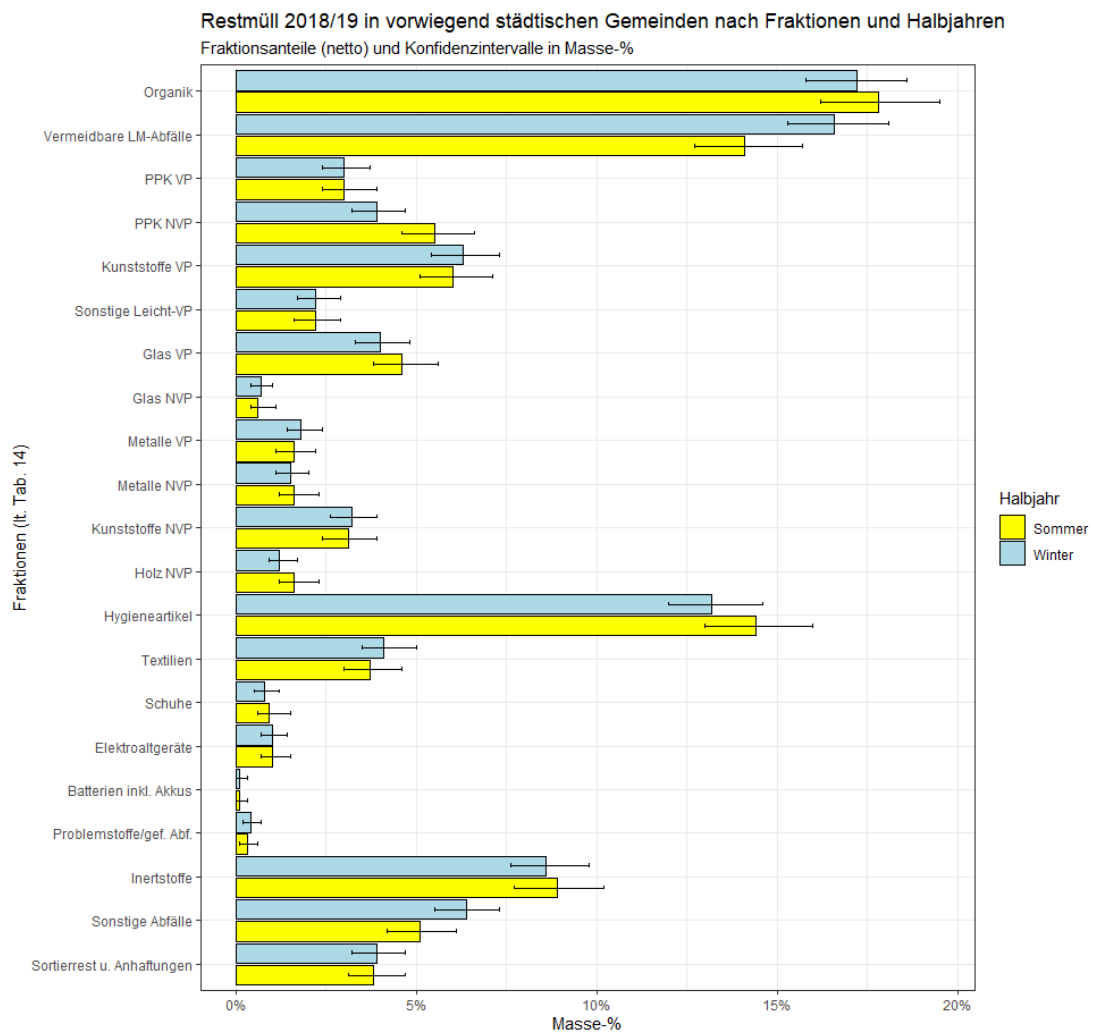


Abbildung 34: Restmüll in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

### 5.3.2.2 Intermediäre, nicht touristische Gemeinden

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung von intermediären Gemeinden nach Fraktionen und Fraktionsgruppen nach Halbjahren bestätigt signifikante Unterschiede, die multinomial auf Fraktionsgruppenebene und Fraktionsebene mit  $p=9 \cdot 10^{-4}$  bzw.  $p=4 \cdot 10^{-4}$  nur knapp unter dem Schwellenwert von  $p=0,001$  liegen (Tabelle 32 und Abbildung 35). Auf Fraktionsebene im binomialen Fall bestehen nur bei Inertstoffen signifikante Unterschiede ( $p=6 \cdot 10^{-5}$ ) (Abbildung 36).

Tabelle 32: Restmüllzusammensetzung in der intermediären, nicht-touristischen Gemeinden nach Halbjahren – Fraktionsanteile mit 95%-Konfidenzintervallen

RESTMÜLL IN INTERMEDIÄREN, NICHT TOURISTISCHEN GEMEINDEN NACH HALBJAHREN	SOMMERHALBJAHR APRIL - SEPTEMBER			WINTERHALBJAHR OKTOBER - MÄRZ		
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>
<b>FRAKTION (NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN) LT. TABELLE 12</b>						
Organik	13,1%	14,4%	15,8%	15,4%	17,1%	18,8%
Vermeidbare LM-Abfälle	12,2%	13,4%	14,8%	12,0%	13,5%	15,1%
PPK VP	2,7%	3,4%	4,2%	2,0%	2,7%	3,5%
PPK NVP	2,2%	2,8%	3,5%	1,7%	2,3%	3,1%
Kunststoffe VP	5,5%	6,4%	7,4%	5,2%	6,2%	7,3%
Sonstige Leicht-VP	2,0%	2,6%	3,3%	1,9%	2,5%	3,3%
Glas VP	2,8%	3,4%	4,2%	3,3%	4,1%	5,1%
Glas NVP	0,5%	0,8%	1,2%	0,5%	0,8%	1,3%
Metalle VP	1,3%	1,7%	2,3%	1,1%	1,5%	2,2%
Metalle NVP	0,9%	1,2%	1,8%	0,7%	1,0%	1,6%
Kunststoffe NVP	3,2%	3,9%	4,7%	2,8%	3,6%	4,5%
Holz NVP	0,5%	0,7%	1,1%	0,3%	0,6%	1,1%
Hygieneartikel	17,1%	18,6%	20,1%	15,6%	17,3%	19,0%
Textilien	3,8%	4,5%	5,4%	2,7%	3,4%	4,3%
Schuhe	1,1%	1,5%	2,0%	0,9%	1,4%	2,0%
EAG	0,6%	1,0%	1,4%	0,6%	0,9%	1,5%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,3%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,3%	0,5%	0,9%	0,2%	0,5%	0,9%
Inertstoffe*	7,2%	8,3%	9,4%	9,4%	10,7%	12,2%
Sonstige Abfälle	5,7%	6,6%	7,6%	5,1%	6,1%	7,3%
Sortierrest u. Anhaftungen	3,6%	4,3%	5,1%	3,1%	3,8%	4,8%
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>100,0%</b>	

\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) mit  $p < 0,001$



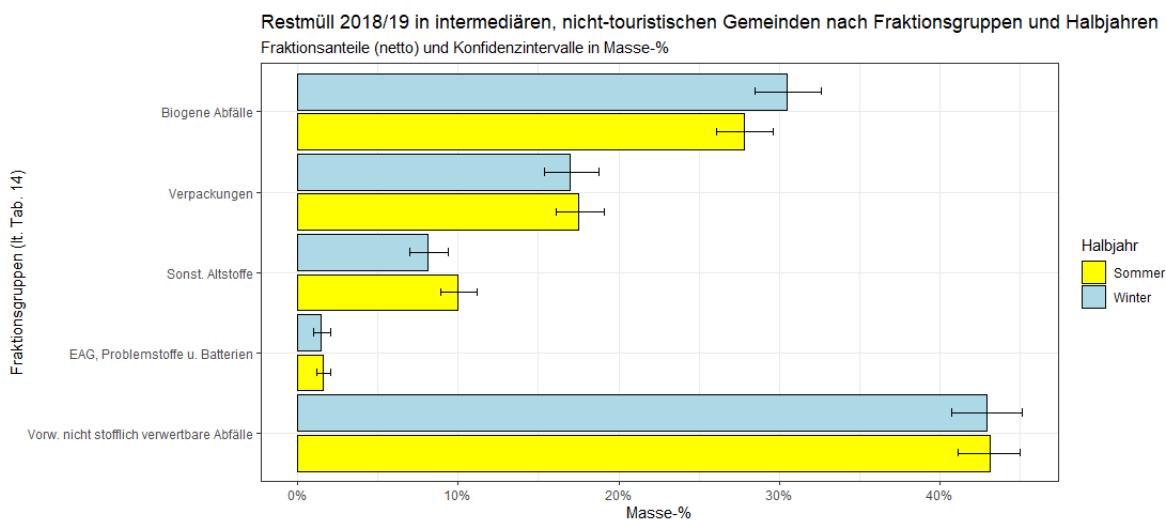


Abbildung 35: Restmüll in intermediären, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

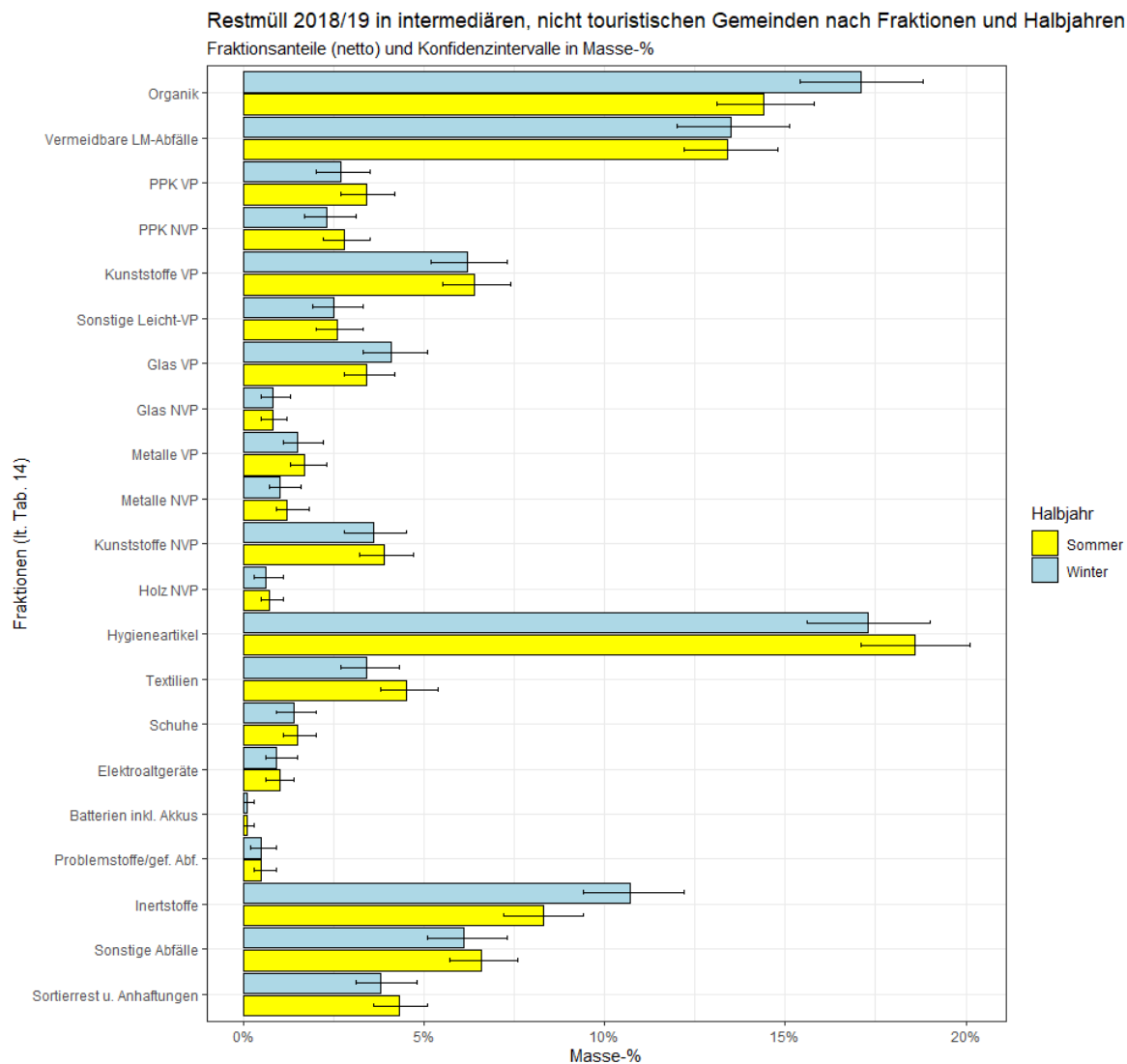


Abbildung 36: Restmüll in intermediären, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

### 5.3.2.3 Ländliche, nicht touristische Gemeinden

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung von ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Halbjahren bestätigt multinomial nur schwach signifikante Unterschiede auf Fraktionsgruppenebene ( $p=0,0002$ ) (Abbildung 37), allerdings hochsignifikante Unterschiede auf Fraktionsebene mit 21 Fraktionen ( $p=1\cdot 10^{-24}$ ). Die binomiale Auswertung von einzelnen Fraktionen bestätigt für acht Fraktionen signifikante Unterschiede, wobei Fraktionsanteile von vermeidbaren Lebensmitteln, PPK-Nichtverpackungen und Hygieneartikeln im Sommerhalbjahr signifikant geringer sind, während Glas-Nichtverpackungen, Elektroaltgeräte, Textilien und sonstige Abfälle im Sommerhalbjahr signifikant höher ausfallen (Tabelle 33 und Abbildung 38).

Tabelle 33: Restmüllzusammensetzung in vorwiegend ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Halbjahren – Fraktionsanteile (netto) mit 95%-Konfidenzintervallen

<b>VORWIEGEND LÄNDLICHE GEMEINDEN OHNE TOURISMUS NACH HALBJAHREN</b>						
<b>RESTMÜLL IN VORWIEGEND LÄNDLICHEN, NICHT TOURISTISCHEN GEMEINDEN NACH HALBJAHREN</b>	<b>SOMMERHALBJAHR APRIL - SEPTEMBER</b>			<b>WINTERHALBJAHR OKTOBER - MÄRZ</b>		
	<b>KI<sub>u</sub></b>	<b>MASSE-%</b>	<b>KI<sub>o</sub></b>	<b>KI<sub>u</sub></b>	<b>MASSE-%</b>	<b>KI<sub>o</sub></b>
<b>FRAKTION (NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN) LT. TABELLE 12</b>						
Organik	12,6%	14,3%	16,3%	12,8%	14,4%	16,2%
Vermeidbare LM-Abfälle*	6,4%	7,7%	9,2%	10,2%	11,7%	13,3%
PPK VP	1,4%	2,1%	3,0%	2,1%	2,8%	3,7%
PPK NVP*	0,9%	1,4%	2,2%	2,5%	3,3%	4,3%
Kunststoffe VP	4,3%	5,4%	6,7%	4,5%	5,5%	6,6%
Sonstige Leicht-VP	1,5%	2,2%	3,1%	1,7%	2,4%	3,2%
Glas VP	1,6%	2,3%	3,3%	2,0%	2,6%	3,5%
Glas NVP*	0,6%	1,1%	1,8%	0,3%	0,5%	1,0%
Metalle VP	0,7%	1,1%	1,9%	0,9%	1,3%	2,0%
Metalle NVP*	1,6%	2,3%	3,2%	0,7%	1,1%	1,7%
Kunststoffe NVP*	5,1%	6,3%	7,7%	3,1%	3,9%	4,9%
Holz NVP*	1,9%	2,7%	3,7%	0,5%	0,9%	1,4%
Hygieneartikel*	12,4%	14,1%	16,1%	16,6%	18,4%	20,3%
Textilien*	4,0%	5,1%	6,4%	2,8%	3,6%	4,6%
Schuhe	1,2%	1,8%	2,7%	0,9%	1,3%	2,0%
EAG*	0,8%	1,3%	2,0%	0,2%	0,4%	0,8%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,1%	0,4%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,1%	0,2%	0,7%	0,2%	0,4%	0,8%
Inertstoffe	13,9%	15,8%	17,8%	12,3%	13,9%	15,7%
Sonstige Abfälle*	7,9%	9,3%	11,0%	6,8%	8,0%	9,3%
Sortierrest u. Anhaftungen	2,7%	3,5%	4,6%	2,8%	3,6%	4,6%
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>100,0%</b>	

\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) Schichten mit  $p < 0,001$

**Restmüll 2018/19 in vorwiegend ländlichen, nicht-touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Halbjahren**  
Fraktionsanteile (netto) und Konfidenzintervalle in Masse-%

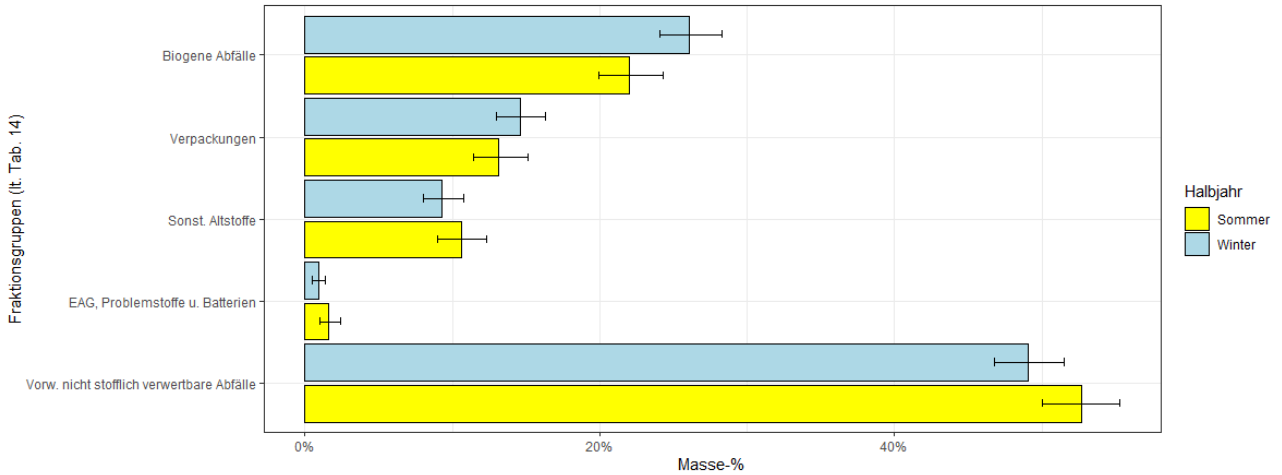


Abbildung 37: Restmüll in vorwiegend ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

**Restmüll 2018/19 in vorwiegend ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionen und Halbjahren**  
Fraktionsanteile (netto) und Konfidenzintervalle in Masse-%

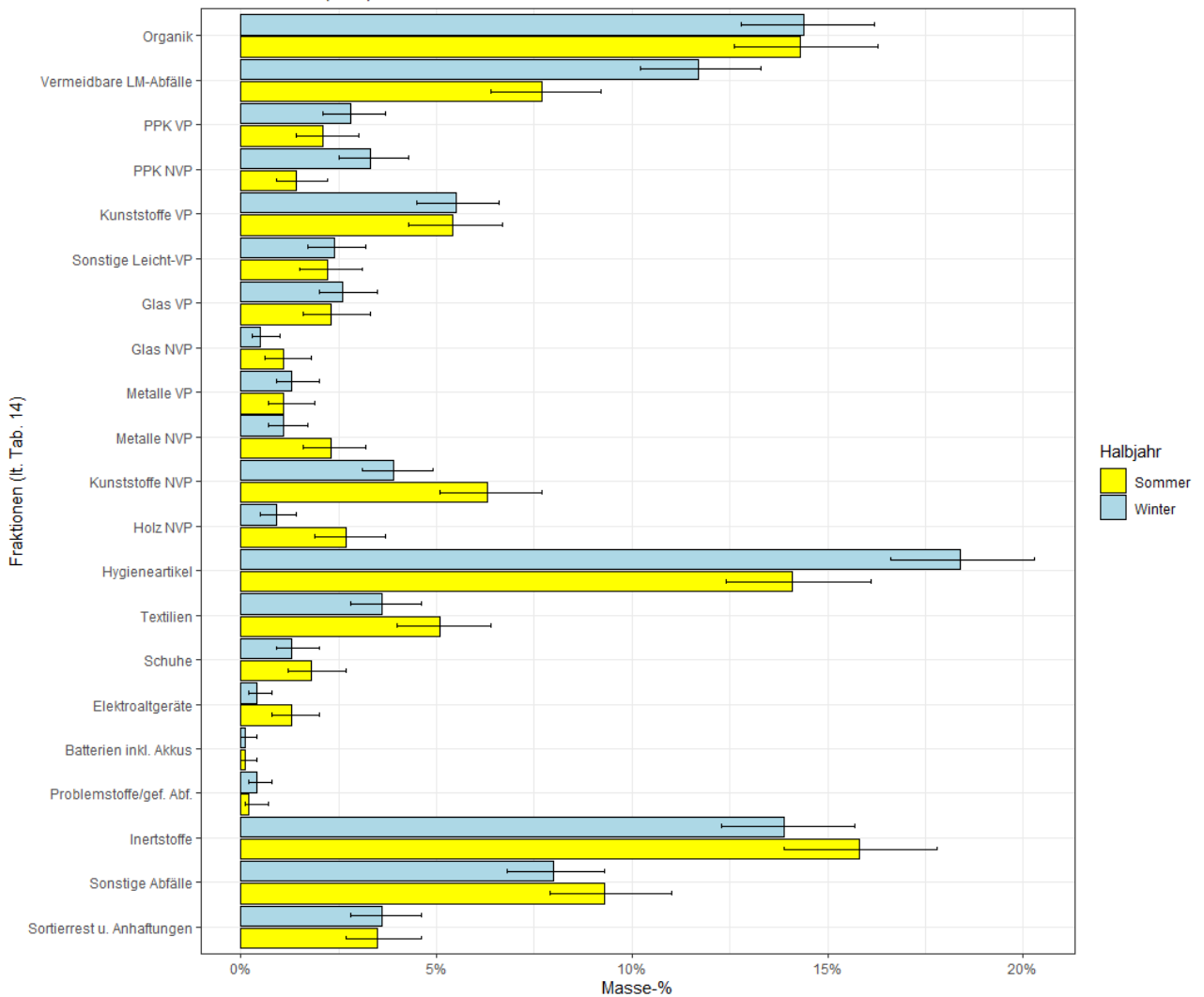


Abbildung 38: Restmüll in vorwiegend ländlichen, nicht touristischen Gemeinden nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

### 5.3.3 Tourismusregionen nach Saisonen

#### 5.3.3.1 Intermediäre Tourismusgemeinden

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung von intermediären Gemeinden nach Fraktionen bzw. Fraktionsgruppen nach Halbjahren bestätigt signifikante Unterschiede im multinomialen Vergleich ( $p=9 \cdot 10^{-12}$  bzw.  $p=9 \cdot 10^{-8}$ ) (Abbildung 39). Binomial zeigen sich bei den Fraktionen Organik und Holz-Nichtverpackungen signifikante Unterschiede mit höheren Anteilen von Organik in der Hochsaison bzw. höheren Anteilen von Holz-NVP in der Zwischensaison (Tabelle 34 und Abbildung 40).

Tabelle 34: Restmüllzusammensetzung in den intermediären Tourismusgemeinden nach Halbjahren – Fraktionsanteile (netto) mit 95%-Konfidenzintervallen

RESTMÜLL IN INTERMEDIÄREN, TOURISTISCHEN GEMEINDEN NACH SAISONEN LT. TABELLE 9	HOCHSAISON			ZWISCHENSAISON		
	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>	KI <sub>u</sub>	MASSE-%	KI <sub>o</sub>
<b>FRAKTION (NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN) LT. TABELLE 12</b>						
Organik*	18,9%	21,1%	23,4%	10,3%	12,3%	14,5%
Vermeidbare LM-Abfälle	13,5%	15,4%	17,5%	12,3%	14,4%	16,8%
PPK VP	2,1%	2,9%	4,0%	1,6%	2,4%	3,6%
PPK NVP	4,8%	6,0%	7,5%	3,3%	4,4%	5,9%
Kunststoffe VP	3,8%	4,9%	6,2%	3,5%	4,7%	6,3%
Sonstige Leicht-VP	1,5%	2,2%	3,1%	1,1%	1,8%	2,9%
Glas VP	3,1%	4,1%	5,3%	1,8%	2,6%	3,9%
Glas NVP	1,0%	1,6%	2,4%	1,7%	2,5%	3,7%
Metalle VP	0,9%	1,5%	2,3%	0,8%	1,4%	2,3%
Metalle NVP	0,5%	1,0%	1,7%	1,1%	1,8%	2,8%
Kunststoffe NVP	2,2%	3,0%	4,1%	3,8%	5,0%	6,6%
Holz NVP*	0,0%	0,2%	0,6%	1,5%	2,3%	3,4%
Hygieneartikel	14,6%	16,5%	18,7%	11,9%	14,0%	16,4%
Textilien	2,5%	3,3%	4,4%	4,5%	5,8%	7,5%
Schuhe	0,6%	1,1%	1,8%	0,8%	1,3%	2,3%
EAG	0,1%	0,2%	0,7%	0,6%	1,1%	2,0%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,1%	0,6%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,1%	0,2%	0,6%	0,2%	0,5%	1,1%
Inertstoffe	4,2%	5,3%	6,7%	6,0%	7,5%	9,3%
Sonstige Abfälle	4,7%	5,9%	7,3%	8,1%	9,8%	11,9%
Sortierrest u. Anhaftungen	2,8%	3,8%	5,0%	3,1%	4,2%	5,7%
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>100,0%</b>	

\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) mit  $p < 0,001$

**Restmüll 2018/19 in intermediären, touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Saisonen**  
 Fraktionsanteile (netto) und Konfidenzintervalle in Masse-%

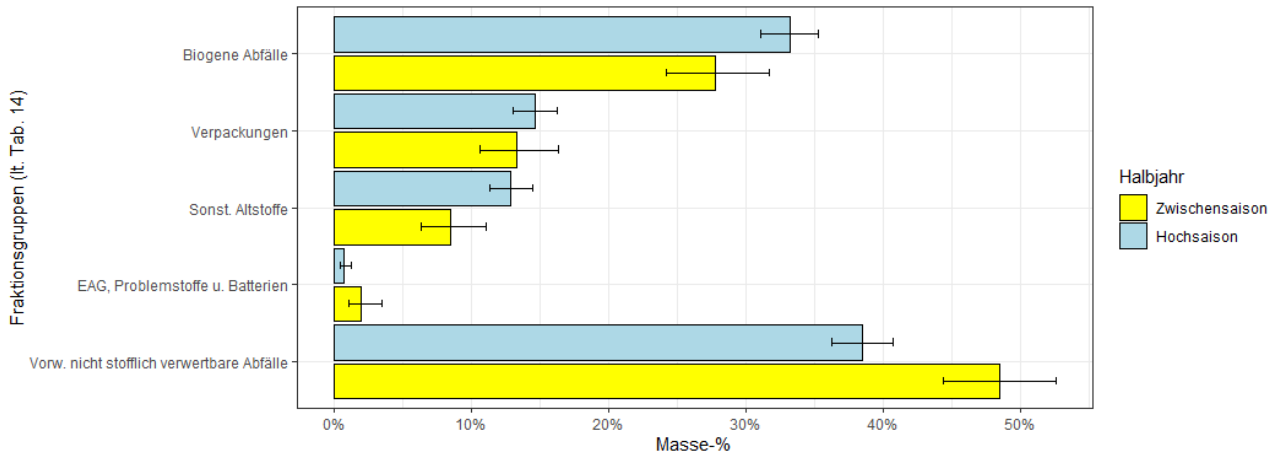


Abbildung 39: Restmüll in intermediären, touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

**Restmüll 2018/19 in intermediären, touristischen Gemeinden nach Fraktionen und Saisonen**  
 Fraktionsanteile (netto) und Konfidenzintervalle in Masse-%

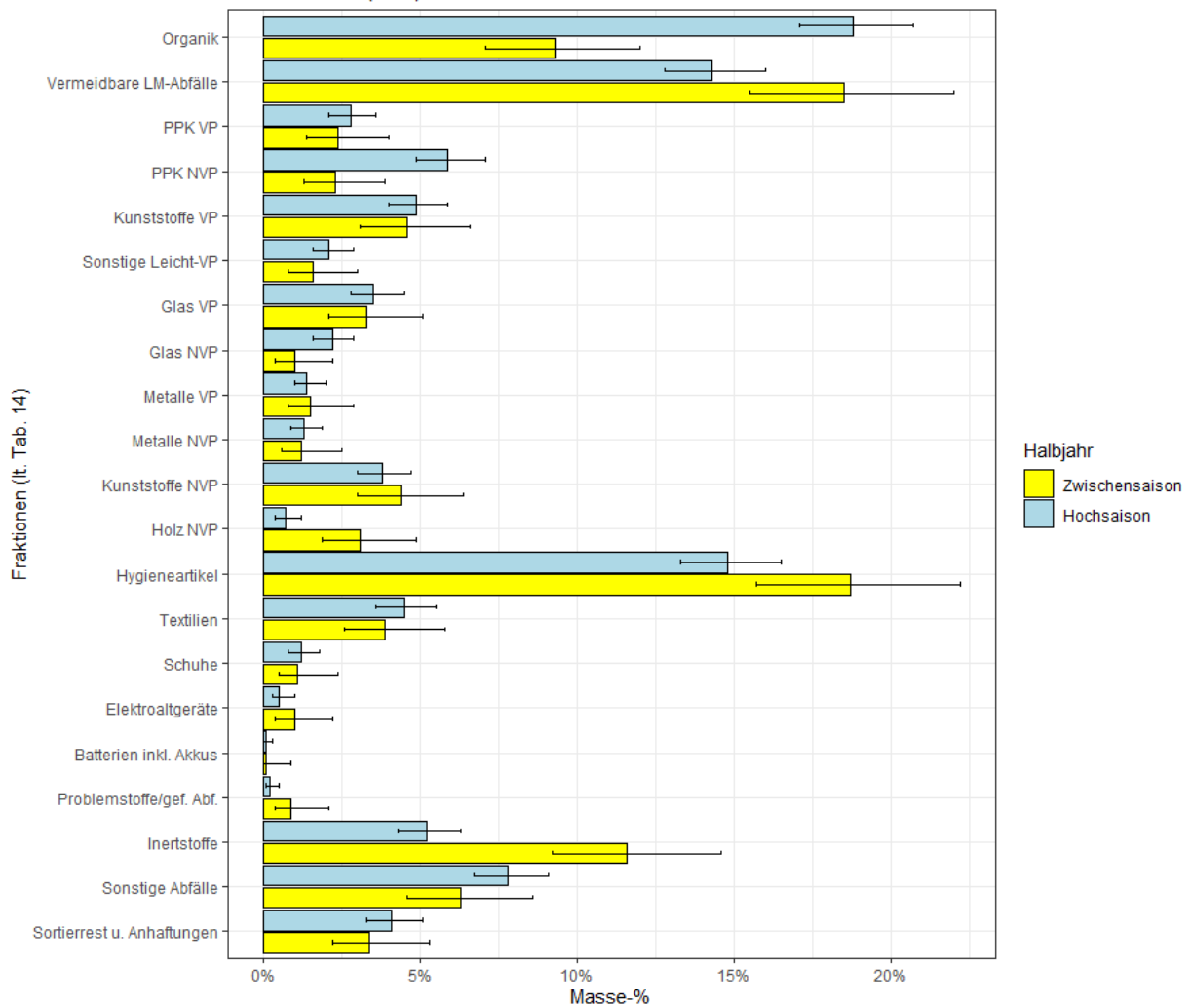


Abbildung 40: Restmüll in intermediären, touristischen Gemeinden nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

### 5.3.3.2 Vorwiegend ländliche Tourismusgemeinden

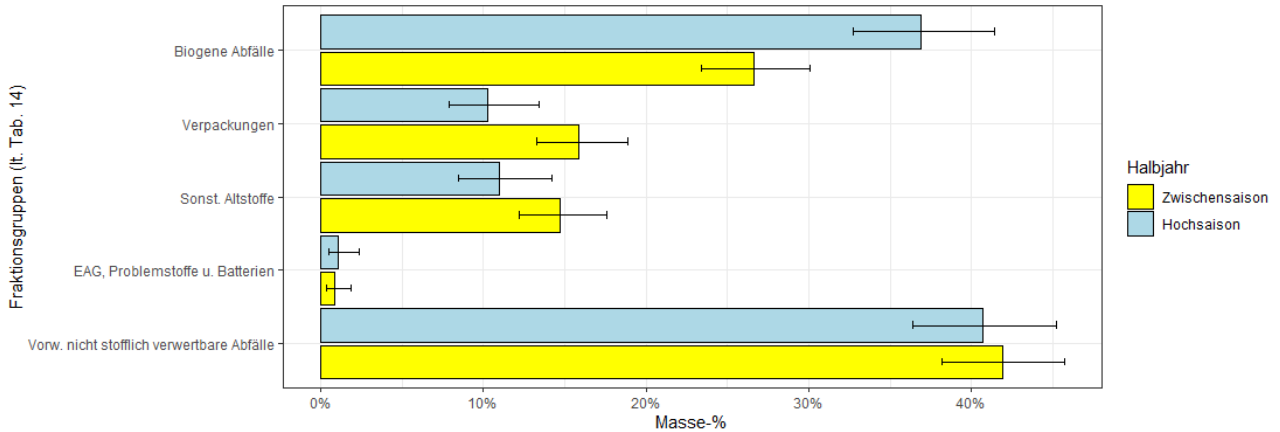
Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung von vorwiegend ländlichen Tourismusgemeinden nach Fraktionen bzw. Fraktionsgruppen nach Halbjahren bestätigt signifikante Unterschiede im multinomialen Vergleich, die mit  $p=4 \cdot 10^{-5}$  bzw.  $p=3 \cdot 10^{-5}$  nahe dem Schwellenwert liegen und somit im Verhältnis geringe Signifikanz aufweisen (Abbildung 41). Binomial zeigen sich nur bei der Fraktion der PPK-Nichtverpackungen signifikante Unterschiede mit höherem Anteil in der Zwischensaison (Tabelle 35 und Abbildung 42).

Tabelle 35: Restmüllzusammensetzung in den vorwiegend ländlichen Tourismusgemeinden nach Halbjahren – Fraktionsanteile (netto) mit 95%-Konfidenzintervallen

RESTMÜLL IN VORWIEGEND LÄNDLICHEN, TOURISTISCHEN GEMEINDEN NACH SAISONEN LT. TABELLE 9	HOCHSAISON			ZWISCHENSAISON		
	KI <sub>U</sub>	MASSE-%	KI <sub>O</sub>	KI <sub>U</sub>	MASSE-%	KI <sub>O</sub>
<b>FRAKTION (NETTO EXKL. ANHAFTUNGEN) LT. TABELLE 12</b>						
Organik	13,2%	17,6%	23,0%	13,6%	16,6%	20,1%
Vermeidbare LM-Abfälle	13,0%	17,4%	22,8%	12,8%	15,7%	19,1%
PPK VP	1,0%	2,2%	5,1%	1,3%	2,3%	4,0%
PPK NVP*	0,8%	2,0%	4,7%	2,2%	3,5%	5,5%
Kunststoffe VP	1,8%	3,6%	6,8%	2,9%	4,4%	6,5%
Sonstige Leicht-VP	0,6%	1,6%	4,1%	1,0%	1,9%	3,4%
Glas VP	1,8%	3,5%	6,7%	1,5%	2,6%	4,4%
Glas NVP	0,1%	0,5%	2,6%	0,8%	1,5%	3,0%
Metalle VP	0,4%	1,2%	3,6%	0,6%	1,3%	2,7%
Metalle NVP	0,1%	0,4%	2,4%	1,7%	2,8%	4,6%
Kunststoffe NVP	1,2%	2,7%	5,6%	4,7%	6,5%	9,0%
Holz NVP	0,0%	0,1%	1,8%	0,2%	0,6%	1,6%
Hygieneartikel	20,9%	26,2%	32,2%	13,3%	16,2%	19,7%
Textilien	0,7%	1,8%	4,5%	5,6%	7,5%	10,1%
Schuhe	0,2%	0,8%	3,0%	1,0%	1,8%	3,4%
EAG	0,0%	0,3%	2,3%	0,1%	0,5%	1,5%
Batterien inkl. Akkus	0,0%	0,1%	1,9%	0,0%	0,2%	1,1%
Problemstoffe/gef. Abf.	0,0%	0,2%	2,0%	0,1%	0,5%	1,5%
Inertstoffe	7,1%	10,4%	15,0%	3,3%	4,8%	7,0%
Sonstige Abfälle	2,6%	4,7%	8,2%	3,5%	5,1%	7,3%
Sortierrest u. Anhaftungen	1,3%	2,8%	5,8%	2,4%	3,7%	5,7%
<b>Gesamt</b>		<b>100,0%</b>			<b>100,0%</b>	

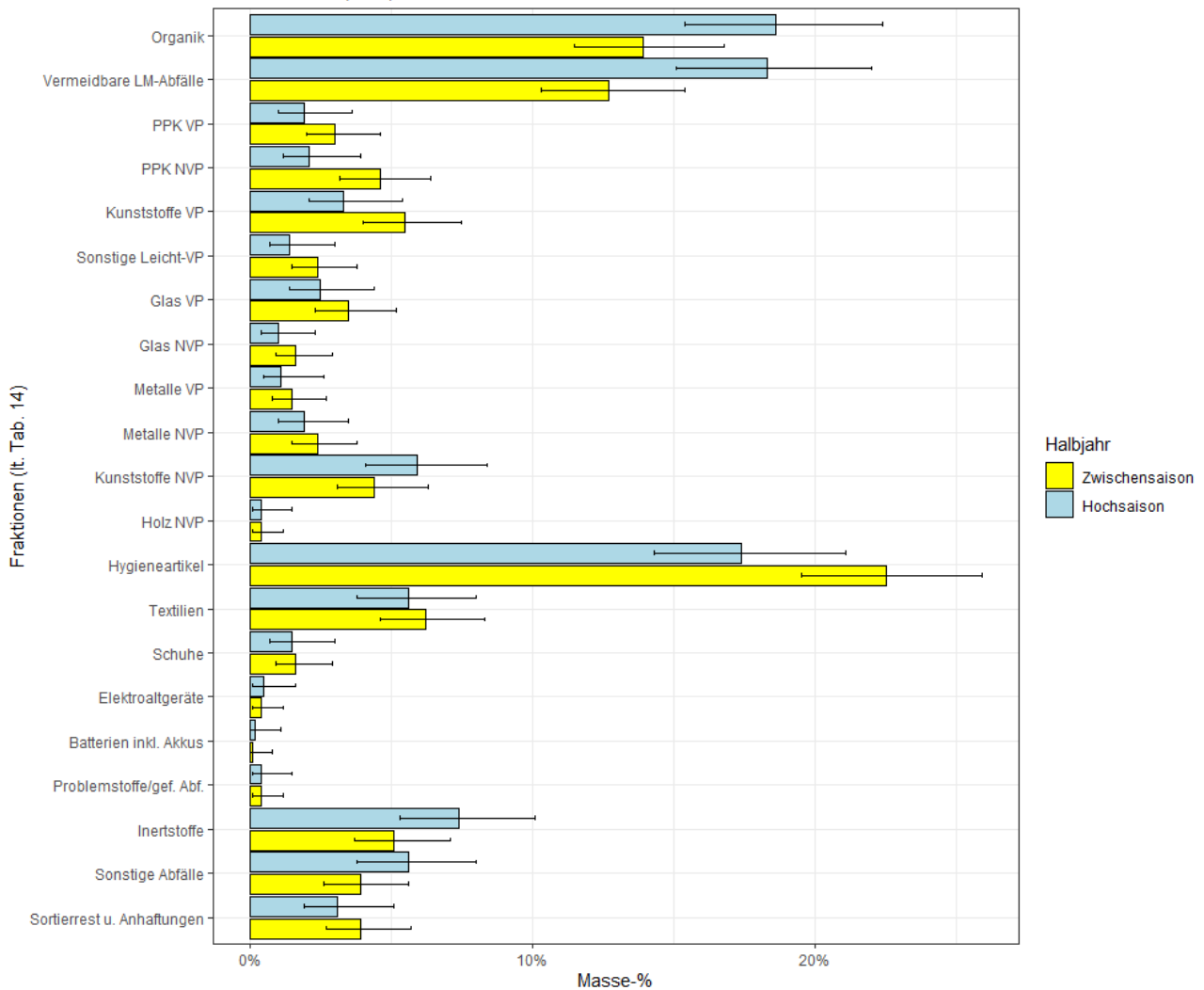
\* Signifikant im 2-Fraktionsfall (binomial) mit  $p < 0,001$

**Restmüll 2018/19 in vorwiegend ländlichen, touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen und Saisonen**  
Fraktionsanteile (netto) und Konfidenzintervalle in Masse-%



**Abbildung 41:** Restmüll in vorwiegend ländlichen, touristischen Gemeinden nach Fraktionsgruppen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

**Restmüll 2018/19 in vorwiegend ländlichen, touristischen Gemeinden nach Fraktionen und Saisonen**  
Fraktionsanteile (netto) und Konfidenzintervalle in Masse-%



**Abbildung 42:** Restmüll in vorwiegend ländlichen, touristischen Gemeinden nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

### 5.3.4 Zusammenfassung zu saisonalen Vergleichen

Die bundesweite Auswertung von saisonalen Unterschieden basiert auf Vergleichen von bundesländerspezifischen Analysen mit jeweils zwei Analysedurchgängen. Bei nicht touristischen Schichten wird nach Halbjahren, bei touristischen nach Saisonen verglichen. Relevant sind hierbei vor allem die Vergleiche innerhalb der regionalen Schichten.

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung im Jahresgang zeigt

- signifikant höhere Fraktionsanteile an biogenen Abfällen im Winterhalbjahr im bundesweiten Vergleich,
- keine bzw. nur geringe Signifikanz nach Halbjahren in nicht touristischen Gemeinden nach Halbjahren, wobei der relevant p-Wert nahe dem Schwellenwert liegt und auf Basis weiterer Faktoren näher analysiert werden sollte,
- signifikante Unterschiede nach touristischen Saisonen bei intermediären und vorwiegend ländlichen Tourismusgemeinden, wobei bei vorwiegend ländlichen Gemeinden das Vertrauensniveau wiederum nahe dem Schwellenwert liegt.

Im Rahmen der Auswertungen ist zu berücksichtigen, dass die Einbeziehung weiterer Faktoren ein klareres Bild liefern wird.

In Hinblick auf künftige Restmüllanalysen kommt der realitätsnahen Bestimmung der Varianz der mittels Restmüllanalysen analysierbaren Fraktionsmassen wie bei der regionalen Betrachtung eine hohe Bedeutung zu. Im Falle der Unterschätzung der Varianz (d.h. die Analyse gibt höhere Genauigkeit vor, als tatsächlich erzielbar ist) ist von deutlichen Unterschieden zwischen Saisonen auszugehen, die in zwei Analysedurchgängen zu beproben wären. Die Anwendung der empirisch ermittelten Varianz nach Fraktionen laut Validierung (Abschnitt 6.1, Langfassung) deutet darauf hin, dass innerhalb aller regionalen Schichten mit Ausnahme der intermediären, touristischen Schicht keine signifikanten saisonalen Unterschiede bestehen.



## 6 Zusammenfassung und Ausblick

### Zielsetzung und Vorgaben für bundesweite Analysen

Kernziel des Vorhabens ist die Bereitstellung fundierter, abfallwirtschaftlicher Grundlagendaten für die Planung zukünftiger Maßnahmen und die Bereitstellung von Grundlagen für die empirische Evaluierung und Weiterentwicklung der Methodik, wobei erstmals bundesweit einheitliche, sozio-ökonomische Faktoren als auch der Einfluss von Anhaftungen auf Verpackungsmaterialien (Brutto-/ Nettoverpackungsanteile) bei der Auswertung der Analyseergebnisse berücksichtigt werden.

Ziele des Vorhabens sind

- die Ermittlung der bundesweiten Restmüllzusammensetzung auf Basis der
  - einheitlichen sozio-ökonomischen Schichtungskriterien auf Bundesebene,
  - der Ermittlung der Fraktionsanteile inklusive bzw. exklusive Anhaftung an Verpackungsmaterial für auszuweisende Brutto- bzw. Nettofraktionsmassen und
  - die Ermittlung der Konfidenzintervalle auf Basis der Stückgewichtsanalysen,
- die Ermittlung signifikanter Effekte auf Fraktionsanteile auf Basis von
  - regionalen Vergleichen nach sozio-ökonomischen Schichten unter Berücksichtigung der Tourismusintensität und
  - saisonalen Vergleichen nach Halbjahren sowie Tourismussaisonen,
- der methodische Vergleich von bundesländerspezifischen Restmüllanalysen in Hinblick auf mögliche Adaptierungen bzw. Verbesserungen der Vorgaben,
- die Bereitstellung von Grundlagen für die Evaluierung der Richtlinien mittels
  - Validierung des statistischen Konzepts und
  - Evaluierung der abfallwirtschaftlichen Vorgaben unter Einbeziehung der Stakeholder, wie v.a. Vertreter\*innen von Ländern und Technischen Büros.

Vorgaben für die bundesweit durchgeführten Restmüllanalysen beinhalten

- die Rahmenbedingungen für einheitliche Restmüllanalysen (in der Folge ‚Rahmenbedingungen‘),
- den Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen (in der Folge ‚Leitfaden‘), und
- die Richtlinien für die statistische Auswertung von Sortieranalysen und Stückgewichtsanalysen (in der Folge ‚Statistische Richtlinien‘).

### Datengrundlage

Die Restmüllanalysen wurden gemäß Zeitplan im Zeitraum März 2018 bis Juni 2019 durchgeführt (Tabelle 4). Die Eckdaten nach Bundesländern in Tabelle 5 zeigen Probemassen im Bereich von 2,4 bis 11,4 Tonnen mit 137 bis 502 Einzelproben bei Sortieranalysen. Stückgewichtsanalysen umfassen jeweils zwischen 106 und 318 Kilogramm Bruttoanalysemasse. Der Gesamtumfang auf Bundesebene umfasst 48,6 bzw. 1,4 Tonnen Probemasse für Sortier- bzw. Stückgewichtsanalysen.

Tabelle 36: Eckdaten zu Restmüllsortieranaysen 2018/19 nach Bundesländern

BUNDESLAND	EINWOHNER*INNEN (2018) (STATISTIK AUSTRIA, 2020)	GRUND- GESAMTHEIT (2018) [TONNEN PRO JAHR] (BMK, 2020)	PROBEMASSE SORTIER- ANALYSEN [KG]	PROBEN- ANZAHL SORTI- ERUNG	PROBEMASSE STÜCKGEWICHTE BRUTTO [KG]
Burgenland	292 980	37 208	2414 <sup>1</sup>	137 <sup>2</sup>	118
Kärnten	561 450	99 376	3221	210	115
Niederösterreich	1 670 930	232 259	8422	502	205
Oberösterreich	1 479 000	171 564	11390	496	318
Salzburg	552 990	92 903	6961	319	149
Steiermark	1 244 570	163 039	4660	286	117
Tirol	753 410	100 203	5765	380	106
Vorarlberg	392 790	28 281	3230 <sup>3</sup>	198	111
Wien	1 893 460	533 955	2500	158	117
<b>ÖSTERREICH<sup>4</sup></b>	<b>8 841 140</b>	<b>1 458 788</b>	<b>48563</b>	<b>2686</b>	<b>1355</b>

<sup>1</sup> Exkl. 480 kg aus Windeltonnen

<sup>2</sup> Exkl. 12 Windeltonnen

<sup>3</sup> Inkl. Zusatzanalysen

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Grundgesamtheit auf Basis der aktualisierten sozio-ökonomischen Klassifikation der Gemeinden mit Bezugsjahr 2016.

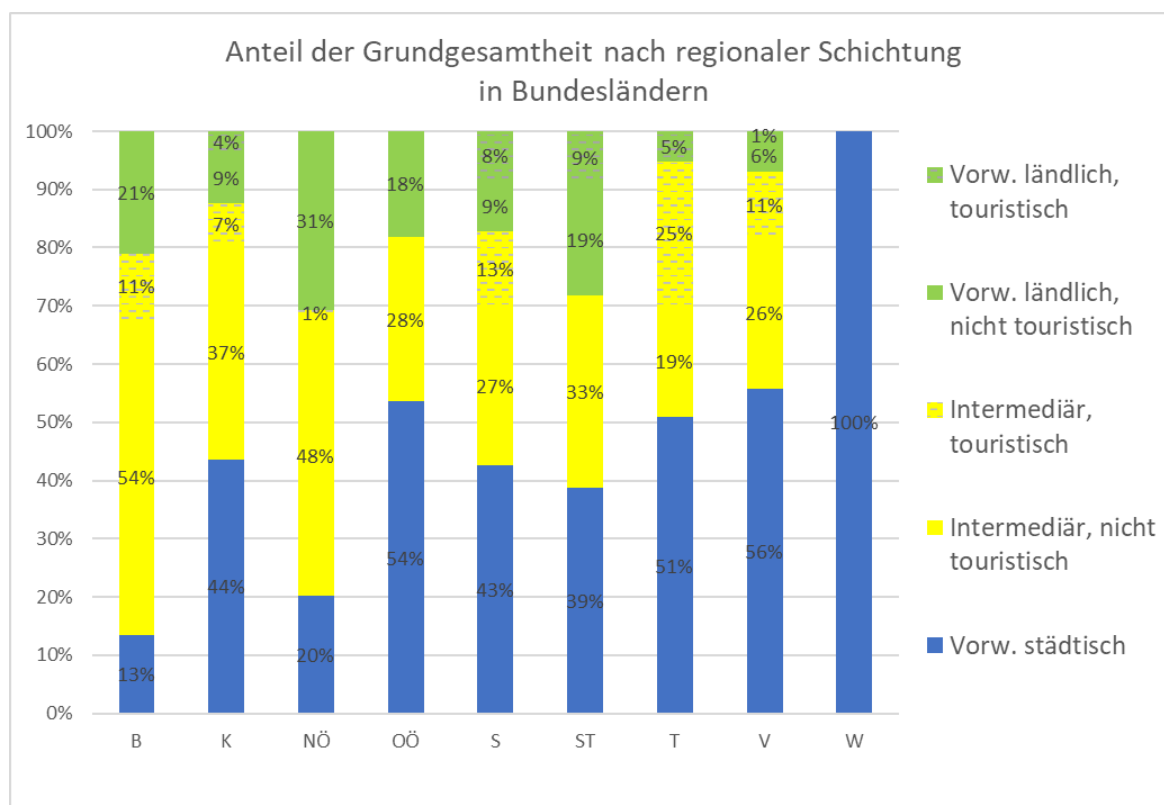


Abbildung 43: Verteilung der Grundgesamtheit nach regionaler Schichtung auf Gemeindeebene in Bundesländern (Bezugsjahr 2016)

## Bundesweite Ergebnisse

Abbildung 44 und Abbildung 45 zeigen die Restmüllzusammensetzung in Österreich als Nettomengen exklusive Anhaftungen. Bedeutendste Fraktionsgruppen sind vorwiegend nicht stofflich verwertbare Abfälle, biogene Abfälle sowie Verpackungen. Auf Ebene der Fraktionen sind die beiden biogenen Fraktionen Organik sowie vermeidbare Lebensmittel, Hygieneartikel und Inertstoffe mengenrelevant.

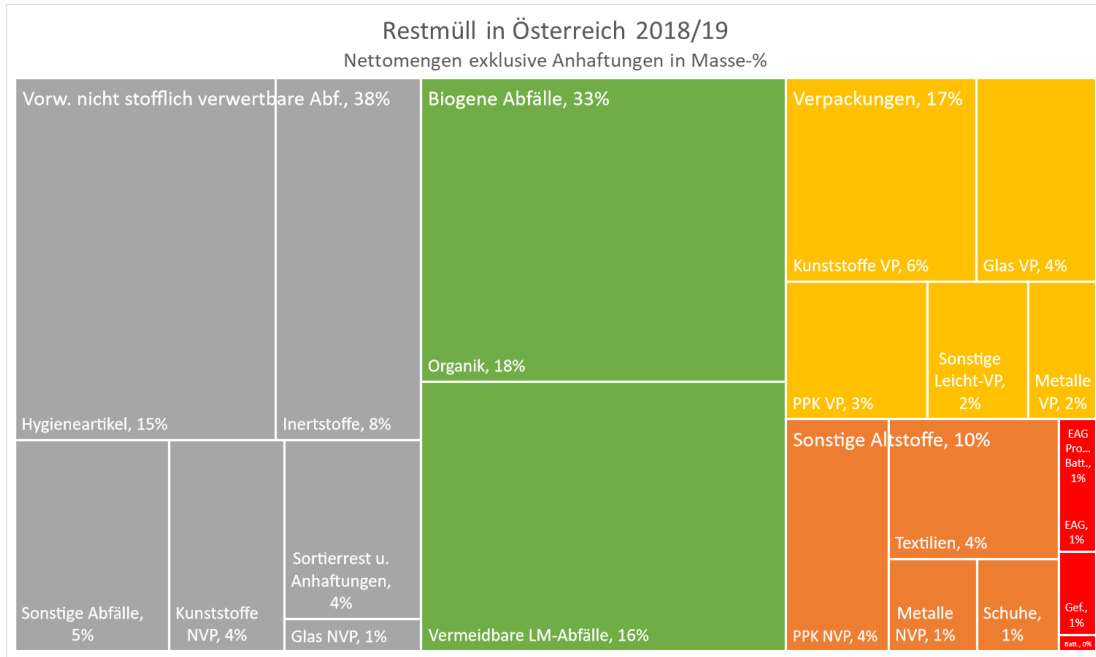


Abbildung 44: Restmüll-Zusammensetzung in Österreich 2018/19 - Nettozusammensetzung in Masse-%

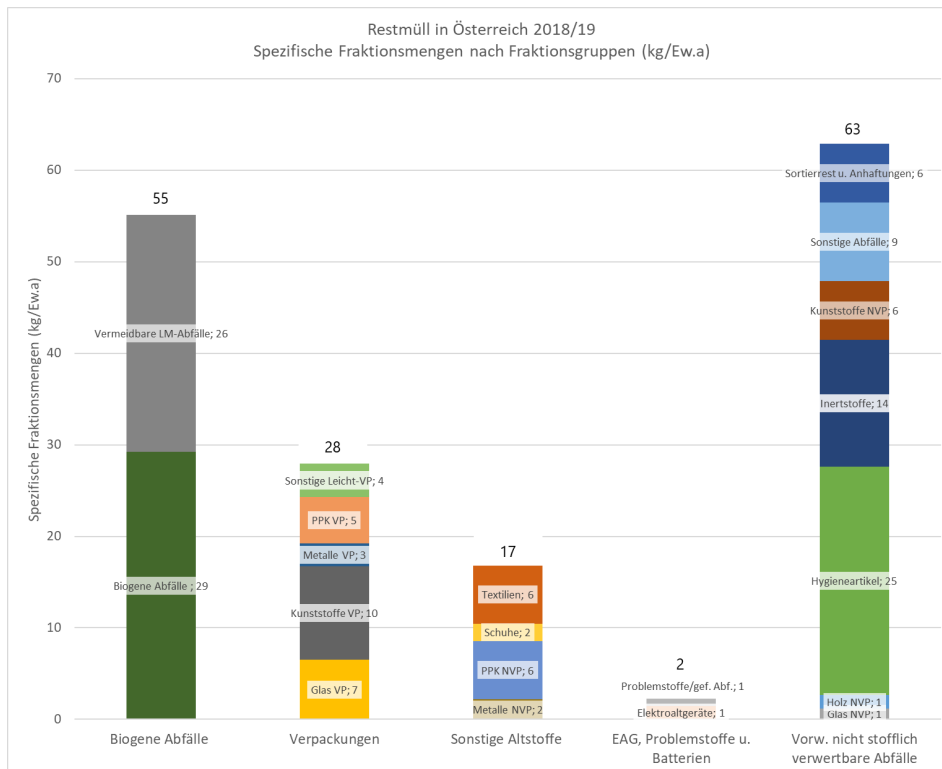


Abbildung 45: Restmüll-Zusammensetzung in Österreich 2018/19 – Spezifische Fraktionsmengen nach Fraktionsgruppen (kg/Ew.a)

## Vergleich regionaler Schichten

Die bundesweite Auswertung basiert auf der regionalen Schichtung nach sozio-ökonomischer Stadt-Land-Charakteristik und nach Tourismuseinfluss. Die Klassifikation beruht auf einem Set von Indikatoren, die von Statistik Austria regelmäßig erhoben werden und mittels Formel in einen Schichtungsfaktor einfließen.

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung nach Schichten in Abbildung 46 zeigt

- signifikante Unterschiede der Fraktionsanteile zwischen allen bzw. allen nicht-touristischen Schichten,
- geringe Unterschiede zwischen den beiden touristischen Schichten,
- eine Staffelung der Anteile von biogenen Abfällen und Verpackungsabfällen in nicht-touristischen Schichten mit höheren Anteilen in städtischen Schichten und
- signifikante Unterschiede zwischen vergleichbaren Schichten in unterschiedlichen Bundesländern auf Basis der zu verwendenden statistischen Methodik.

Die Beurteilung von bestehenden Klassifikationen für die regionale Schichtung zeigt, dass

- die dreistufige Klassifikation nach Stadt-Land-Unterschieden mit Berücksichtigung der Tourismusregionen die Schichtung unterstützt, da signifikante Unterschiede zwischen den Klassen bestehen und dabei die Unterschiede innerhalb der Gruppen deutlich verringert werden,
- Unterschiede zwischen touristischen und nicht-touristischen Gemeinden mit ansonsten ähnlicher sozio-ökonomischer Charakteristik bezüglich Restmüllzusammensetzung und spezifischen Fraktionsmassen signifikant unterschiedlich sind und
- eine feinere Klassifikation nach fünf sozio-ökonomischen Klassen ohne Berücksichtigung von Tourismus keine Verbesserung bringt.

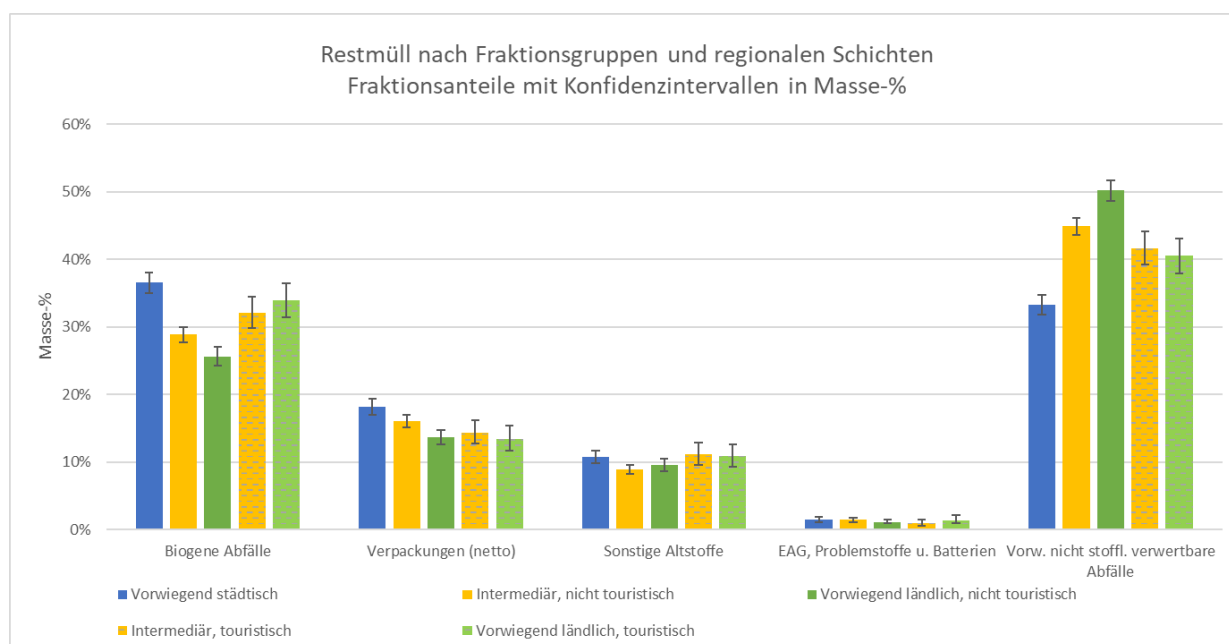


Abbildung 46: Restmüll in Österreich 2018/19 nach regionaler Schichtung und Fraktionsgruppen – Fraktionsanteile und Konfidenzintervalle in Masse-%

Trotz Eignung der bestehenden Klassifikation ist nicht auszuschließen, dass bei Berücksichtigung weiterer Faktoren eine Adaptierung der Klassengrenzen (anhand des metrischen Schichtungsfaktors) eine Verbesserung bringt.

In Hinblick auf künftige Restmüllanalysen kommt der realitätsnahen Bestimmung der Varianz der mittels Restmüllanalysen analysierbaren Fraktionsmassen eine hohe Bedeutung zu. Im Falle der Unterschätzung der Varianz (das heißt die Analyse gibt höhere Genauigkeit vor, als tatsächlich erzielbar ist) ist von einer hohen Anzahl von (bzgl. Restmüllzusammensetzung) unterschiedlichen Regionen auszugehen, die separat zu beproben wären und in jeder Teilregion eine ähnliche Probemasse erfordern. Besteht eine Ähnlichkeit bestimmter Regionen, ist eine Vergrößerung der Grundgesamtheit (z.B. vergleichbare regionale Strukturen mehrerer Länder) und somit Reduktion der Probemasse möglich, wobei bei gleichbleibender Gesamtprobemasse weitere, abfallwirtschaftliche Faktoren gezielt untersucht werden können. Die Anwendung der empirisch ermittelten Varianz nach Fraktionen laut Validierung (Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Langfassung) deutet darauf hin, dass die innerhalb der regionalen Schichten nur geringe Unterschiede bestehen.

## Saisonaler Vergleich

Die Auswertung von saisonalen Unterschieden auf Basis des Probenahmedatums der Einzelproben erfolgt mit

- bundesweiten Vergleich nach Halbjahren, wobei nur jene Landesanalysen berücksichtigt werden, die Analysen in beiden Halbjahren beinhalten,
- Vergleiche innerhalb von nicht-touristischen Schichten nach Halbjahren,
- Vergleiche von touristischen Schichten nach touristischer Saison, wobei zwischen der Hochsaison, die für alle verfügbaren Analysedaten mit der Wintersaison (Februar bis März) zusammenfällt, und der Zwischensaison im Mai, Juni bzw. November unterschieden wird.

Für alle Vergleiche gilt, dass nur jene Analysen mit verfügbaren Daten berücksichtigt werden, die beide zu vergleichende Jahreszeiten beinhalten. Werden alle Länder mit verfügbaren Daten, also auch jene mit nur einem Analysedurchgang (z.B. Wien) berücksichtigt, käme es zu einer Verzerrung bzw. Überlagerung der Unterschiede, die zwischen Ländern bestehen. Auch wenn in Wien ein Jahresgang auf Basis vorheriger Analysen auszuschließen ist, würde das Inkludieren der Wiener Analyse aufgrund der hohen Gewichtung auf Basis des Anteils an der Grundgesamtheit zwingend verzerren und somit die Aussagekraft der Ergebnisse in Frage stellen.

Der bundesweite Vergleich ist nur als unverbindliche, erste Orientierung anzusehen, da die regionalen Schichten davon abweichende Tendenzen bei saisonalen Unterschieden aufweisen können. Es ist zu beachten, dass Vergleiche innerhalb der regionalen Schichten deutlich höhere Aussagekraft haben.

Der Vergleich der Restmüllzusammensetzung im Jahresgang zeigt

- signifikant höhere Fraktionsanteile an biogenen Abfällen im Winterhalbjahr im bundesweiten Vergleich,
- keine bzw. nur geringe Signifikanz nach Halbjahren in nicht touristischen Gemeinden nach Halbjahren, wobei der relevant p-Wert nahe dem Schwellenwert liegt und auf Basis weiterer Faktoren näher analysiert werden sollte,

- signifikante Unterschiede nach touristischen Saisonen bei intermediären und vorwiegend ländlichen Tourismusgemeinden, wobei bei vorwiegend ländlichen Gemeinden das Vertrauensniveau wiederum nahe dem Schwellenwert liegt.

Im Rahmen der Auswertungen ist zu berücksichtigen, dass die Einbeziehung weiterer Faktoren ein klareres Bild liefern wird.

Exemplarisch ist der saisonale Vergleich der mengenrelevantesten vorwiegend städtischen Schicht in Abbildung 47 dargestellt.

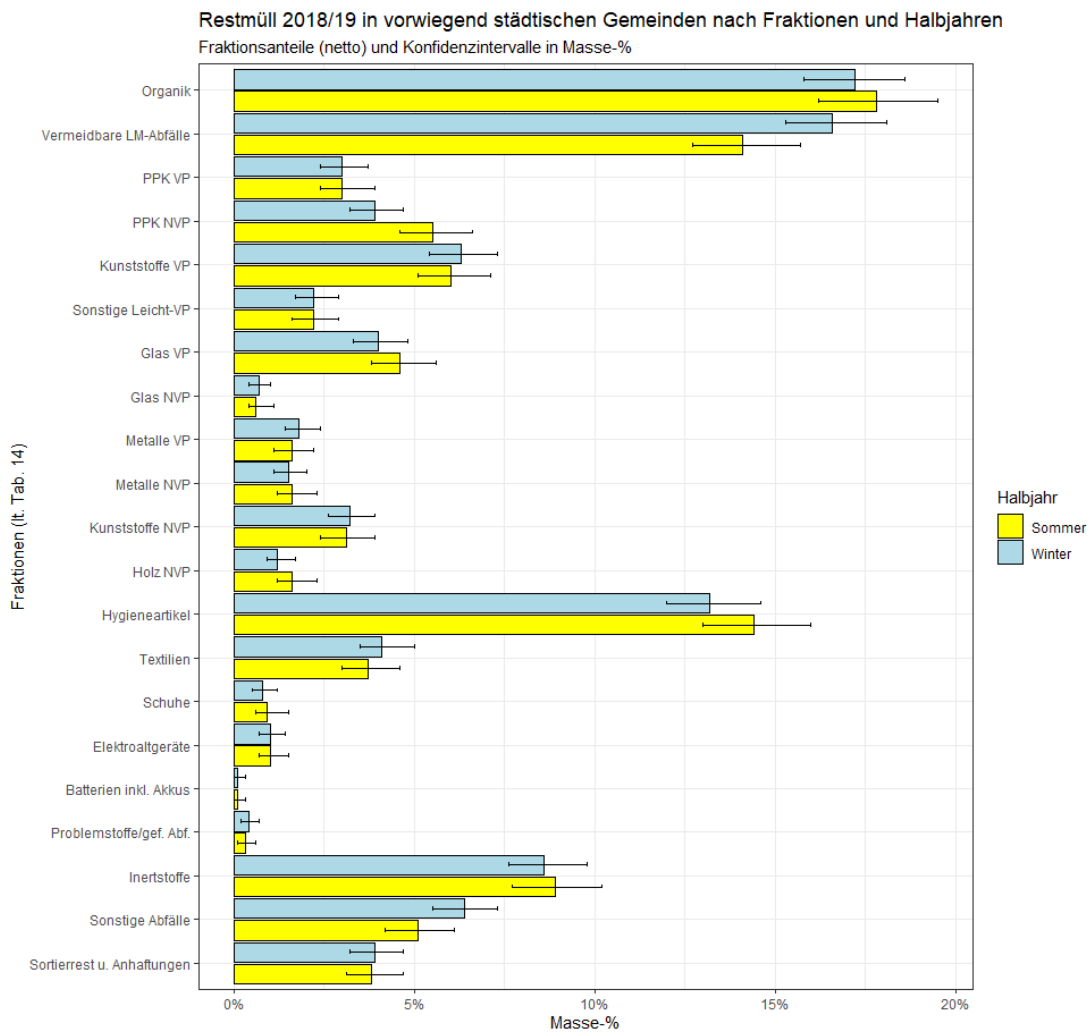


Abbildung 47: Restmüll in vorwiegend städtischen Gemeinden nach Fraktionen (netto) und Halbjahren in Masse-% inkl. 95%-Konfidenzintervallen

In Hinblick auf künftige Restmüllanalysen kommt der realitätsnahen Bestimmung der Varianz der mittels Restmüllanalysen analysierbaren Fraktionsmassen wie bei der regionalen Betrachtung eine hohe Bedeutung zu. Im Falle der Unterschätzung der Varianz (d.h. die Analyse gibt höhere Genauigkeit vor, als tatsächlich erzielbar ist) ist von deutlichen Unterschieden zwischen Saisonen auszugehen, die in zwei Analysedurchgängen zu beproben wären. Die Anwendung der empirisch ermittelten Varianz nach Fraktionen laut Validierung (Abschnitt 6.1, Langfassung) deutet darauf hin, dass innerhalb aller regionalen Schichten mit Ausnahme der intermediären, touristischen Schicht keine signifikanten saisonalen Unterschiede bestehen.

## 7 Referenzen

- ARGE FHA / TB Hauer (2019) Endbericht zur Bestimmung der Netto-Massen an Packstoffen des Sammelmaterials Restmüll im Zuge der NÖ-Restmüllanalysen im Herbst 2018 und Frühjahr 2019 im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus. Eigenverlag.
- Beigl, P.; Happenhofer, A., Salhofer, S. (2017) Technische Anleitung für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen. Wien, Juni 2017.
- Beigl, P.; Happenhofer, A., Allesch, A. (2019) Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Altpapiersortieranalysen. Im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft ARGE Österreichischer Abfallwirtschaftsverbände, Österreichischer Städtebund, Altstoff Recycling Austria Aktiengesellschaft (ARA AG), Bonus Holsystem für Verpackungen GmbH & Co. KG, good waste austria GmbH, European Recycling Platform (ERP) Austria GmbH, INTERSEROH Austria GmbH, Reclay UFH GmbHWien, Juni 2019.
- BMK Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2020. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien, Abteilung V/3: Abfallwirtschaftsplanung, Abfallbehandlung und Altlastensanierung
- EC - European Commission (2004): Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool). Development of Methodological Tool to Enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data. Eigenverlag. (verfügbar unter: [http://www.wastesolutions.org/fileadmin/user\\_upload/wastesolutions/SWA\\_Tool\\_User\\_Version\\_May\\_2004.pdf](http://www.wastesolutions.org/fileadmin/user_upload/wastesolutions/SWA_Tool_User_Version_May_2004.pdf))
- Felsenstein, K.; Spangl, B. (2017) Richtlinien für die statistische Auswertung von Sortieranalysen und Stückgewichtsanalysen. Wien, Oktober 2017.
- Happenhofer, A., Beigl, P. (2019) Standardization of residual waste sorting analyses – potentials and limitations in an international comparison. In: Cossu, R; He, P; Kjeldsen, P; Matsufuji, Y; Stegmann, R (Eds.), Sardinia 2019 - 17th International Waste Management and Landfill Symposium, Full paper on USB. ISBN 978-88-6265-0144/ISSN 2282-0027.; ISBN: 978-88-6265-0144
- Hauer, W., Merstallinger, M., Allesch, A., Beigl, P., Happenhofer, A., Huber-Humer, M., Obersteiner, G., Wellacher, M. (2020) Möglichkeiten der EU-Vorgaben betreffend Getränkegebinde, Pfandsysteme und Mehrweg. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien, Januar 2020.
- Hietler, P; Pladerer, C.; Fritz, G.; Beigl, P. (2019a): Endbericht Restabfallanalyse Oberösterreich 2018/2019. Studie im Auftrag des Oberösterreichischer Landesabfallverband.
- Hietler, P; Pladerer, C.; Fritz, G.; Beigl, P. (2019b) Endbericht Restabfallanalyse Salzburg 2019. Studie im Auftrag des Landes Salzburg, Abteilung 5 – Natur-und Umweltschutz Gewerbe.
- Österreichisches Normungsinstitut (2005): ÖNORM S 2097 „Sortieranalyse von Abfällen“ – Teil 1 bis 4. Eigenverlag.

Österreichisches Normungsinstitut (2011): ÖNORM S 2097 „Sortieranalyse von Abfällen“ – Teil 4. Eigenverlag.

Technischen Arbeitsgruppe Sortieranalysen (2017) Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, September 2017.