

SPERRABFALLANALYSE OBERÖSTERREICH 2024

Endbericht

im Auftrag des

Oberösterreichischen Landesabfallverbands

*Christian Pladerer, Peter Beigl, Gerhard Fritz, Victoria Menedetter,
Benedikt Vay, Kevin Kaltenbrunner*

Arbeitsgemeinschaft

pulswerk GmbH,

***BOKU University - Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft (ABF-BOKU),
FHA - Gesellschaft für chemisch-technische Analytik GmbH***

Wien, Februar 2025

Auftraggeber*in:

Oberösterreichischer Landesabfallverband

GF Dipl.-Ing. Thomas Anderer
Johannes Offenthaler, MSc, MLBT
Schubertstraße 4/2
4020 Linz

**mit Unterstützung des**

*Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung
Abteilung Umweltschutz*

Dipl.-Ing. Markus Altenhofer

Kärntner Straße 10-12
4021 Linz

**Auftragnehmer*innen:***Projektleitung und Sortieranalysen*

pulswerk GmbH

Seidengasse 13/3

A-1070 Wien

office@pulswerk.at

Tel: +43 1 523 61 05-0

Sortieranalysen

FHA - Gesellschaft für chemisch-technische Analytik GmbH

Hießgasse 4/3

A- 1030 Wien

fha@analytik.at

+43 (1) 512 52 49-0

Auswertung und Sortieranalysen

BOKU University - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Muthgasse 107/III

A-1190 Wien

peter.beigl@boku.ac.at

+43 1 47654 81314

Inhaltsverzeichnis

1	AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG.....	1
2	VORUNTERSUCHUNG	2
2.1	UNTERSUCHUNGSDESIGN	2
2.2	UNTERSUCHUNGSGEBIET UND GRUNDGESAMTHEIT	3
2.3	DATENGRUNDLAGEN	3
2.4	ABFALLWIRTSCHAFTLICHES MENGengerüst UND INFRASTRUKTUR.....	3
2.5	SCHICHTUNG UND UNTERTEILUNG DER GRUNDGESAMTHEIT	7
3	PROBENAHPMEPLANUNG	8
3.1	STICHPROBENPLAN	8
3.1.1	<i>Ermittlung der erforderlichen Probemasse</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Festlegung der Fraktionsliste.....</i>	<i>9</i>
3.1.3	<i>Geschichtete Zufallsauswahl der zu ziehenden Einzelproben.....</i>	<i>10</i>
3.2	PROBENAHPMEPLAN UND OPERATIVE PLANUNG	12
4	DURCHFÜHRUNG	14
4.1	PROBENAHPME UND DOKUMENTATION.....	14
4.2	SORTIERUNG UND DOKUMENTATION DER EINZELSTICHPROBEN.....	15
5	ERGEBNISAUSWERTUNG.....	27
5.1	DATENGRUNDLAGEN UND METHODIK	27
5.2	KLASSIFIKATION DER SPERRABFALLFRAKTIONEN.....	28
6	HOCHGERECHNETE FRAKTIONSANTEILE UND -MASSEN IN OBERÖSTERREICH 2024	29
6.1	ERGEBNISSE AUF LANDESEBENE	29
6.1.1	<i>Zusammensetzung und spezifisches Aufkommen</i>	<i>29</i>
6.1.2	<i>Vergleich mit der Analyse 2009.....</i>	<i>31</i>
6.2	STRUKTURELLER VERGLEICH NACH STADT-LAND-UNTERTEILUNG	32
6.2.1	<i>Zusammensetzung und spezifisches Aufkommen</i>	<i>32</i>
6.2.2	<i>Vergleich mit der Analyse 2009.....</i>	<i>35</i>
6.3	GETRENNTERFASSUNG VON SPERRIGEN ABFÄLLEN AN ALTSTOFFSAMMELZENTREN	38
6.3.1	<i>Anzahl getrennt erfasster sperriger Abfälle</i>	<i>39</i>
6.3.2	<i>Getrennterfassungsquote von sperrigen Abfällen.....</i>	<i>40</i>
6.3.3	<i>Getrennterfassung von EBS-Fraktionen</i>	<i>42</i>
6.3.4	<i>Getrennterfassung von Hartkunststoffen.....</i>	<i>45</i>
6.4	SPERRABFALLZUSAMMENSETZUNG NACH CONTAINERTYP	46
6.5	ERLAUBTE ERFASSUNG VON RESTMÜLL ALS SPERRABFALL	47
6.6	BEZIRKSVERGLEICH	48

7	RECHNERISCHE ERMITTLUNG DES MITTLEREN HEIZWERTES SOWIE DESSEN BANDBREITE VOM SPERRABFALL	49
7.1	ZIELSETZUNG UND GRUNDLAGE	49
7.2	FRAKTIONSSPEZIFISCHE HEIZWERTPARAMETER AUF BASIS DER LITERATUR	49
7.3	GEWÄHLTE, FRAKTIONSSPEZIFISCHE HEIZWERTPARAMETER.....	54
7.4	HEIZWERTE UND HEIZWERTBANDBREITEN AUF LANDESEBENE	55
7.5	HEIZWERTE UND HEIZWERTBANDBREITEN NACH TEILNEHMENDEN BEZIRKEN	56
8	SCHLUSSFOLGERUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	58
9	ANNEX	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sperrabfallaufkommen in Oberösterreich 2022 nach Sammelschienen.....	5
Abbildung 2: Sperrabfallpotenzial 2022 nach Abfallart und Erfassung	6
Abbildung 3: Sperrabfallpotenzial 2022 nach Abfallarten, Sammelschienen und Bezirken	6
Abbildung 4: Verteilung der zu ziehenden Einzelproben nach oberösterreichischen Bezirken	11
Abbildung 5: Untersuchungsgebiet mit teilnehmenden Verbänden und per Zufallsauswahl gezogenen Gemeinden mit ASZ an der Oberösterreichischen Sperrabfallanalyse 2024 (Quelle: OÖ Landesabfallverband)	11
Abbildung 6: Endfassung Probenahmeplan Sperrabfallanalyse OÖ 2024.....	13
Abbildung 7: Beispiele Kennzeichnung und Wiegeschein der Einzelstichproben	14
Abbildung 8: Sortierablauf: Entleerung der Einzelstichprobe (1), entleerte Probe (2), Sortierung sperriger Teile (3), manuell sortierte Fraktionen (4)	16
Abbildung 9: Teilprobenziehung mittels Radlader.....	25
Abbildung 10: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 (in Masse-%).....	29
Abbildung 11: Spezifische Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 in kg pro EW und Jahr	30
Abbildung 12: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2009 und 2024 (in Masse-%).....	31
Abbildung 13: Repräsentativität nach Stadt-Land-Unterteilung	32
Abbildung 14: Spezifisches Aufkommen von getrennt und gemischt erfassten Sperrabfällen nach Stadt-Land-Unterscheidung	33
Abbildung 15: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Stadt-Land-Unterteilung (in Masse-%).....	34
Abbildung 16: Spezifische Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Stadt-Land-Unterteilung in kg pro EW und Jahr	35
Abbildung 17: Sperrabfallzusammensetzung in Bezirksabfallverbänden 2009 und nicht-städtischen Gemeinden 2024 (in Masse-%)	36
Abbildung 18: Sperrabfallzusammensetzung in oberösterreichischen Städten 2009 und 2024 (in Masse-%).....	37
Abbildung 19: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Anzahl getrennt erfasster, sperriger Abfälle (in Masse-%)	39
Abbildung 20: Spezifisches Sperrabfallaufkommen nach Getrennterfassungsquote und gemischt und getrennt erfassten sperrigen Abfällen in kg/(Ew.a).....	40
Abbildung 21: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Getrennterfassungsquote (3 Klassen) (in Masse-%)	41
Abbildung 22: Repräsentativität nach Getrennterfassung von EBS-Fraktionen.....	42
Abbildung 23: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Erfassung von EBS-Fraktionen (in Masse-%)	43
Abbildung 24: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 von EBS-Fraktionen nach Getrennterfassung von EBS-Fraktionen (in Masse-%)	44
Abbildung 25: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Erfassung von Hartkunststoffen (in Masse- %).....	45
Abbildung 26: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Containertyp (in Masse-%)	46
Abbildung 27: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach erlaubter Erfassung von Restmüll als Sperrabfall (in Masse-%)	47
Abbildung 28: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach teilnehmenden Bezirken auf Basis der entnommenen Einzelstichproben (in Masse-%)	48
Abbildung 29: Verteilung des unteren Heizwerts nach sperrigen Abfallfraktionen als hochgerechnete Anteile des Sperrabfallaufkommens Oberösterreich 2024	55

Abbildung 30: Hochgerechnetes Sperrabfallaufkommen und unterer Heizwert in Oberösterreich 2024 unter Berücksichtigung der fraktionsspezifischen Heizwertbandbreite	56
Abbildung 31: Aufkommen und Heizwert von Sperrabfall - Anteile nach teilnehmenden Bezirken: Liegt der Aufkommensanteil über dem Heizwertanteil, werden weniger heizwertreiche Fraktionen im Sperrabfall erfasst.....	57
Abbildung 32: Mittlerer, unterer Heizwert nach teilnehmenden Bezirken auf Basis der entnommenen Einzelstichproben mit erreichbarem Bereich im Falle der Abschöpfung der EBS-Fraktion (GJ/t)	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Sammelmengen nach Verbänden 2022 in Tonnen (Quelle: OÖ Landesabfallverband)	4
Tabelle 2: Festgelegte Fraktionsliste	9
Tabelle 3: Fraktionsliste inkl. Beispielbilder der Sortierung.....	17
Tabelle 4: Quellen für ermittelte Heizwerte und Elementarzusammensetzung bezüglich sperrabfallrelevanter Materialien ..	50
Tabelle 5: Heizwerte, Wasserstoffgehalt und Wassergehalt für relevanten Materialien nach Quellen mit Relevanz für Sperrabfall, Restmüll und Altmetalle	51
Tabelle 6: Heizwerte, Wasserstoffgehalt und Wassergehalt für relevanten Materialien nach Quellen mit Relevanz für Altholz, EBS-Fraktionen und Bauschutt	52
Tabelle 7: Heizwerte, Wasserstoffgehalt und Wassergehalt für relevanten Materialien nach Quellen mit Relevanz für sonstige Fraktionen im Sperrabfall.....	52
Tabelle 8: Gewählte fraktionsspezifische untere Heizwerte inklusive Schwankungsbreite in MJ/kg	54
Tabelle 9: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 (in Masse-%) mit Konfidenzintervall auf 95%-Vertrauensniveau	59
Tabelle 10: Spezifische Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 in kg pro EW und Jahr	60
Tabelle 11: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2009 und 2024 (in Masse-%).....	61
Tabelle 12: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Stadt-Land-Unterteilung (in Masse-%).....	62
Tabelle 13: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Anzahl getrennt erfasster, sperriger Abfälle (in Masse-%).....	63
Tabelle 14: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Anzahl getrennt erfasster, sperriger Abfälle (in Masse-%) (Fortsetzung)	64
Tabelle 15: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Getrennterfassungsquote (3 Klassen) (in Masse-%)	65
Tabelle 16: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Getrennterfassungsquote (3 Klassen) (in Masse-%) (Fortsetzung).....	66
Tabelle 17: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Erfassung von EBS-Fraktionen (in Masse-%)	67
Tabelle 18: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Erfassung von Hartkunststoffen (in Masse-%)	68
Tabelle 19: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Containertyp (in Masse-%).....	69
Tabelle 20: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach erlaubter Erfassung von Restmüll als Sperrabfall (in Masse-%)	70
Tabelle 21: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach teilnehmenden Bezirken auf Basis eigener Einzelproben (in Masse-%) (Teil 1 von 2).....	71
Tabelle 22: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach teilnehmenden Bezirken auf Basis eigener Einzelproben (in Masse-%) (Teil 2 von 2).....	72
Tabelle 23: Mittlere, untere Heizwerte und Anteile nach Fraktionsmasse und Heizwert nach teilnehmenden Bezirken.....	73

1 Ausgangssituation und Zielsetzung

In Oberösterreich wurde eine umfassende Sortieranalyse der sperrigen Abfälle zuletzt im Jahr 2009 durchgeführt. Die Menge an sperrigen Abfällen, die in ländlichen Regionen vorwiegend über die Altstoffsammelzentren (ASZ) und im städtischen Bereich durch Abholungen beim Haushalt gesammelt wird, konnte von rd. 28 kg/EW.a im Jahr 2009 auf rd. 20,8 kg/EW.a im Jahr 2022 reduziert werden. In der kommunalen Sperrabfallsammlung werden viele Fraktionen zur Verwertung bereits gesondert erfasst, dennoch ist zu vermuten, dass sich noch ein erhebliches Potential an verwertbaren Fraktionen im Sperrabfall befindet.

Um weitere Maßnahmen zur verbesserten Trennung und Verwertung sperriger Abfälle im Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft vornehmen zu können, ist die Kenntnis über die aktuelle Zusammensetzung der Sperrabfälle von Bedeutung.

Die oberösterreichische Sperrabfallanalyse 2024 soll die Zusammensetzung des oberösterreichischen Sperrabfalls hinsichtlich verwertbarer Fraktionen auf Landesebene repräsentativ abbilden. Die Analyse soll gemischt erfasste, sperrige Abfälle (nachfolgend ‚Sperrabfall‘) aus Altstoffsammelzentren (ASZ) umfassen, wobei anhand des zur Verfügung gestellten wissenschaftlich fundierten Probenahmeplans geschichtet 44 Einzelstichproben, in Summe rd. 108 Tonnen Probemasse, zu sortieren sind.

Das Konsortium von pulswerk GmbH, FHA - Gesellschaft für chemisch-technische Analytik GmbH und Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien (ABF-BOKU) wurde vom Oberösterreichischen Landesabfallverband beauftragt, die Sperrabfallanalysen im Bundesland Oberösterreich 2024 durchzuführen und auszuwerten.

Kernziele und Arbeitsschritte des Vorhabens umfassen

1. die **Sortierung** (inkl. Teilprobenziehung) von 44 Einzelstichproben mit einem mittleren Gewicht von rd. 2,4 Tonnen (in Summe rd. 108 Tonnen Probemasse) aus ASZ Großraumcontainern und Presscontainern, die vom Auftraggeber an eine geeignete Sortierstelle angeliefert werden und gemäß dem vorgegebenen Sortierkatalog (17 Sortierfraktionen) vom Auftragnehmer zu sortieren sind,
2. die **Dokumentation** (inkl. Fotodokumentation) und Auswertung der Sortiierungsergebnisse in elektronischer Form je Einzelstichprobe,
3. die **Ergebnisdarstellung** inkl. schriftlichem Abschlussbericht zur oberösterreichischen Sperrabfallzusammensetzung unter Berücksichtigung der Schichtungsfaktoren und zu beantwortender Untersuchungsfragen sowie aufzeigen möglicher Verwertungswege geeigneter Fraktionen allenfalls nach einfachen Aufbereitungsschritten, und
4. die rechnerische **Ermittlung des mittleren Heizwertes** sowie der Bandbreite des Heizwertes vom Sperrabfall auf Grundlage der landesweiten Sortiierungsergebnisse.

2 Voruntersuchung

2.1 Untersuchungsdesign

Ziel der **Voruntersuchung** ist es, **mögliche Einflussfaktoren für einen hohen Erfassungsgrad** bei den verfügbaren Sammelmengen und Sammelssystemen bestmöglich abzuschätzen, was für folgende Aspekte essenziell ist:

- **Effizientere Schichtung ermöglicht geringere Probemasse**, somit höhere Aussagekraft
- **Bestmögliche Untersuchung der Daten zu Sammelmengen** der gemischt und getrennt erfassten, sperrigen Abfällen
- Identifizierung von **möglichen Einflussfaktoren auf Getrennterfassung sowie Erfassungsgrad**

Die Beurteilung erfolgt in erster Linie anhand der **Getrennterfassungsquote** als Anteil der getrennt erfassten vorwiegend sperrigen Abfälle an allen sperrigen Abfällen. Damit wird die Summe aller sperrigen Abfälle als (theoretische) Obergrenze des Getrennterfassungspotenzial angenommen. Hier ist allerdings zu beachten, dass **die Getrennterfassungsquote nur eine grobe Näherung des Erfassungsgrads ist**, der nur nach der Sortieranalyse bestimmt werden kann und zwar wegen folgender Gründe:

- Sperrige Abfälle (gemischt oder getrennt) enthalten fast immer sperrige und nicht-sperrige Anteile (gewollt oder ungewollt)
- Die „Sperrigkeit“ hängt schlussendlich von den verwendeten Behältergrößen ab (z.B. 120 Liter im ländlichen Raum vs. 1100 Liter in Städten)

Die **Arbeitsschritte im Zuge der Voruntersuchung** umfassen

- die Auswertung des erfassten **Aufkommens an gemischt und getrennt erfassten sperrigen Abfällen** (z.B. zwecks Identifikation von Regionen/Sammelschienen mit hoher bzw. niedriger Getrennterfassung, die sich ggf. in der Sperrabfallzusammensetzung widerspiegeln kann),
- die **Eingrenzung von Untersuchungsfragen** mit möglicher Relevanz für die Altstofferfassung, und
- die **Unterteilung und/oder Schichtung der Grundgesamtheit** auf Basis der Untersuchungsfragen, wobei Varianten mit ableitbaren Ergebnissen auf Bezirksebene abzudecken sind.

2.2 Untersuchungsgebiet und Grundgesamtheit

Das Untersuchungsgebiet umfasst die 13 teilnehmenden Verbände laut Tabelle 1 mit Markierung (*) in der linken Spalte sowie Abbildung 5, wo in den rot markierten Verbänden mangels Teilnahme keine Probenahme vorgesehen war. Die Grundgesamtheit umfasst die gemischten, sperrigen Abfälle aller Sammelschienen im ganzen Bundesland Oberösterreich.

2.3 Datengrundlagen

Wesentliche Datengrundlage für die Voruntersuchung bildet eine Erhebung durch den oberösterreichischen Landesabfallverband bei allen Statutarstädten und Bezirksabfallverbänden im Zeitraum von Oktober 2023 bis Januar 2024, konkret mit folgenden Anforderungen:

- Liste der Altstoffsammelzentren (ASZ) in Oberösterreich inklusive jeweiliger Ausgestaltung der Sperrabfallsammlung (Einzugsgebiet (Einwohnerzahl), erlaubter Miterfassung von Restabfall, Bringsystem/mobile Sperrabfallsammlung, Anzahl und Fraktionsbezeichnung der getrennt erfassten sperrigen Abfallfraktionen)
- Sperrabfallsammelmengen aus aktuellstem Bilanzjahr (2022) je nach Verfügbarkeit auf Gemeindeebene bzw. nach ASZ
- Bestehende Vorgaben zur Getrennterfassung und Verwertung nach Fraktionen bzw. Abfallarten (Trennanleitungen)

Eine zusätzliche Datengrundlage bildet der Bericht zur Sperrabfallanalyse Oberösterreich 2009.

2.4 Abfallwirtschaftliches Mengengerüst und Infrastruktur

In Oberösterreich fielen im Jahr 2022 rund 31.146 t an Sperrabfall an. Laut Oberösterreichischem Abfallbericht 2022¹ ergibt sich ein spezifisches Gewicht von 20,8 Kilogramm kommunal erfasstem Sperrabfall pro Einwohner*in und Jahr in Oberösterreich. Die Sperrabfallsammelmengen nach Sammelschiene mit Erfassung bei ASZ, loser Sammlung oder Containersammlung im Holsystem sowie bei mobilen Altstoffsammelinseln (MASI) liegen auf Verbandsebene vor, wobei die Daten des OÖ Landesabfallverbandes herangezogen wurden (s. Tabelle 1).

¹ https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/Abfallbericht_2022.pdf

Tabelle 1: Sammelmengen nach Verbänden 2022 in Tonnen (Quelle: ÖÖ Landesabfallverband)

VERBAND (KÜRZEL)	EINWOHNER *INNEN (STAND 2022)	ALTSTOFF- SAMMEL- ZENTRUM	LOSE SAMM- LUNG IM HOLSYSTEM	CONTAINER- SAMMLUNG IM HOLSYSTEM	MOBILE ALTSTOFF- SAMMEL- INSEL (MASI)	SUMME VON GEMISCHTEM SPERR- ABFALL
* ... KEINE TEILNAHME AN DER SPERRABFALLANALYSE						
Linz (L)*	210 118	2 819	762	-	-	3 581
Wels (WE)	64 385	1 263	85	-	-	1 348
Steyr (SR)*	37 917	406	136	-	-	542
Braunau (BR)	109 443	3 502	8	25	-	3 535
Eferding (EF)	33 820	784	-	-	7	791
Freistadt (FR)*	67 964	1 359	-	-	-	1 359
Gmunden (GM)	103 355	2 311	-	-	-	2 311
Grieskirchen (GR)	66 303	1 029	18	3	-	1 049
Kirchdorf (KI)	58 119	933	-	36	-	968
Linz-Land (LL)	155 441	2 518	133	12	-	2 663
Perg (PE)	70 516	1 698	9	99	-	1 806
Ried im Innkreis (RI)*	62 949	1 043	-	-	114	1 157
Rohrbach (RO)	57 272	1 965	-	-	-	1 965
Schärding (SD)*	58 061	1 362	-	-	-	1 362
Steyr-Land (SE)	62 063	1 222	-	23	-	1 245
Urfahr-Umgebung (UU)	87 868	1 474	85	-	-	1 559
Vöcklabruck (VB)	141 101	2 586	-	-	53	2 639
Wels-Land (WL)	76 130	1 181	-	84	-	1 265
GESAMTERGEBNIS	1 522 825	29 455	1 236	281	174	31 146

Der überwiegende Großteil des oberösterreichischen Sperrabfallaufkommens stammt mit 94,6% aus ASZ, gefolgt von loser Sammlung im Holsystem (4,0%), Containersammlung im Holsystem (0,9%) und bei mobilen Altstoffsammelinseln (0,6%).

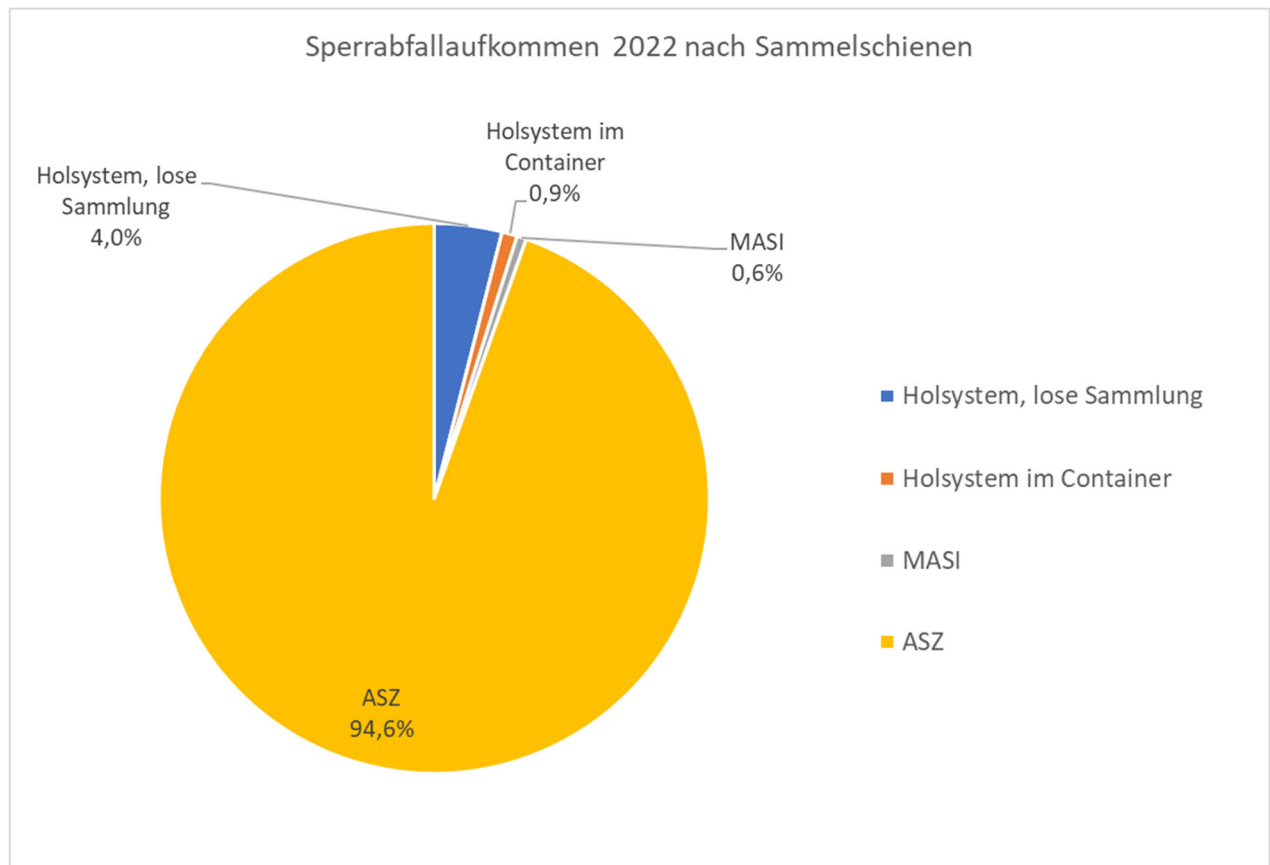


Abbildung 1: Sperrabfallaufkommen in Oberösterreich 2022 nach Sammelschienen

Betrachtet man das gesamte Sperrabfallpotenzial von vorwiegend sperrigen Abfällen in Oberösterreich, werden ca. 82,1% dieses Potenzials bzw. 174 Tsd. Tonnen getrennt erfasst (s. Abbildung 2). Die Darstellung nach Bezirken ist in Abbildung 3 dargestellt.

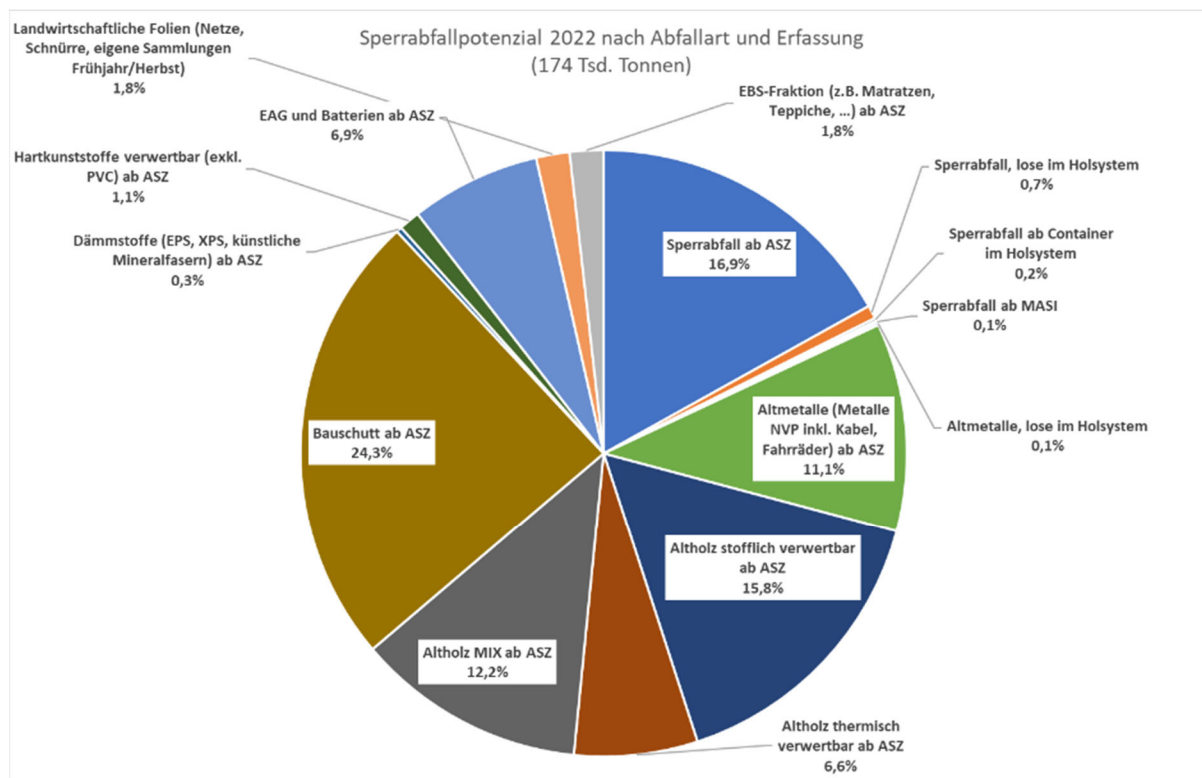


Abbildung 2: Sperrabfallpotenzial 2022 nach Abfallart und Erfassung

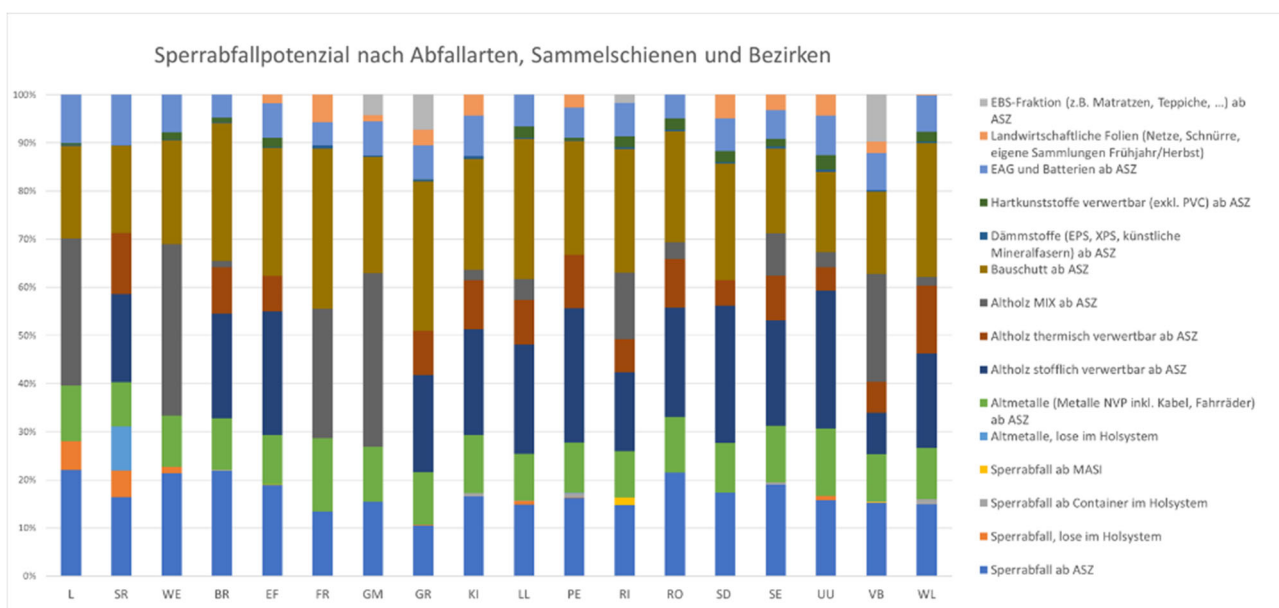


Abbildung 3: Sperrabfallpotenzial 2022 nach Abfallarten, Sammelschienen und Bezirken

2.5 Schichtung und Unterteilung der Grundgesamtheit

Auf Basis der Daten von 177 Altstoffsammelzentren (ASZ) in 158 oberösterreichischen Gemeinden wurden folgende mögliche Einflussfaktoren auf Erfassungsgrad und Getrennterfassung mit in eckigen Klammern dargestellter Anzahl der Gemeinden mit mindestens einem ASZ näher untersucht, und zwar

- **Strukturfaktoren**, die nicht beeinflussbar sind, primär
 - der Stadt-Land-Struktur der ASZ-Einzugsgebiete auf Gemeindeebene, wobei der Mix von zwei Klassen einwohneraliquot gerundet wird, darunter folgende Klassen
 - Städtisch [9]
 - Städtisch bis Intermediär [9]
 - Intermediär [45]
 - Intermediär bis ländlich [50]
 - Ländlich [64], alternativ
 - die Stadt-Land-Einteilung in 2 Klassen „Stadt“ [9] und „Land“ [149], sowie
- **Maßnahmenfaktoren**, die beeinflussbar sind, konkret
 - generelle Getrennterfassung nach ASZ in drei Klassen mit bis zu 80%, 80 bis 85% bzw. mehr als 85%
 - Getrennt erfassbare, sperrige Abfälle – Anzahl (5 bis 9), konkret nach Fraktion:
 - Altholz (1 Fraktion [68], 2 Fraktionen [81], 3 Fraktionen [9])
 - Ersatzbrennstoff- bzw. EBS-Fraktion (Ja [30]; Nein [128])
 - Hartkunststoffe (Ja [72]; Nein [86])
 - Landwirtschaftliche Folien (Ja [97]; Nein [61])
 - Erfassung von Restmüll (Nein [38], Ja, kostenpflichtig [94], Ja, nicht kostenpflichtig [26])
 - Übernahme vom Gewerbe (Nein [1], Ja, kostenpflichtig [131], Ja, nicht kostenpflichtig [26])

Auf Basis einer Untersuchung nach Mengenrelevanz, möglichem Reduktionspotenzial und Einfluss auf die Getrennterfassungsquoten wurden vom Auftraggeber folgende **Faktoren als relevant für die Unterteilung bzw. Schichtung** eingestuft:

- Getrennterfassungsquoten (3 Klassen)
- Stadt-Land-Klassen, vereinfacht mit 2 Klassen, das sind Städte und sonstige Gemeinden (vereinfachend „Land“)
- Erfassung von EBS-Fraktionen
- Erfassung von Restmüll als Sperrabfall nach Erlaubnis und Kostenpflicht (3 Klassen)

Bezüglich der Unterteilung wurden folgende Faktoren nicht gesondert berücksichtigt:

- Übernahme vom Gewerbe (geringe Relevanz, da in fast allen ASZ einheitlich, damit nicht unterscheidbar)
- Anzahl getrennter Fraktionen (Anm.: Dieser Faktor wird über Getrennterfassungsquoten indirekt berücksichtigt)
- Bezirke bzw. Bezirksabfallverbände (Anm.: Über Maßnahmenfaktoren besser abschätzbar)

3 Probenahmeplanung

3.1 Stichprobenplan

Ziele des **Stichprobenplans** sind

- die Ermittlung der zu ziehenden Probemasse unter Berücksichtigung der Untersuchungsfragen bzw. ggf. Schichtung,
- die gute räumliche Verteilung der Einzelproben,
- die Empfehlung geeigneter Probenahmestrategien, die eine willkürliche Beeinflussung der Ziehung oder der Sammelware bestmöglich ausschließen,
- die Zufallsziehung der Einzelstichproben nach Altstoffsammelzentren, ggf. nach Bezirken, nach geschichtetem Zufallsprinzip sowie
- die Festlegung von Mindestanforderungen für die Auswertung der Ergebnisse, um die festgelegten Untersuchungsfragen beantworten zu können (z.B. Ermittlung von Konfidenzintervallen, Signifikanz bei Vergleich von Teilgesamtheiten).

Die **Arbeitsschritte im Zuge der Erstellung des Probenahmeplans** umfassen

- die **Ermittlung der erforderlichen Probemasse** für die festgelegten Untersuchungsfragen,
- die **Auswahl von Untersuchungsfragen**, die mit angemessenem Aufwand (v.a. Probemasse, Einzelprobenzahl und Verteilung der Proben) zu statistisch belastbaren Aussagen führen können,
- die **Festlegung der Fraktionsliste** inklusive Klassifikation aller Fraktionen, ob sie als Sperrabfall gesammelt werden sollen (=Zielfraktion) dürfen (Wahlrecht, z.B. regional bei Restmüll) oder als Altstoffe erfasst werden sollen (in Abstimmung mit dem*der Auftraggeber*in),
- die geschichtete Zufallsauswahl der zu ziehenden Einzelproben, und
- die Festlegung der **Anforderungen an die Auswertung** (z.B. die Hochrechnung der Zusammensetzung nach gewählten Schichtungskriterien, wie z.B. Stadt-Land-Klassen auf Bezirke, Ermittlung der Konfidenzintervalle bei Vergleichen).

3.1.1 Ermittlung der erforderlichen Probemasse

Für die relevanten Untersuchungsfragen laut Abschnitt 2.5 wurde die jeweils erforderliche Gesamtprobemasse ermittelt. Die Untersuchungsfrage mit der höchsten erforderlichen Probemasse, in diesem Fall die Einteilung nach Getrennterfassungsquoten nach ASZ, war maßgeblich für die Festlegung der Probemasse von ca. 108 Tonnen.

3.1.2 Festlegung der Fraktionsliste

Die Festlegung der Fraktionsliste basierte auf Erfahrungen der niederösterreichischen Sperrmüllanalyse 2022 und der Relevanz für die Untersuchungsfragen. Die vom Auftraggeber festgelegte Fraktionsliste ist in Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2: Festgelegte Fraktionsliste

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	FRAKTIONSGRUPPE / Untergruppe / Fraktion	Beispiele	Sortiervorgabe
	100	SPERRABFALL (SOLL)		
1	110	Sperrabfall >50 cm, nicht anders zuordenbar	Kunststoffe NVP, weich und PVC; Rigips/Heraklit; Fenster; Glas NVP; Bodenbelag, nicht rezyklierbar; Teppichboden mit Klebstoffresten; Sonstiges >38x38cm bzw. >50cm Kantenlänge	
2	111	Möbel aus Materialverbund		
	200	GEMISCHTER SIEDLUNGSABFALL (RESTMÜLL)		
3	210	Restmüll in verschlossenen Säcken	Restmüllsäcke bis 110 Liter mit Inhalt	Inhalte nicht zu sortieren
4	220	Sonstige Fehlwürfe lose <50 cm, nicht anders zuordenbar	Sonstiges <38x38 cm bzw. größter Kantenlänge <50 cm	
	300	WERTSTOFFE		
5	310	Altmetalle	Metalle NVP inkl. Kabel; Fahrrad	
N1	311	<i>Fe-Metalle</i>		Nachsortierung jeder 5. Einzelprobe
N2	312	<i>NE-Metalle</i>		Nachsortierung jeder 5. Einzelprobe
	320	Altholz		
6	321	<i>Altholz, stofflich verwertbar</i>	Holz (inkl. Holzmöbel), exkl. Holz-VP	
7	322	<i>Altholz, thermisch verwertbar</i>	Definition laut Altholz-Leitfaden (Arbeitsbehelf 66, ÖWAV)	
	330	EBS-Fraktionen	Potenziell als Ersatzbrennstoff (EBS) thermisch verwertbare Fraktionen	
8	331	<i>Matratzen</i>	Matratzen ohne Federkern; Schaumgummi	
9	332	<i>Teppiche</i>	Loser Teppich exkl. Teppichboden	
10	333	<i>Hartkunststoffe (exkl. PVC)</i>	Kunststoff NVP, hart aus aus PP, PS, PE, ABS, PET, PA (exkl. PVC), z.B. Gartenmöbel, Bobby-car, Regentonnen, Mülltonnen, Malerkübel (restentleert); Plexiglas	
11	334	<i>Dämmstoffe, thermisch verwertbar</i>	Dämmstoffe aus EPS, XPS; Schaumstoff (Montageschaum)	
12	340	Bauschutt	Bauschutt; Baurestmassen	
13	350	Dämmstoffe, nicht thermisch verwertbar	Künstliche Mineralfasern (KMF)	
14	360	Verpackung, lose	Verpackungen lt. VerpackungsabgrenzungsVO inkl. Kunststoff-VP (hart und weich), Kartonagen, Papierverbunde, Metall-VP, Glas-VP, Holz-VP und sonstigen Leichtverpackungen	
15	370	EAG, Batterien, gefährliche Abfälle und Problemstoffe	EAG und Batterien lt. EAG-VO	
16	380	Textilien, stofflich verwertbar	Tragbare Kleidung und Schuhe, unbeschädigte Taschen, Gürtel, Bettfedern im Inlet, Tuchten, Pölster, Tisch- und Bettwäsche, Vorhänge	
17	390	Landwirtschaftliche Folien		

3.1.3 Geschichtete Zufallsauswahl der zu ziehenden Einzelproben

Die geschichtete Zufallsauswahl von Einzelproben erfolgt in drei Teilschritten, nämlich

1. der **Zuordnung aller ASZ** der 13 teilnehmenden Bezirke entsprechend der sich durch die Untersuchungsfragen ergebenden **Kombinationen von Faktoren**, das sind
 - a. Stadt-Land-Unterteilung (2 Klassen),
 - b. Getrennterfassungsquote bis 80%, 80 bis 85% bzw. über 85% (3 Klassen),
 - c. erlaubte Erfassung von Restmüll als Sperrabfall (Ja / Nein), und
 - d. Getrennterfassung von Ersatzbrennstoff- bzw. EBS-Fraktionen (Ja / Nein),womit sich 14 Unterteilungen (Faktorkombinationen) ergeben,
2. die aufkommensaliquote Zuordnung der erforderlichen Gesamtprobemasse auf die sich ergebenden 14 Unterteilungen sowie innerhalb der Unterteilungen aufkommensaliquot nach Bezirken,
3. die Abschätzung einer mittleren Einzelprobenmasse (gewählt: 2,4 Tonnen pro Einzelprobe), und
4. die Zufallsauswahl der pro Unterteilung zu ziehenden ASZ innerhalb dieser Unterteilungen.

Damit ist eine repräsentative Ziehung gewährleistet. Die Repräsentativität bezieht sich dabei auf die Grundvoraussetzung, dass jedes Kilogramm kommunaler Sperrabfall in jeder Schicht der Grundgesamtheit (= Sammelmenge an kommunalem Sperrabfall im Bundesland Oberösterreich) theoretisch dieselbe Wahrscheinlichkeit hat, gezogen zu werden.

Als Ergebnis ergab sich folgende Anzahl von insgesamt 50 Einzelproben nach Bezirken bzw. Bezirksabfallverbänden laut Abbildung 4. Da in den städtischen Unterteilungen die nicht teilnehmenden Bezirke Linz und Stadt Steyr extrem stark repräsentiert sind, wurde die Probenanzahl in der Stadt Wels von 9 auf 3 Einzelproben reduziert. Damit sind die städtischen Unterteilungen gegenüber den ländlichen tendenziell unterrepräsentiert. Aufgrund der dominierenden Sammlung bei ASZ mit ca. 99% des gesamten Sperrabfallaufkommens in den teilnehmenden Verbänden laut Tabelle 1 sollen alle 44 Einzelproben á 2,4 Tonnen, gesamt 105 Tonnen Probemasse, von ASZ gezogen werden und auf die verbleibenden Sammelschienen zwecks Ermittlung des Landesergebnisses hochgerechnet werden.

Sperrabfallanalyse OÖ 2024

Verteilung Einzelproben auf oö Bezirke

(Annahme: 122 to Probenmasse, ca. 2,4 t pro Einzelstichprobe, gesamt 50 Einzelproben)

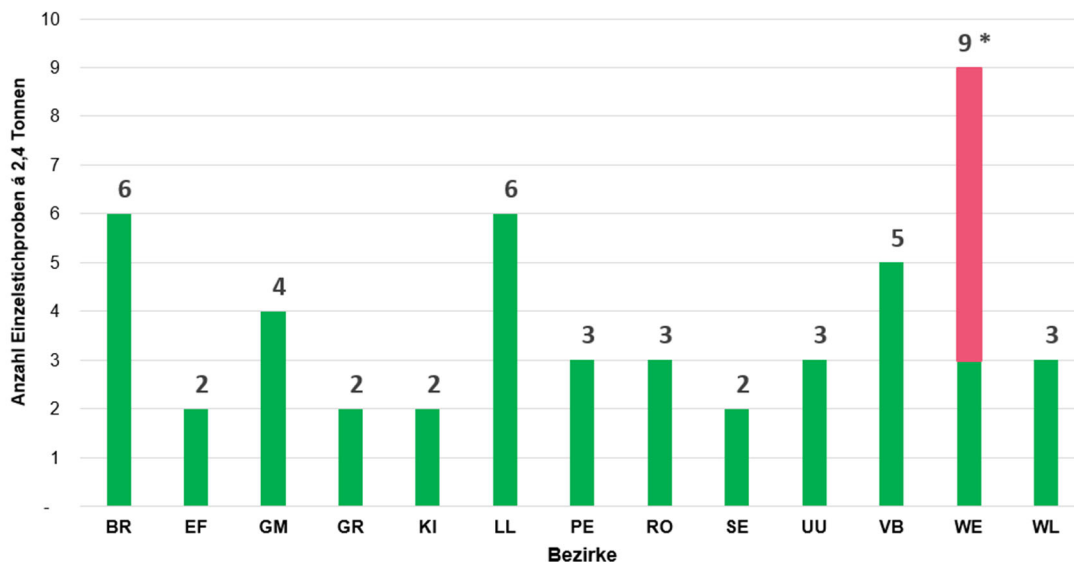
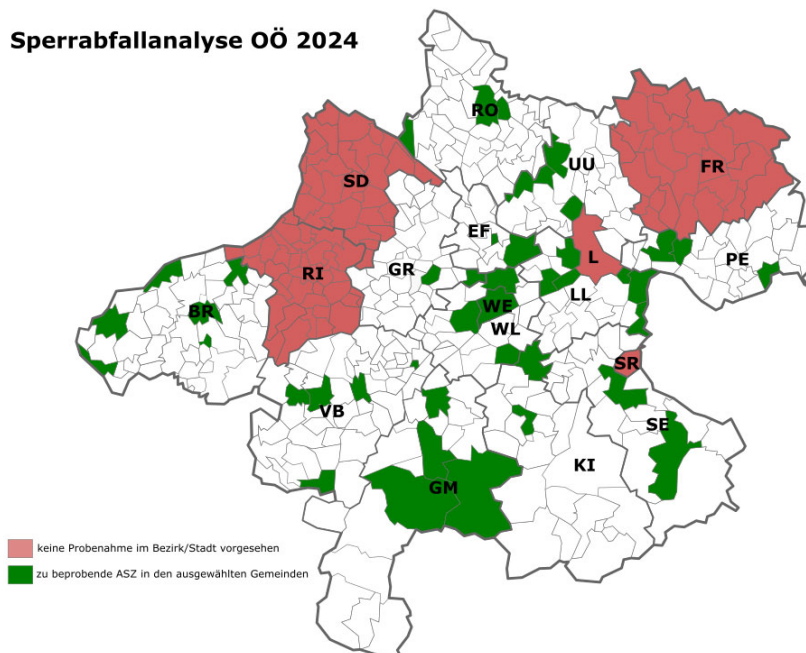


Abbildung 4: Verteilung der zu ziehenden Einzelproben nach oberösterreichischen Bezirken

Die räumliche Verteilung der in Summe 44 Einzelproben auf Basis der Zufallsauswahl der ASZ ist in Abbildung 5 dargestellt.

Sperrabfallanalyse OÖ 2024



Stand 15.03.2024, OÖ Landesabfallverband

Abbildung 5: Untersuchungsgebiet mit teilnehmenden Verbänden und per Zufallsauswahl gezogenen Gemeinden mit ASZ an der Oberösterreichischen Sperrabfallanalyse 2024 (Quelle: OÖ Landesabfallverband)

3.2 Probenahmeplan und operative Planung

Der Detailprobenahmeplan, die Bereitstellung und der Transport aller 44 Einzelproben zum Sortierstandort, bei der Energie AG in Hörsching, Flughafenstraße 8, wurde von Seiten des Auftraggebers erstellt und in Abstimmung mit der Betriebsleitung am Sortierstandort und dem Sortierteam regelmäßig aktualisiert. Abbildung 6 zeigt die finale Fassung des Probenahmeplans. Folgende Punkte bedingten die Aktualisierung des Probenahmeplans:

- Änderung des Zeitplans: Ursprünglich war eine Sortierung von 23.09.2024 bis 22.10.2024 vorgesehen. Aufgrund von anfänglichen Verzögerungen bei der Sortierung und kürzerer Öffnungszeiten des Sortierstandortes an den Freitagen wurde entschieden, die Freitage auszulassen und die Sortierung bis 29.10.2024 zu verlängern.
- Verringerung der Probenanzahl: die Anzahl der Einzelstichproben wurde von anfänglich geplanten 44 Einzelstichproben auf 41 Einzelstichproben reduziert. Die Reduktion der Einzelstichproben wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber vorgenommen und hat keinen Einfluss auf die Aussagekraft der Ergebnisse. Entfernte Einzelproben:
 1. ASZ Neustift (Faktorkombination *Land_(1)* $GEQ < 80\%$ $EBS = Nein$ $RM = Ja$)
 2. ASZ Gunskirchen (Faktorkombination *Land_(2)* $GEQ 80\%-85\%$ $EBS = Nein$ $RM = Ja$)
 3. ASZ Schwanenstadt (Faktorkombination *Land_(3)* $GEQ > 85\%$ $EBS = Ja$ $RM = Nein$)

Probenahmeplanung Sperrabfallanalyse ÖÖ 2024

Stand: 14.10.2024

Mo 16.09.2024	Di 17.09.2024	Mi 18.09.2024	Do 19.09.2024	Fr 20.09.2024
				Leonding - LL (offen)
				Traun - LL (offen)
Mo 23.09.2024	Di 24.09.2024	Mi 25.09.2024	Do 26.09.2024	Fr 27.09.2024
Asten - LL (offen)	Oberneukirchen - UU (Press)	Garsten - SE (Press)	Scharnstein - GM (offen)	keine Sortierung
Braunau - BR (offen)	Grein - PE (Press)	Enns - LL (offen)	Ebensee - GM (offen)	
Sortierung am 01.10.2024	Sortierung am 02.10.2024	Sortierung am 07.10.2024	Sortierung am 08.10.2024	keine Sortierung
Mo 30.09.2024	Di 01.10.2024	Mi 02.10.2024	Do 03.10.2024	Fr 04.10.2024
Herzogsdorf - UU (Press)	Großraming - SE (Press)	Mattighofen - BR (offen)	Ostermiething - BR (Press)	keine Sortierung
Altheim - BR (offen)	Wallern/Trattnach - GR (offen)	Helpfau Uttendorf - BR (offen)	keine weitere Proben-Sortierung möglich, wegen Bagger-Defekt	
	Sortierung am 08/09.10.2024	Sortierung am 10.10.2024	Sortierung am 14.10.2024	keine Sortierung
Mo 07.10.2024	Di 08.10.2024	Mi 09.10.2024	Do 10.10.2024	Fr 11.10.2024
keine Probenanlieferung	Buchkirchen - WL (offen)	Vöcklabruck - VB (offen)	Haslach - RO (offen)	keine Sortierung
keine Probenanlieferung	Frankenmarkt - VB (offen)	Hochburg Ach - BR (offen)	Rohrbach - RO (offen)	
	Lichtenberg - UU (Press)			
Sortierung am 15.10.2024	Sortierung am 16.10.2024	Sortierung am 17.10.2024	Sortierung am 21.10.2024	keine Sortierung
Mo 14.10.2024	Di 15.10.2024	Mi 16.10.2024	Do 17.10.2024	Fr 18.10.2024
Alkoven - EF (offen)	Timelkam - VB (offen)	Vöcklamarkt - VB (offen)	Kronstorf - LL (offen)	keine Sortierung
Eferding - EF (offen)	Schwertberg - PE (Press)	Schlierbach - KI (Press)	St. Georgen/Gusen - PE (Press)	
Sortierung am 22.10.2024	Sortierung am 23.10.2024	Sortierung am 24.10.2024	Sortierung am 28.10.2024	keine Sortierung
Mo 21.10.2024	Di 22.10.2024	Mi 23.10.2024	Do 24.10.2024	Fr 25.10.2024
Wels Nord - WE (offen)	Enns - LL (offen)	Wels Nord - WE (offen)	Gmunden - GM (offen)	keine Sortierung
Wels Nord - WE (offen)	Hörsching - LL (offen)	Marchtrenk - WL (offen)	Grieskirchen - GR (offen)	
Sortierung am 29.10.2024				
Mo 28.10.2024	Di 29.10.2024	Mi 30.10.2024	Do 31.10.2024	Fr 01.11.2024
Kremsmünster - KI (Press)	Ende Sortierung			
Laakirchen - GM (offen)				

Abbildung 6: Endfassung Probenahmeplan Sperrabfallanalyse ÖÖ 2024

4 Durchführung

4.1 Probenahme und Dokumentation

Die Probenahme von einzelnen Containern, die je einer Einzelstichprobe entsprechen, wurde von Seiten des Auftraggebers koordiniert, wobei die logistischen Möglichkeiten zur Zwischenlagerung der Container und der Fortschritt des Sortierteams bei der Sortierung laufend berücksichtigt wurden.

Die Übernahme der Einzelproben (Container) erfolgte durch das Wiegepersonal des Sortierstandortes. Die Ermittlung des Netto-Gewichts der Einzelproben erfolgte mittels Wiegung des angelieferten Containers und einer zweiten Wiegung des entleerten Containers. Die Einzelproben wurden vom Wiegepersonal gekennzeichnet (Proben-ID, Ort, Lieferdatum, Nettogewicht) und bis zur Sortierung am Standort in eigens dafür bereitgestellten Containern zwischengelagert. Vor der Sortierung wurde dem Analyseteam die Kennzeichnung sowie der Wiegeschein der Einzelprobe übergeben. Abbildung 7 zeigt Beispiele für die Einzelprobenkennzeichnung und den Wiegeschein.

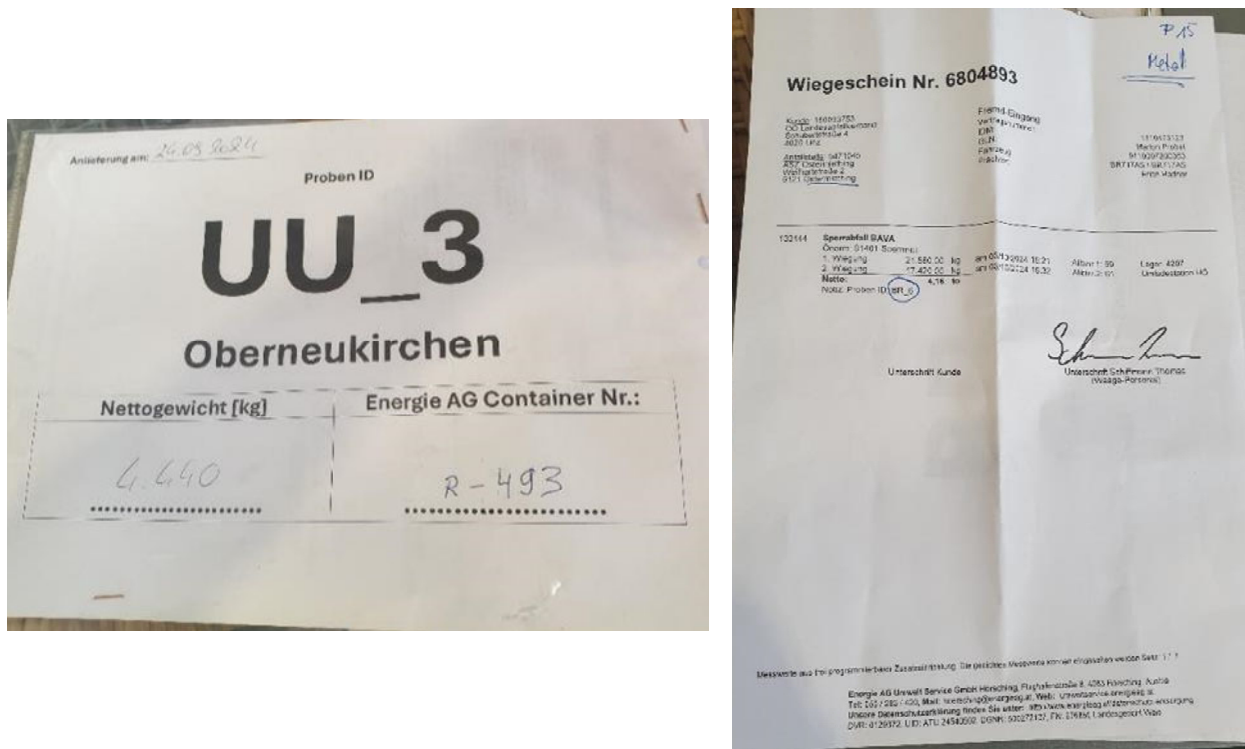


Abbildung 7: Beispiele Kennzeichnung und Wiegeschein der Einzelstichproben

4.2 Sortierung und Dokumentation der Einzelstichproben

Die Sortierung erfolgte im Zeitraum September bis Oktober 2024 am Sortierstandort der Energie AG in Hörsching durch Mitarbeiter*innen der pulswerk GmbH, der FHA – Gesellschaft für chemisch-technische Analytik GmbH und des Instituts für Abfall- und Kreislaufwirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien.

Im Zuge der Sortierung wurde jede Einzelprobe wie folgt dokumentiert:

- Erfassung der Proben-ID, Übernahme der Probenkennzeichnung und des Wiegescheins, Dokumentation des Anliefer- und Sortierdatums
- Bruttomasse und Tara laut Verwiegung mit Brückenwaage
- Probenmasse bei Teilprobenziehung
- Containerart (Großraumcontainer/Presscontainer)
- Nettomasse nach sortierten Fraktionen laut Sortierkatalog
- Nachsortierung der Fraktionsgruppe „Alteisen“ in FE-Metalle und NE-Metalle bei jeder fünften Einzelstichprobe
- Fotodokumentation jeder Einzelprobe

Der Sortierablauf begann mit der Entladung des Containers durch das Standortpersonal der Energie AG an einem für die Sortierung abgegrenzten Bereich am Standort. Anschließend wurden schwere und sperrige Teile, wie Möbel oder Matratzen, vom Standortpersonal der Energie AG mithilfe eines Polypgreifers unter Anleitung des Analyseteams sortiert. Danach erfolgte die manuelle Sortierung der verbleibenden Fraktionen nach Hauptgruppen gemäß dem vorgegebenen Sortierkatalog (siehe Tabelle 2, linke Spalte). Die Masse der einzelnen Fraktionen wurde gewogen und dokumentiert. Fraktionen, deren Gewicht oder Volumen eine manuelle Verwiegung mittels Plateauwaage nicht zuließ, wurden mithilfe der Brückenwaage mit einer Genauigkeit von ± 20 kg gewogen. Hierzu wurden die entsprechenden Fraktionen mit dem Polypgreifer in einen Radlader gehoben, der die Fraktionen über die Brückenwaage transportierte. Die Netto-Masse der Fraktionen wurde durch Abzug des Leergewichts des Radladers ermittelt. In folgender Abbildung werden einzelne Schritte des Ablaufs dargestellt.

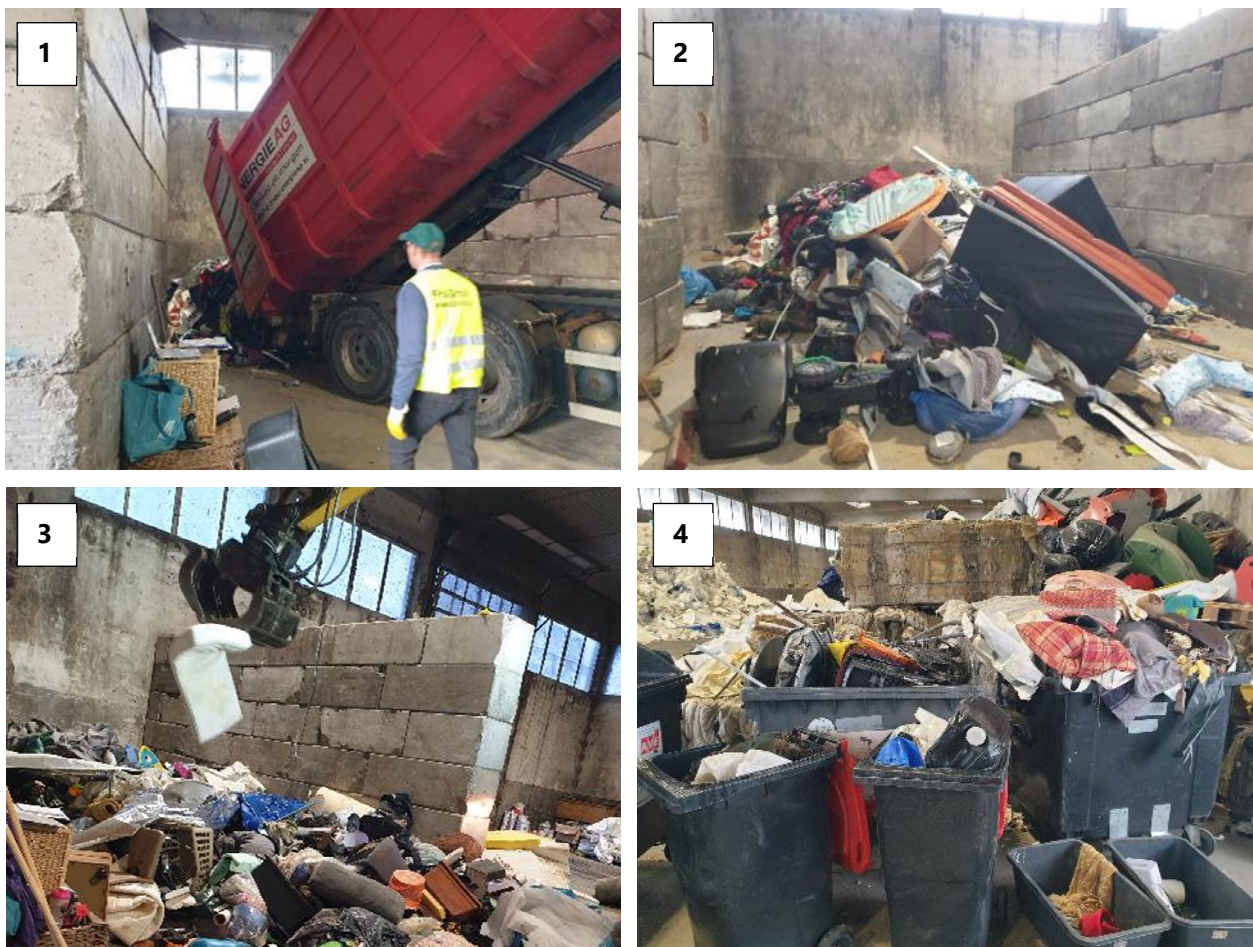
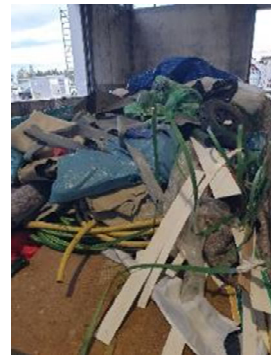
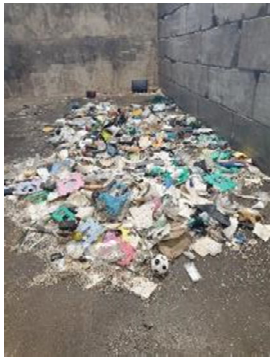
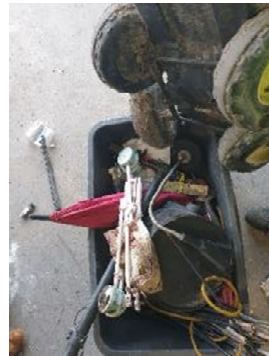


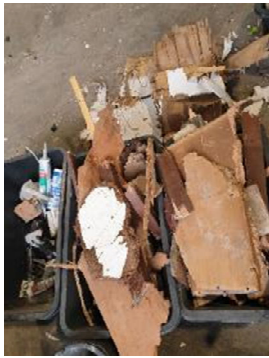
Abbildung 8: Sortierablauf: Entleerung der Einzelstichprobe (1), entleerte Probe (2), Sortierung sperriger Teile (3), manuell sortierte Fraktionen (4)

Tabelle 3: Fraktionsliste inkl. Beispielbilder der Sortierung

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
	100	SPERRABFALL (SOLL)		
1	110	Sperrabfall > 50 cm, nicht anders zuordenbar		
2	111	Möbel aus Materialverbund		

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
	200	GEMISCHTER SIEDLUNGSABFALL (RESTMÜLL)		
3	210	Restmüll in verschlossenen Säcken (bis 110l mit Inhalt)	Inhalte nicht zu sortieren	
4	220	Sonst. Fehlwürfe lose <50cm, nicht anders zuordenbar		

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
	300	WERTSTOFFE		
5	310	Altmetalle		
N1	311	FE-Metalle	Nachsortierung jeder 5. Einzelprobe	
N2	312	NE-Metalle	Nachsortierung jeder 5. Einzelprobe	

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
	320	Altholz		
6	321	Altholz, stofflich verwertbar		
7	322	Altholz, thermisch verwertbar		

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
	330	EBS-Fraktionen		
8	331	Matratzen		
9	332	Teppiche		

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
10	333	Hartkunststoffe (exkl. PVC)		
11	334	Dämmstoffe, thermisch verwertbar		
12	340	Bauschutt		

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
13	350	Dämmstoffe, nicht thermisch verwertbar		
14	360	Verpackung, lose		
15	370	EAG, Batterien, gefährliche Abfälle und Problemstoffe		

Sortierfraktion lfd.	Code (hierarchisch)	Fraktionsgruppe / Untergruppe / Fraktion	Sortiervorgabe	Beispielbild der Sortierung
16	380	Textilien, stofflich verwertbar		
17	390	Landwirtschaftliche Folien		

Es wurden insgesamt 31 Großraumcontainer und 10 Presscontainer mit insgesamt 97,4 Tonnen Sperrabfall sortiert. Auffallend war, dass das Probenmaterial der Presscontainer aufgrund der Pressung deutlich kleinteiliger war als die der Großraumcontainer. Die Teilprobenziehung erfolgte bei Einzelstichproben, die eine Masse von 2,4 Tonnen deutlich überschritten. In den meisten Fällen traf dies bei Einzelstichproben aus Presscontainern zu. Der Container wurde entleert und die Teilprobe wurde durch das Standortpersonal mithilfe des Radladers entnommen und über die Brückenwaage verwogen (siehe Abbildung 9). Dieser Vorgang wurde mehrmals wiederholt, bis eine Masse von ca. 2,4 Tonnen erreicht wurde. Die Teilprobenziehung fand unter Aufsicht mindestens eines Mitglieds des Analyseteams statt. Durch die Aufnahme der Teilprobe mit dem Radlader sowie der Wiederholung des Vorgangs fand gleichzeitig eine Durchmischung der Probe statt, sodass eine Verfälschung durch die Entnahme einer Teilprobe minimiert werden konnte.



Abbildung 9: Teilprobenziehung mittels Radlader

Adaptierungen der geplanten Vorgehensweise, welche im Zuge der Durchführung aufgrund der Rahmenbedingungen erforderlich waren:

Füllgrad des Containers: Eine optische Abschätzung des Füllgrads konnte nicht vorgenommen werden. Einerseits wurden, um den Tagesbetrieb des Standortpersonals nicht zu beeinträchtigen, die Container teilweise in der Früh ohne Beisein des Analyseteams entleert, andererseits war eine Abschätzung nur schwer möglich, da eine Einsicht nur über die kurze Öffnung im hinteren Bereich des Containers bei der Entleerung möglich war, so konnte nicht abgeschätzt werden, ob der Füllgrad im vorderen Bereich des Containers demselben wie im hinteren, sichtbaren Bereich entspricht.

Verwiegung großer, sperriger Fraktionen: Anfangs wurden diese Fraktionen in Mulden sortiert und anschließend über die Brückenwaage verwogen. Da am Standort häufig nicht ausreichend Mulden zur Verfügung standen und diese Vorgehensweise dadurch viel Zeit in Anspruch nahm, wurde dazu übergegangen, diese Fraktionen mittels Radlader anstelle der Mulden zu verwiegen.

Verwiegung der Restfraktion (sonstige Fehlwürfe lose <50 cm): Da die Entleerung der Sortierbehälter für die Einzelfraktionen (1100l, 240l) zu viel Zeit und Ressourcen des Standortpersonals in Anspruch nahm und eine manuelle Entleerung der Behälter ohne Durchmischung mit der Restfraktion aufgrund von Platzmangel nicht möglich war und es sich weiters zeigte, dass die Differenz zwischen Input- und Outputmasse verschwindend klein war, wurde unter Absprache mit dem Auftraggeber entschieden, dass die Restfraktion

nicht mehr verwogen wird. Daher konnte die Differenz zwischen Input- und Outputmenge nicht bestimmt werden.

Verzögerung der Sortierung: Die notwendige Zeit für das „Einspielen“ des Analyseteams und der erforderliche Zeitaufwand für das Standortpersonal der Energie AG waren höher als erwartet. Da die Unterstützung der Sortierung zusätzlich zum alltäglichen Betrieb anfiel und nur zwei Personen vor Ort waren, kam es anfänglich teilweise zu längeren Wartezeiten. Diese Aspekte sowie, dass nicht bedacht wurde, dass der Standort freitags aufgrund der Öffnungszeiten nur halbtags genutzt werden kann, bedingte eine Verzögerung des ursprünglich geplanten Zeitplans. Durch Anpassungen und Verbesserungen in der Koordination zwischen Analyseteam, Auftraggeber und des Standortpersonals konnte im Laufe der Sortierung der Ablauf optimiert werden, sodass die Sortierung von zwei Proben pro Tag realisiert werden konnte.

5 Ergebnisauswertung

Die Ergebnisauswertung umfasst

- die Hochrechnung der Zusammensetzung von gemischten Sperrabfall vom Land Oberösterreich im Jahr 2024 (Grundgesamt) inklusive Vergleich zur Sperrabfallanalyse 2009,
- strukturelle Vergleiche nach Stadt-Land-Klassen,
- Vergleiche von abfallwirtschaftlich relevanten Maßnahmen inklusive der Ermittlung des Potenzials für zusätzlich getrennt erfassbare Altstoffmengen, und
- die Hochrechnung der Fraktionsanteile und -massen auf alle teilnehmenden Bezirke.

5.1 Datengrundlagen und Methodik

Datengrundlagen für die Auswertung umfassen

- alle **gemeindebezogenen Daten im Land Oberösterreich** (Grundgesamtheit) laut Abschnitt 2.3 betreffend Sammelmengen von gemischt und getrennt erfassten Sammelmengen nach Sammelschienen, strukturellen und maßnahmenbezogenen Einflussfaktoren und relevante Kombinationen dieser Faktoren und
- die **Ergebnisse der Sortieranalyse nach Einzelproben** mit Fraktionsmassen nach sortierten Fraktionen laut Tabelle 2 und der Dokumentation nach Einzelproben laut Abschnitt 4.2.

Die Hochrechnungen auf Grund- oder Teilgesamtheiten inklusive der Vergleiche anhand von Konfidenzintervallen erfolgte auf Basis des Leitfadens für die Planung, Durchführung und Auswertung von Altpapiersortieranaysen (Annex 2), der methodisch sinngemäß für die Sperrabfallfraktionen übertragen wurde.

Auf Basis der jeweiligen Fraktionsgruppen mit unterschiedlicher Detaillierung und Auswahl von Faktoren oder Faktorenkombinationen wurden die Konfidenzintervalle von

- Massenanteilen der Fraktionen
- Spezifisches Aufkommen pro Einwohner*in und Jahr
- Tonnagen pro Jahr

auf 95%-Vertrauensniveau ermittelt und dargestellt.

Bei den Ergebnisdarstellungen ist grundsätzlich zu beachten, dass die Summe von Fraktionsanteilen vom Massenanteil der resultierenden Fraktionsgruppe aufgrund der Rundung abweichen kann.

Als Beispiel ergibt sich die Summe von zwei Fraktionen mit exakten Massenanteilen von $1,05\% + 1,15\% = 2,2\%$ **nach Rundung auf eine Dezimalstelle** mit $1,1\% + 1,2\% = 2,2\%$, also abweichend von der ohne Berücksichtigung der Rundung nachgerechneten Summe $1,1\% + 1,2\% = 2,3\%$.

5.2 Klassifikation der Sperrabfallfraktionen

Um konkrete Handlungsempfehlungen zielgerichtet ableiten zu können, wurde im Rahmen der Auswertung eine einfache Klassifikation der Sperrabfallfraktionen laut Abschnitt 3.1.2 in Anlehnung an ein Ampelschema in die Kategorien

- **SPERRABFALL (SOLL)** bzw. vorwiegend nicht stofflich verwertbarer Sperrabfall, d.h. Abfälle, die als Sperrabfall erfasst werden sollen in Grün,
- **RESTMÜLL** bzw. vorwiegend nicht verwertbare, nicht-sperrige Abfälle, die aus Verwertungssicht (thermische Behandlung) als Sperrabfall erfasst werden können, jedoch abhängig von Gemeindevorgaben als Restmüll innerhalb der kommunalen Sammlung erfasst werden sollten oder auch als Teil von Sperrabfall erfasst werden dürfen in Gelb, und
- **WERTSTOFFE** bzw. vorwiegend verwertbare Abfälle, die prinzipiell besser als verwertbare Fraktionen getrennt erfasst und verwertet werden sollten, soweit die Getrennterfassung je nach ASZ angeboten wird, in Rot,

vorgenommen. Die nachfolgenden Auswertungsergebnisse basieren auf dieser Klassifikation. Diese Klassifikation wird als Ampel dargestellt, um auf die unterschiedliche Maßnahmenrelevanz eingehen zu können.

6 Hochgerechnete Fraktionsanteile und -massen in Oberösterreich 2024

6.1 Ergebnisse auf Landesebene

6.1.1 Zusammensetzung und spezifisches Aufkommen

Abbildung 10 zeigt die Sperrabfallzusammensetzung unterteilt nach vorwiegend nicht verwertbaren, sperrigen Fraktionen (grün), vorwiegend nicht verwertbaren Restabfällen (gelb) und vorwiegend verwertbaren Abfällen (rot) im Land Oberösterreich 2024.

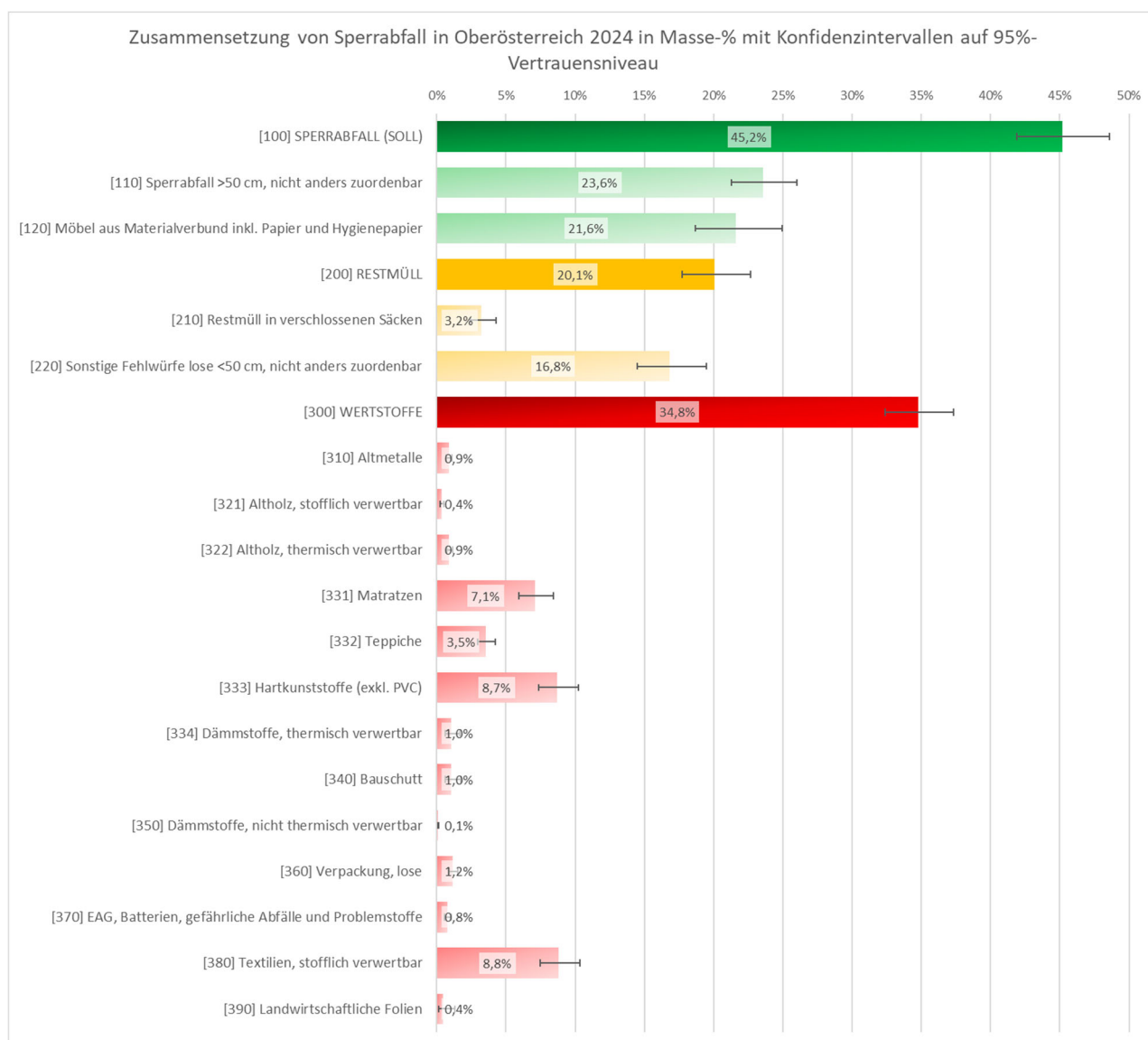


Abbildung 10: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 (in Masse-%)

Mit 45,2% machen die vorwiegend nicht verwertbaren, sperrigen Abfälle, also der Sperrabfall i.S.d. OÖ AWG 2009 §2 Abs. 4 Z 16, in Oberösterreich die größte Teilmenge des kommunalen Sperrabfallaufkommens aus. Vorwiegend nicht verwertbare Restabfälle (nicht sperrig) betragen 20,1%, wobei davon rd. 3,2% Restmüll ist,

der in verschlossenen Säcken vorgefunden wurde, weitere 16,8% sind sonstige, lose Fehlwürfe mit größter Kantenlänge bis 50 cm. Mit 34,8% machen auch die vorwiegend verwertbaren Abfälle einen beachtlichen Anteil des oberösterreichischen Sperrabfalls aus. Die massenrelevantesten verwertbaren Fraktionen sind Textilien, Hartkunststoffe und Matratzen.

Das spezifische Sperrabfallaufkommen von gesamt 20,8 kg pro Einwohner*in und Jahr setzt sich aus rd. 9,4 kg vorwiegend nicht verwertbaren, sperrigen Abfällen, 4,2 kg vorwiegend nicht verwertbaren Restabfällen (nicht sperrig) sowie weiteren 7,2 kg an vorwiegend verwertbaren Abfällen pro Einwohner*in und Jahr als Potenzial für abschöpfbarem Sperrabfall zusammen (siehe Abbildung 11).

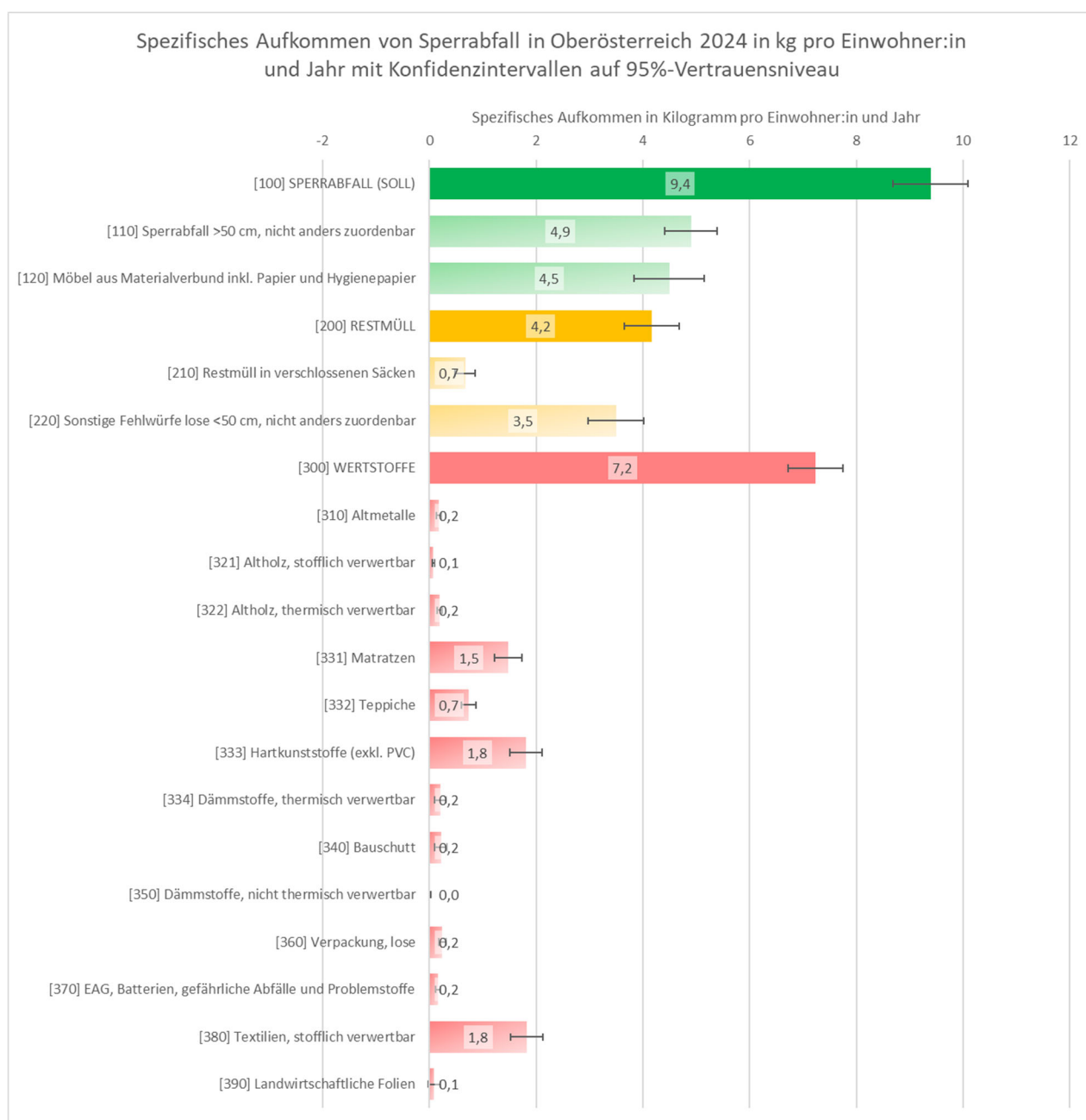


Abbildung 11: Spezifische Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 in kg pro EW und Jahr

6.1.2 Vergleich mit der Analyse 2009

Abbildung 12 zeigt den Vergleich des Landesergebnisses 2024 mit der letzten Analyse 2009, der bezüglich der Fraktionsgruppen keine signifikanten Unterschiede aufweist. Betreffend des höheren Möbelanteils im Jahr 2009 ist zu berücksichtigen, dass in Städten im Jahr 2009 die Holsammlung dominierend war, bei der mit höherem Anteil von Möbeln zu rechnen ist.

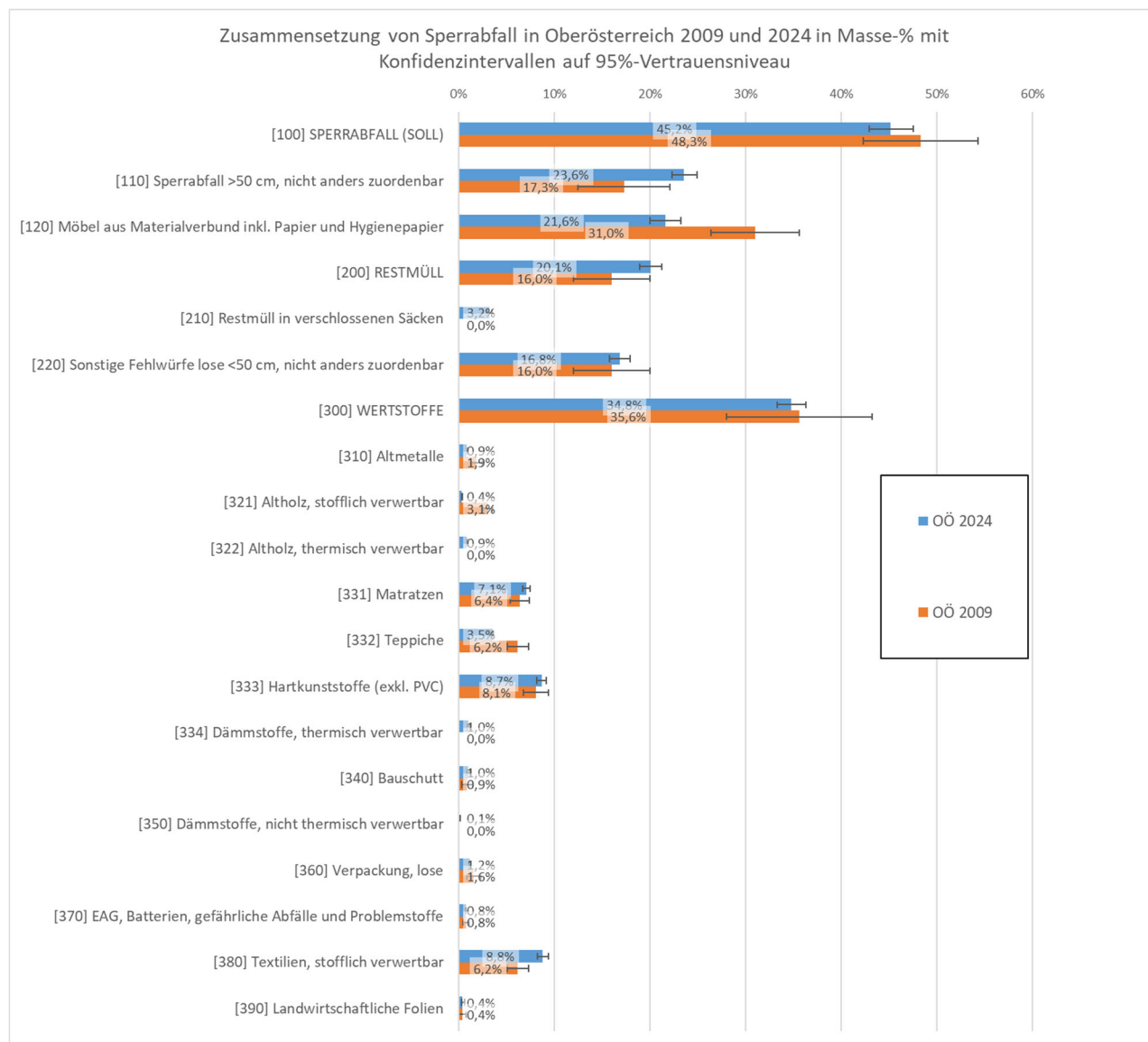


Abbildung 12: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2009 und 2024 (in Masse-%)

6.2 Struktureller Vergleich nach Stadt-Land-Unterteilung

6.2.1 Zusammensetzung und spezifisches Aufkommen

Betreffend Repräsentativität ist beim Vergleich nach Stadt-Land-Unterteilung zu berücksichtigen, dass aufgrund der geringen Teilnahmequote bei Städten laut Abschnitt 0 die Probemasse bei Städten unter- bzw. bei ländlichen Gebieten überrepräsentiert ist. Abbildung 13 zeigt, dass das städtische Sperrabfallaufkommen von 24% nur von 14% der Probemasse abgedeckt ist. Städtische Sperrabfallproben wurden deshalb entsprechend dem Aufkommen höher gewichtet, womit sich größere Hochrechnungsfaktoren – ausgedrückt in Tonne Grundgesamtheit pro Tonne Probenmasse – ergeben.

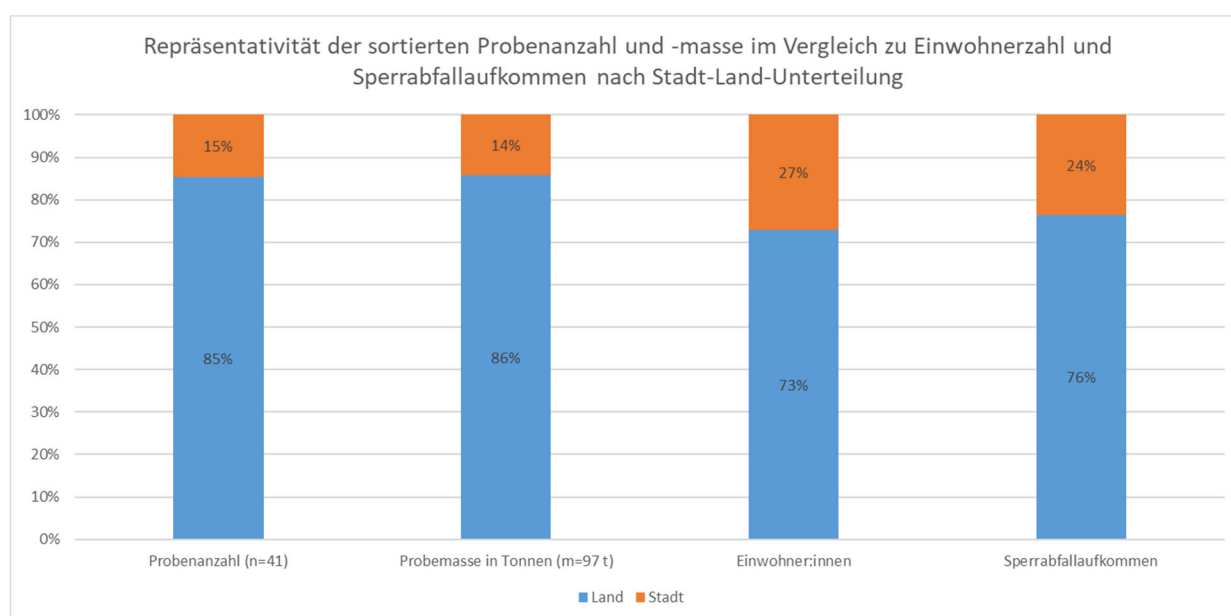


Abbildung 13: Repräsentativität nach Stadt-Land-Unterteilung

Bezüglich des Aufkommens aller sperriger Abfälle zeigt Abbildung 14 ähnliches Pro-Kopf-Aufkommen bei Sperrabfall, jedoch deutlich höheres Aufkommen an getrennt erfassten, vorwiegend sperrigen Abfällen.

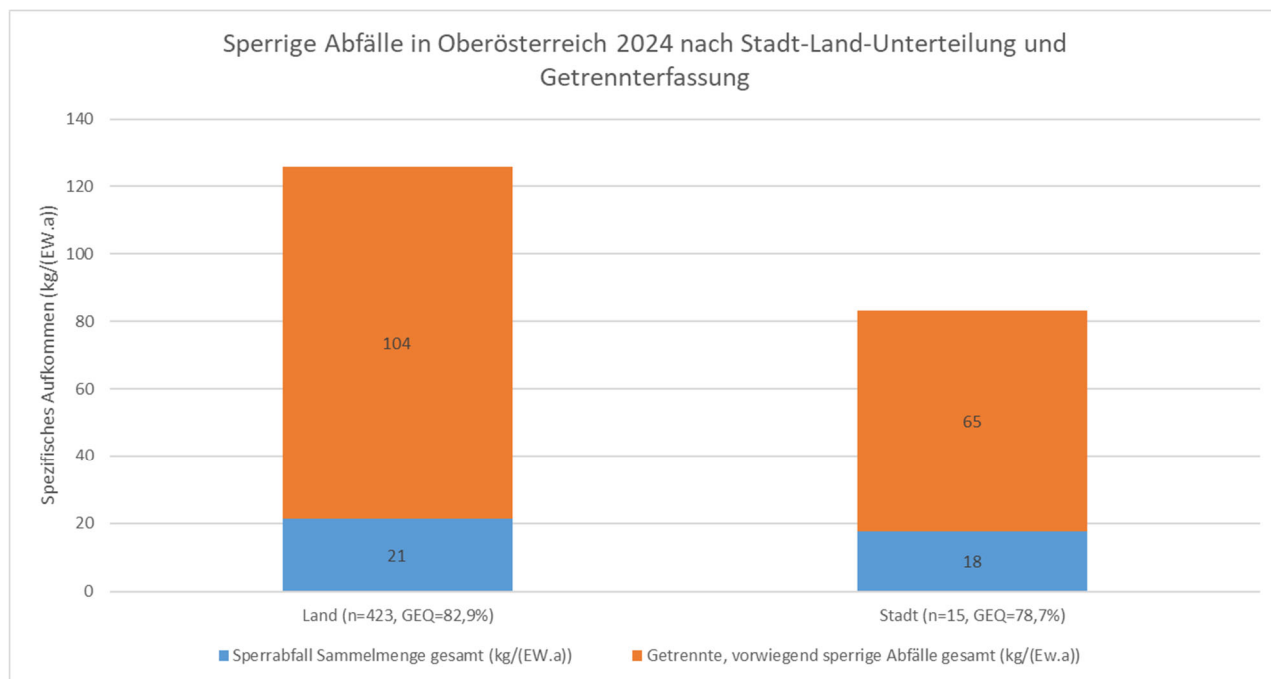


Abbildung 14: Spezifisches Aufkommen von getrennt und gemischt erfassten Sperrabfällen nach Stadt-Land-Unterscheidung

Der Vergleich der Sperrabfallzusammensetzung in Abbildung 15 zeigt in Städten deutlich höheres Aufkommen an Möbeln, jedoch geringeres Aufkommen bei Restmüll und Textilien, was sehr wahrscheinlich auf die deutlich größeren Behältervolumina für Restmüllbehälter zurückzuführen ist.

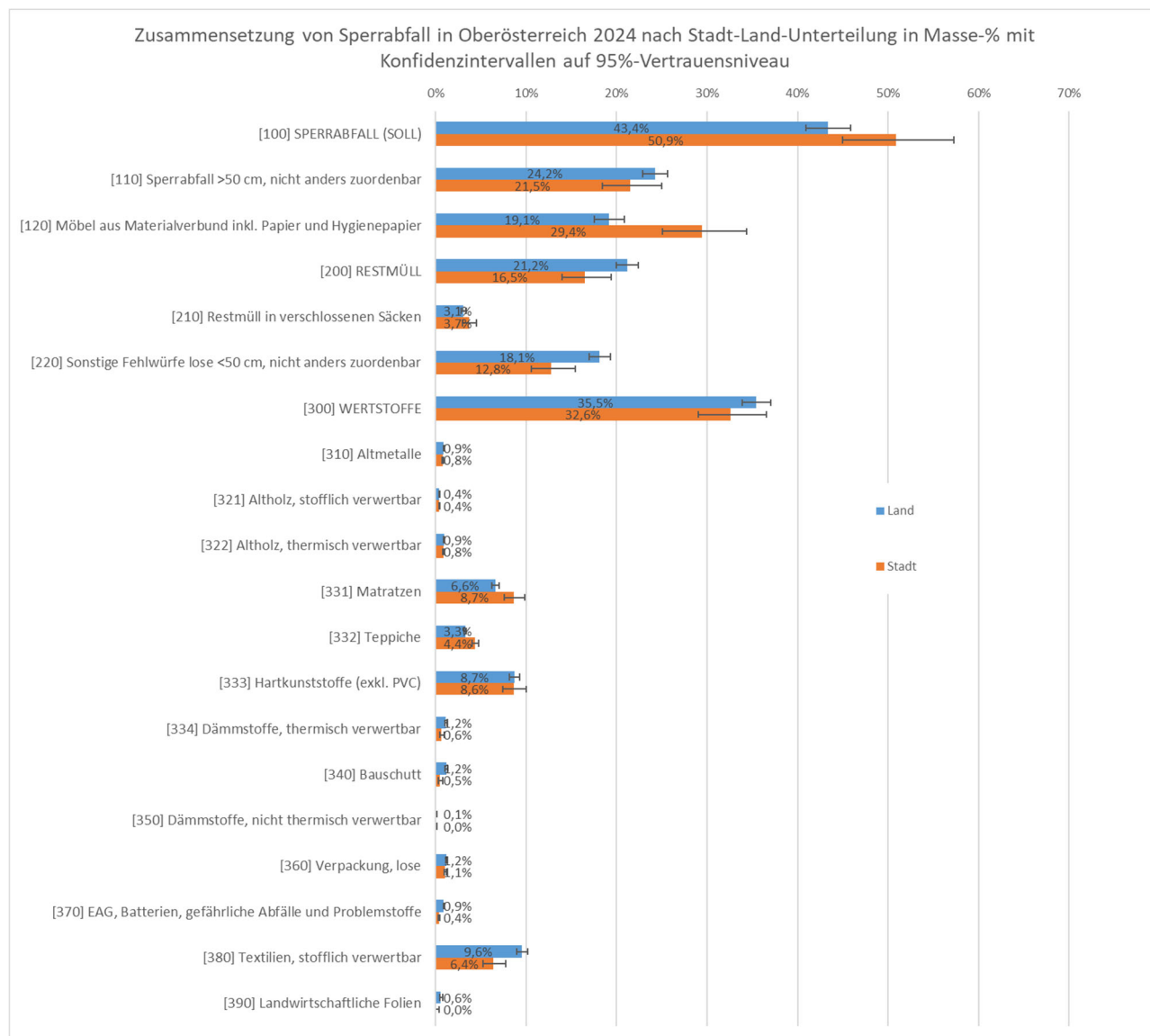


Abbildung 15: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Stadt-Land-Unterteilung (in Masse-%)

Der Vergleich nach spezifischem Aufkommen in Abbildung 16 zeigt ähnliches Aufkommen nach „Stadt“ und „Land“, jedoch signifikant geringeres Pro-Kopf-Aufkommen bei Restmüll und Wertstoffen, v.a. Textilien, in Städten.

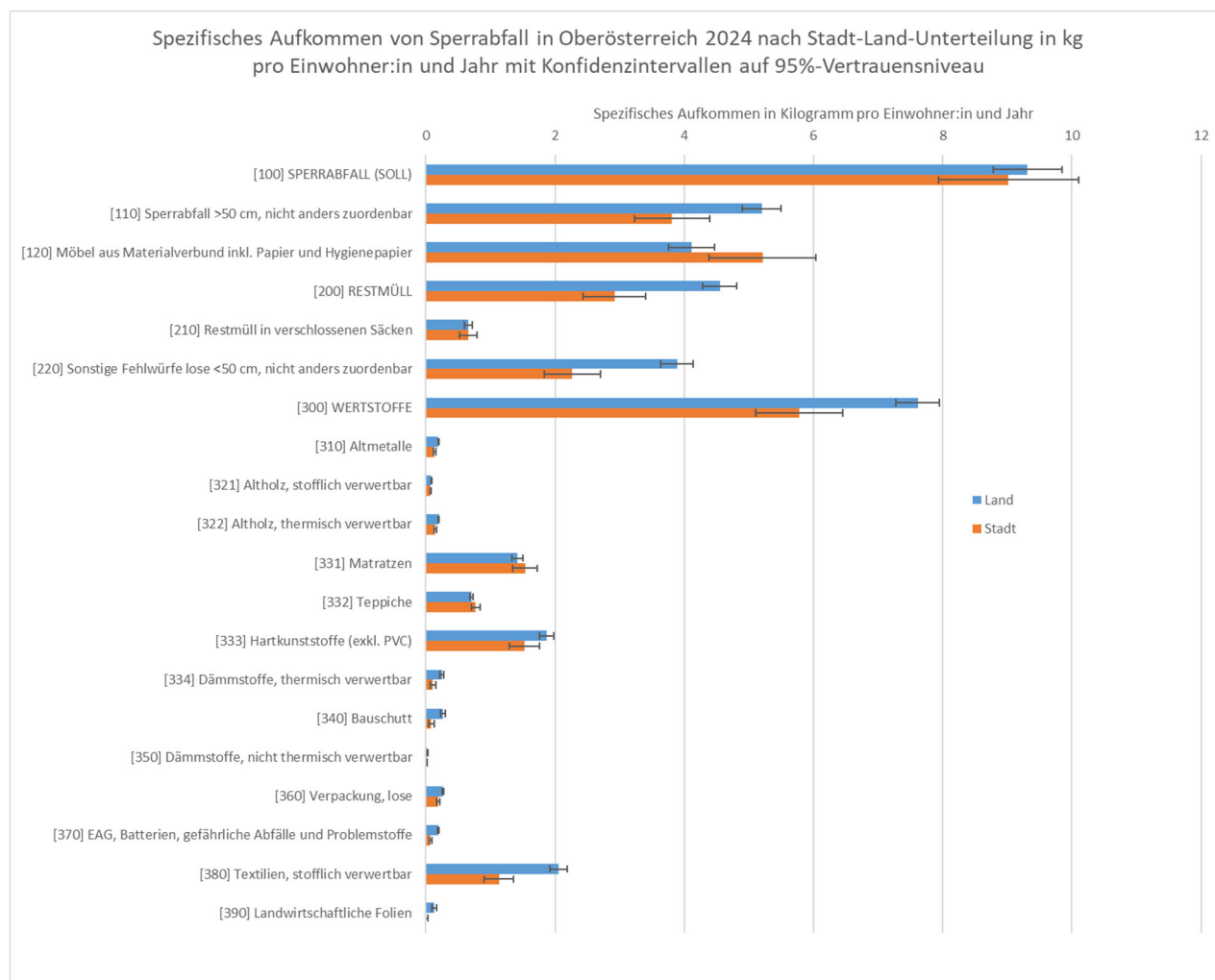


Abbildung 16: Spezifische Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Stadt-Land-Unterteilung in kg pro EW und Jahr

6.2.2 Vergleich mit der Analyse 2009

Die Vergleiche nach Stadt-Land-Unterteilung erfolgen separat für Städte sowie nicht-städtische Gemeinden (Unterteilung ‚Sonstige‘), welche den verfügbaren Ergebnissen 2009 der Bezirksabfallverbände gegenübergestellt werden.

Der Vergleich der nicht-städtischen Gemeinden 2024 mit Bezirksabfallverbänden 2009 in Abbildung 17 zeigt bemerkenswerte Übereinstimmung der Zusammensetzung bei den Hauptgruppen ‚Sperrabfall (Soll)‘ und Wertstoffen. Beim Vergleich der Städte in Abbildung 18 zeigen sich deutliche Unterschiede, die sehr stark von der Umstellung der Sammelsysteme von Holsammlung zur ASZ-Sammlung abhängen.

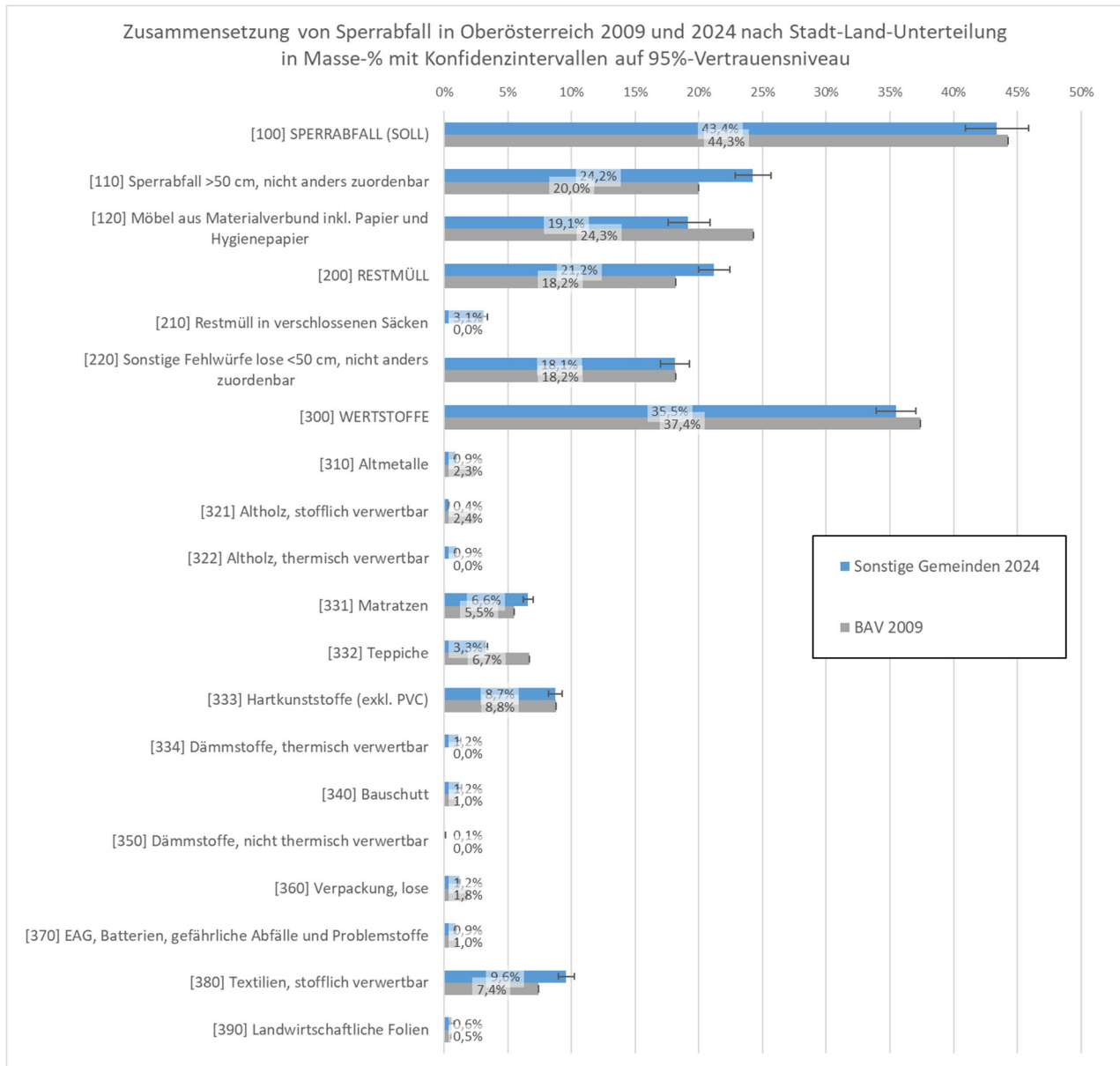


Abbildung 17: Sperrabfallzusammensetzung in Bezirksabfallverbänden 2009 und nicht-städtischen Gemeinden 2024 (in Masse-%)

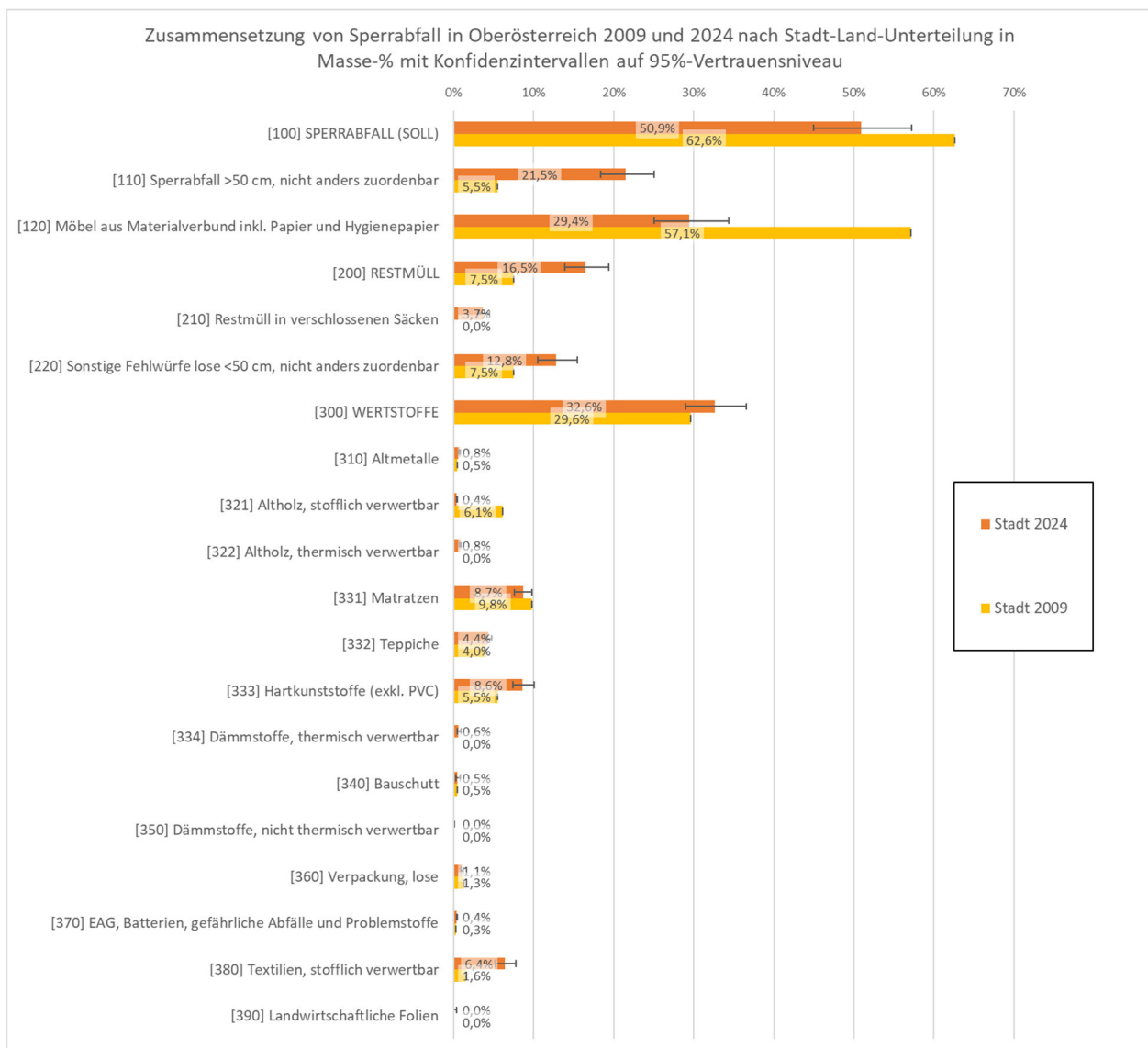


Abbildung 18: Sperrabfallzusammensetzung in oberösterreichischen Städten 2009 und 2024 (in Masse-%)

6.3 Getrennterfassung von sperrigen Abfällen an Altstoffsammelzentren

Die Art der Getrennterfassung bei den Altstoffsammelzentren wird in mehrfacher Hinsicht differenziert und zwar nach

1. der Anzahl der getrennt erfassten sperrigen Abfälle mit Einteilung in Gruppen von ASZ mit 5 bis 6, 7 oder 8-9 getrennt erfassten, sperrigen Abfallarten,
2. der Getrennterfassungsquote von sperrigen Abfällen als Indikator für Altstofferfassungsgrade, die in drei Bereiche mit bis 80%, 80% bis 85% bzw. über 85% eingeteilt ist, und
3. der Getrennterfassung einzelner Fraktionen, wie
 - a. EBS-Fraktionen und
 - b. Hartkunststoffe.

6.3.1 Anzahl getrennt erfasster sperriger Abfälle

Der Vergleich nach der Anzahl der getrennt erfassten sperrigen Abfälle in Abbildung 19 zeigt bis auf den höheren Anteil bei Sperrabfall > 50 cm sowie niedrigeren Textilienanteil bei ASZ mit hoher Anzahl getrennt erfasster sperriger Abfallarten keine signifikanten Unterschiede.

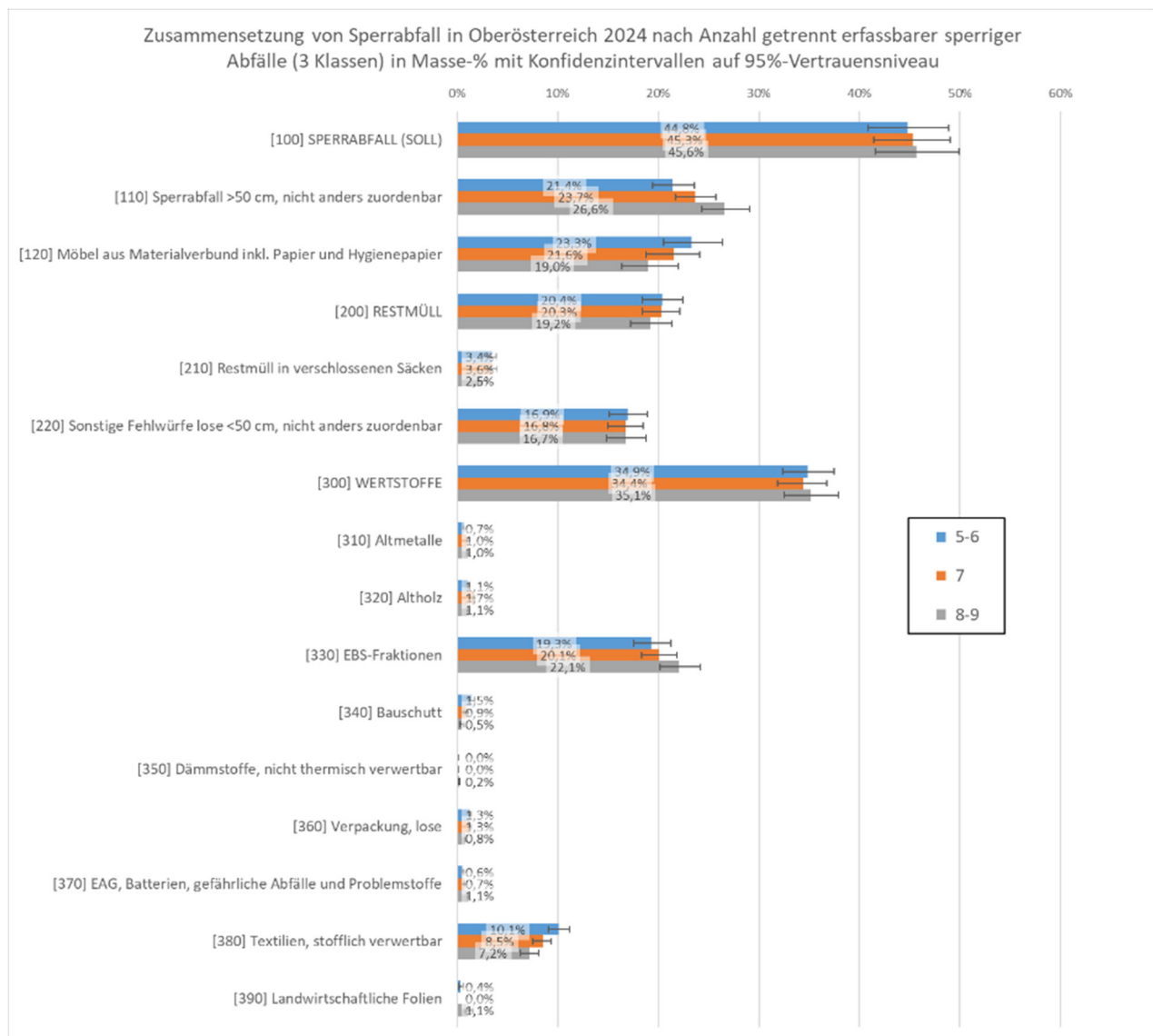


Abbildung 19: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Anzahl getrennt erfasster, sperriger Abfälle (in Masse-%)

6.3.2 Getrennterfassungsquote von sperrigen Abfällen

Die Getrennterfassungsquote von jedem Altstoffsammelzentrum (ASZ) wurde auf Basis der Einzugsgebiete, die jeweils benachbarte Gemeinden umfassen, beurteilt, wobei Altmetalle, Altholz, Bauschutt, Dämmstoffe und Hartkunststoffe, landwirtschaftliche Folien und EBS-Fractionen als vorwiegend sperrige, getrennt erfassbare Abfälle berücksichtigt wurden.

Ein Vergleich des spezifischen Aufkommens an sperrigen Abfällen in Abbildung 20 zeigt, dass bei ASZ mit hoher Getrennterfassung das gemischt erfasste Sperrabfallaufkommen geringer ausfällt, während das Aufkommen an getrennt erfassten, vorwiegend sperrigen Abfällen deutlich steigt.

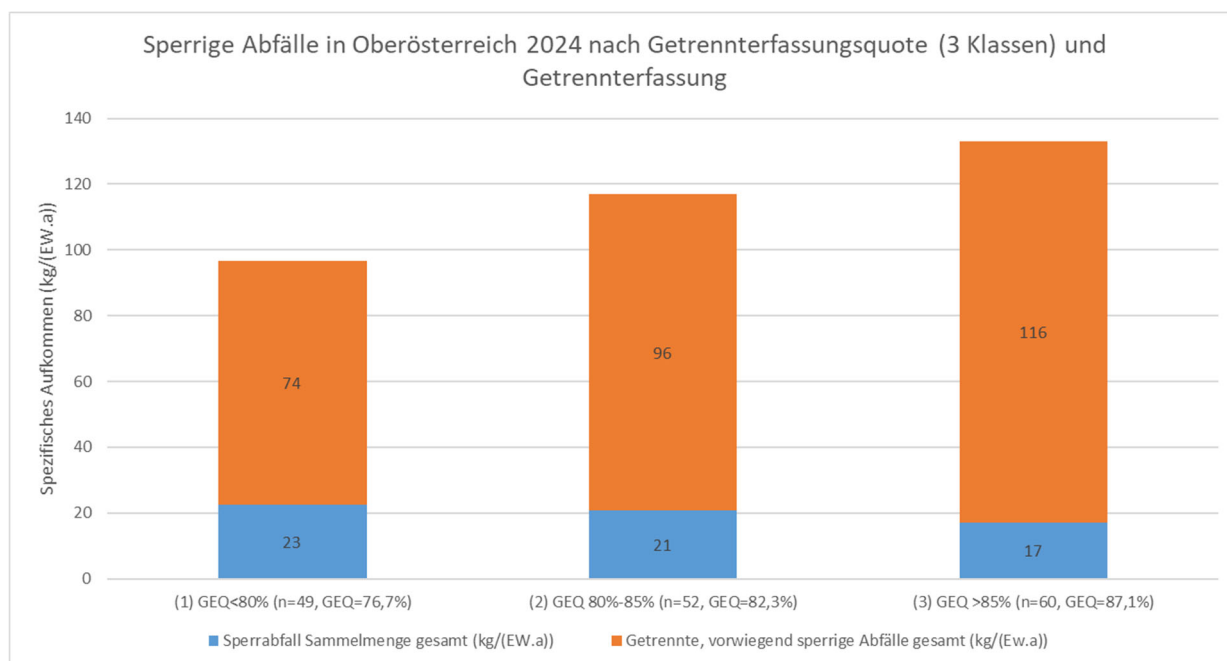


Abbildung 20: Spezifisches Sperrabfallaufkommen nach Getrennterfassungsquote und gemischt und getrennt erfassten sperrigen Abfällen in kg/(Ew.a)

Der Vergleich der Sperrabfallzusammensetzung zeigt, dass vor allem die Gruppe der ASZ mit über 85% Getrennterfassungsquote hervorsticht. Wie bei besserer Getrennterfassung erwartbar, fällt der Anteil von „echtem“ Sperrabfall bzw. Sperrabfall (SOLL) am höchsten bzw. bei Restmüll und Wertstoffen am niedrigsten aus. Zwischen den ASZ-Gruppen unter 80% bzw. 80% bis 85% Getrennterfassung zeigt sich kein deutliches Bild. Bei den abschöpfbaren Wertstoffen zeigt sich, dass die Abschöpfung bei EBS-Fractionen signifikant ist. Demnach könnten in den beiden Gruppen mit unter 85% Getrennterfassung ca. 3 bis 6 Prozentpunkte des gesamten Sperrabfallaufkommens bei entsprechendem Angebot getrennt erfassbar sein.

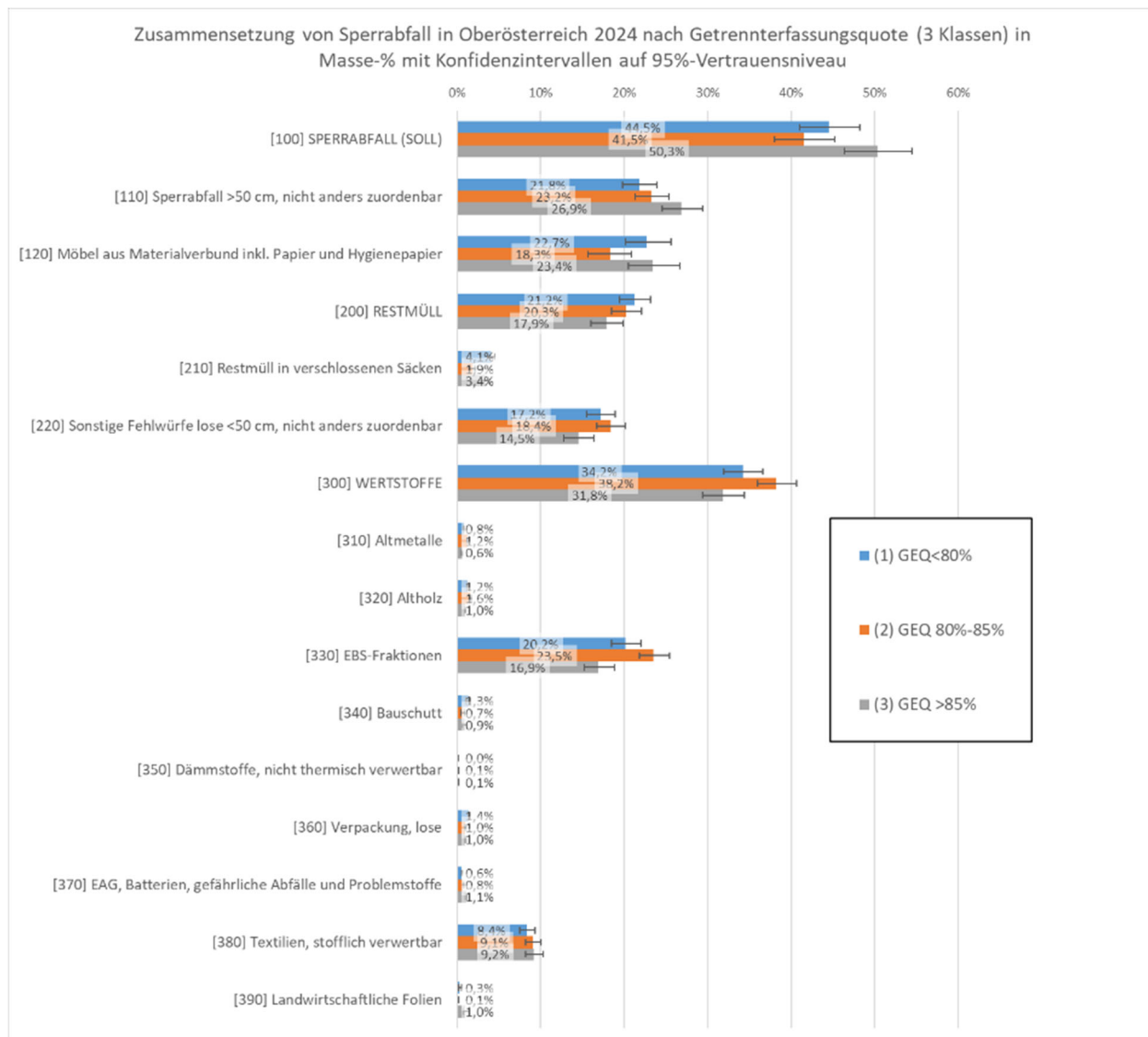


Abbildung 21: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Getrennterfassungsquote (3 Klassen) (in Masse-%)

6.3.3 Getrennterfassung von EBS-Fraktionen

Die Getrennterfassung von EBS-Fraktionen, die laut Tabelle 2 die Fraktionen Matratzen, Teppiche, Hartkunststoffe und thermisch verwertbare Dämmstoffe umfassen, erfolgt derzeit in 30 Altstoffsammelzentren in den vier Bezirken Gmunden, Grieskirchen, Vöcklabruck und Ried im Innkreis. In den Bezirken Grieskirchen und Vöcklabruck erfolgt die EBS-Getrennterfassung flächendeckend für alle ASZ. Abbildung 22 zeigt, dass die Sperrabfallproben trotz Nicht-Teilnahme eines dieser Bezirke (Bezirk Ried) repräsentativ gezogen wurden.

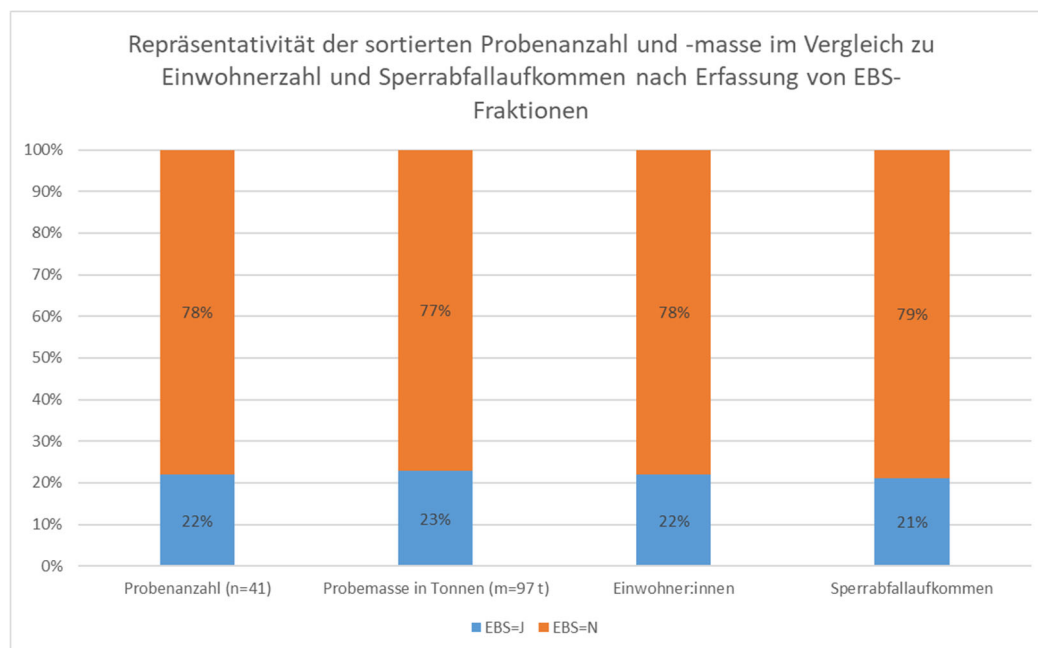


Abbildung 22: Repräsentativität nach Getrennterfassung von EBS-Fraktionen

Abbildung 23 zeigt den deutlichen Mengeneffekt durch die EBS-Getrennterfassung, die bei ASZ ohne derzeitiger EBS-Getrennterfassung die Abschöpfung von bis zu 13% des Sperrabfallaufkommens erwarten lässt. Bei einer angenommenen Reduktion um 13% für diese ASZ entspräche das einer Sperrabfallabschöpfung von ca. 3.200 Tonnen pro Jahr bzw. 10% des landesweiten Sperrabfallaufkommens.

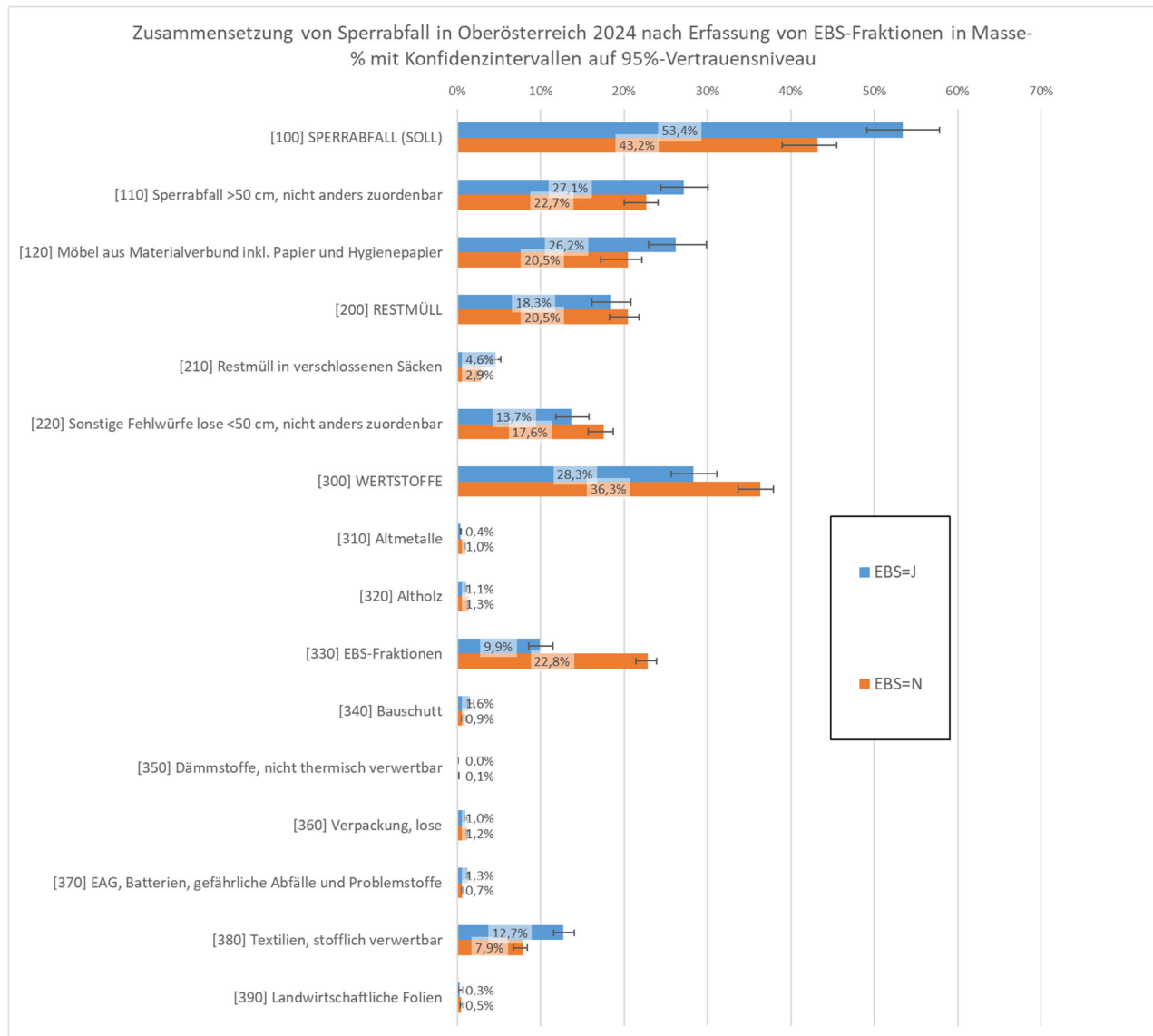


Abbildung 23: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Erfassung von EBS-Fraktionen (in Masse-%)

Mengenrelevante EBS-Fractionen sind Matratzen und Hartkunststoffe, während Teppiche und Dämmstoffe untergeordnet sind (s. Abbildung 24).

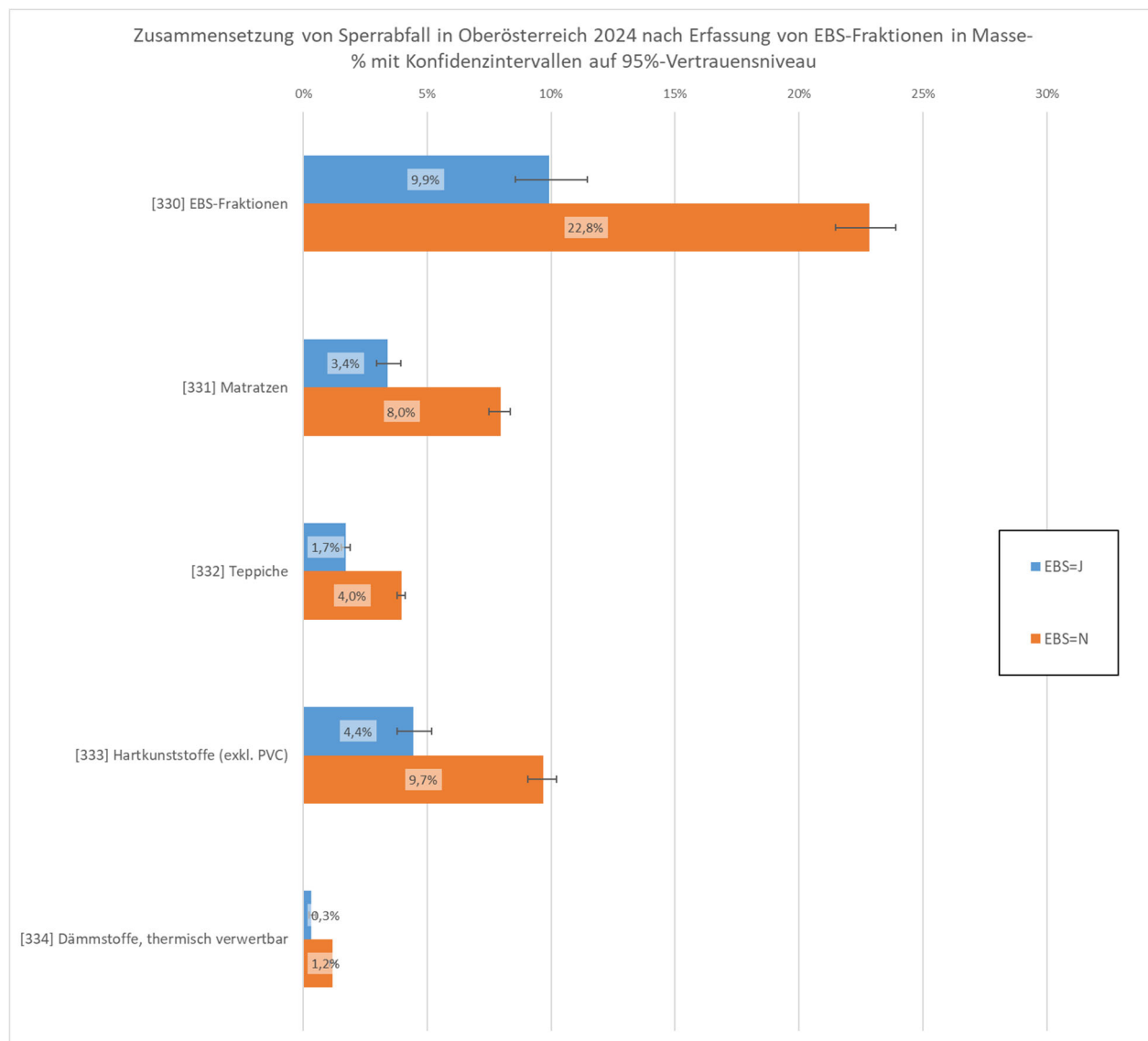


Abbildung 24: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 von EBS-Fractionen nach Getrennterfassung von EBS-Fractionen (in Masse-%)

6.3.4 Getrennterfassung von Hartkunststoffen

Im Gegensatz zur Getrennterfassung von EBS-Fractionen zeigen sich bei ASZ mit getrennt erfassten Hartkunststoffen, so wie das von 75 ASZ in 14 Bezirken praktiziert wird, keine signifikanten Mengeneffekte (s. Abbildung 25). Weiterführende Auswertungen wie z.B. der Vergleich innerhalb der Stadt-Land-Unterteilungen zeigen ebenfalls keine signifikanten Ergebnisse.

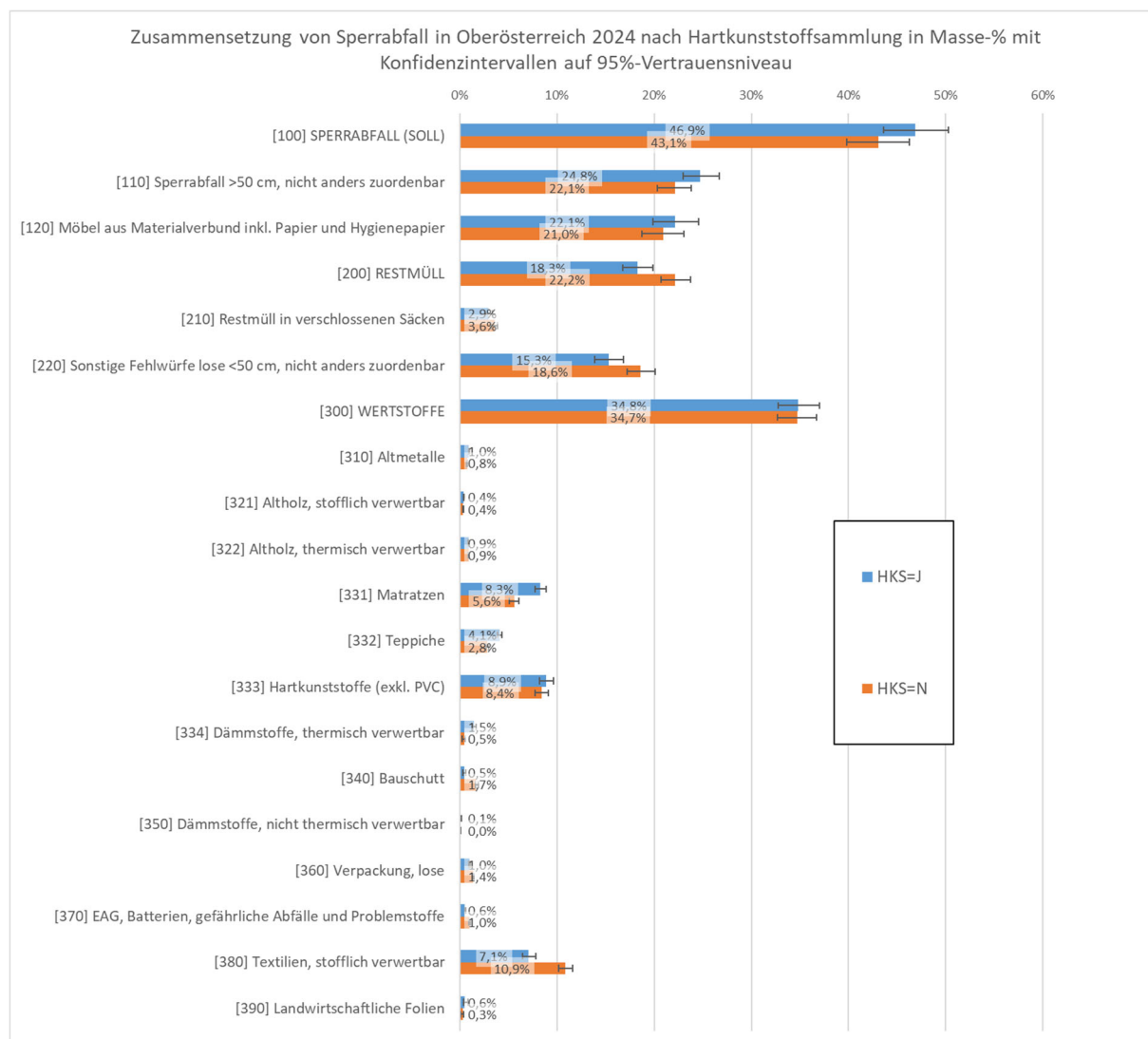


Abbildung 25: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Erfassung von Hartkunststoffen (in Masse-%)

6.4 Sperrabfallzusammensetzung nach Containertyp

In vier Bezirken (Kirchdorf, Perg, Steyr-Land und Urfahr-Umgebung) wird Sperrabfall überwiegend mit Presscontainern gesammelt, während ansonsten Großraumcontainer mit offener Schüttung verwendet werden. Die Art der Erfassung sollte per se keinen Einfluss auf den Wertstoffanteil haben, sehr wohl aber auf die Verteilung der nicht verwertbaren Sperrabfallfraktionen über bzw. unter 50 cm Kantenlänge. Abbildung 26 belegt diese Vermutung mit einer deutlichen Mengenverschiebung von 10% bis 14% des Sperrabfallaufkommens von der Fraktionsgruppe ‚Sperrabfall (Soll)‘ zu ‚Restmüll‘ mit Kantenlänge unter 50 cm. Bezüglich des Wertstoffanteils zeigen sich nur schwach signifikante Unterschiede, damit keine Verfälschung bezüglich der Schätzung der Wertstoffanteile.

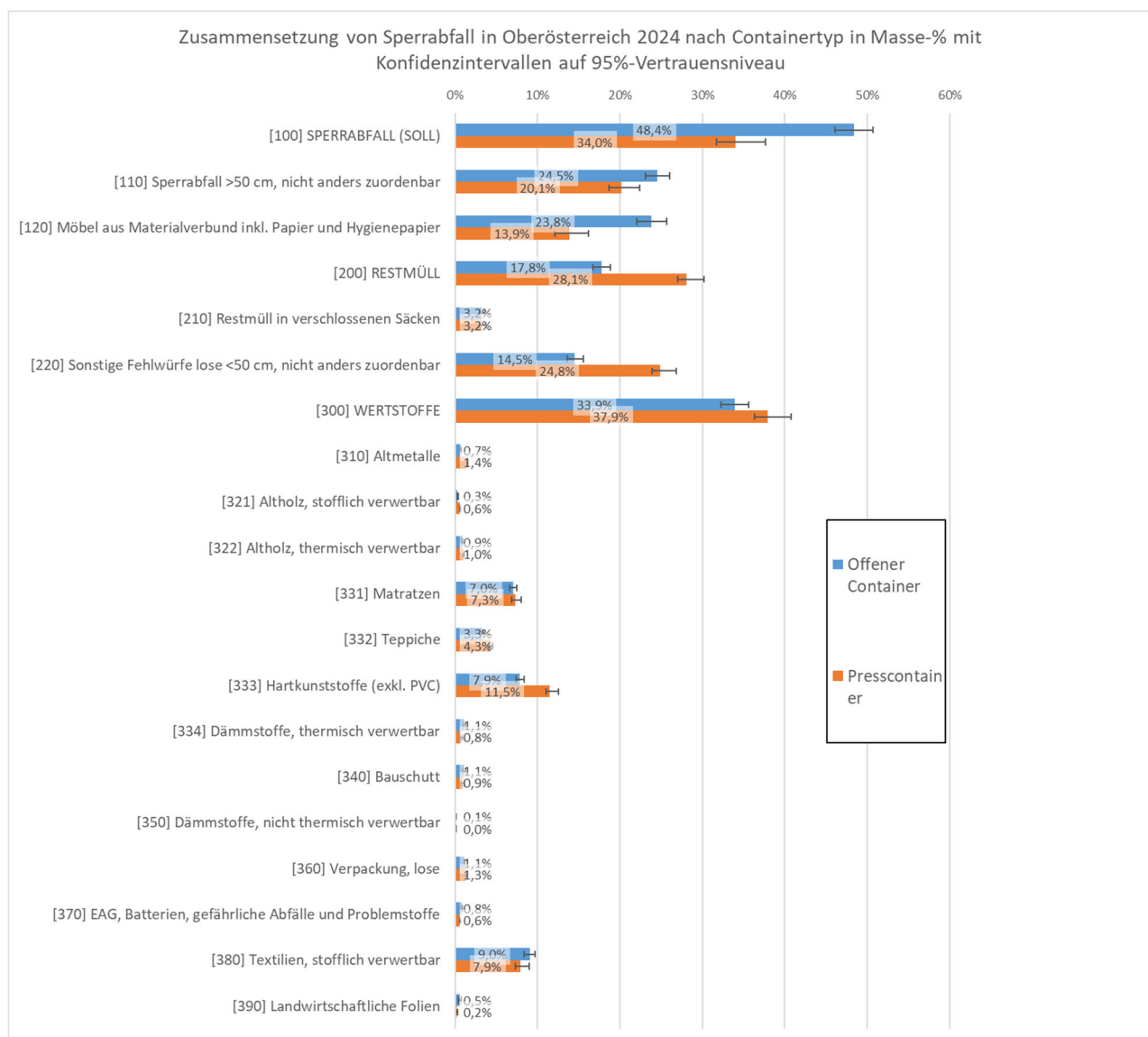


Abbildung 26: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach Containertyp (in Masse-%)

6.5 Erlaubte Erfassung von Restmüll als Sperrabfall

In 38 oberösterreichischen ASZ darf Restmüll nicht als Sperrabfall erfasst werden, wobei die Übernahme vom Gewerbe teils kostenpflichtig akzeptiert wird. In sonstigen ASZ darf Restmüll als Sperrabfall erfasst werden, beim Großteil (97 ASZ) kostenpflichtig.

Laut Abbildung 27 zeigen sich beim Restmüllanteil im Sperrabfall keine signifikanten Unterschiede, sehr wohl jedoch beim Anteil von ‚Sperrabfall (Soll)‘ sowie Wertstoffanteil. In ASZ ohne erlaubter Restmüllererfassung sind die Wertstoffanteile deutlich niedriger bzw. der Anteil von Sperrabfall (Soll) entsprechend höher.

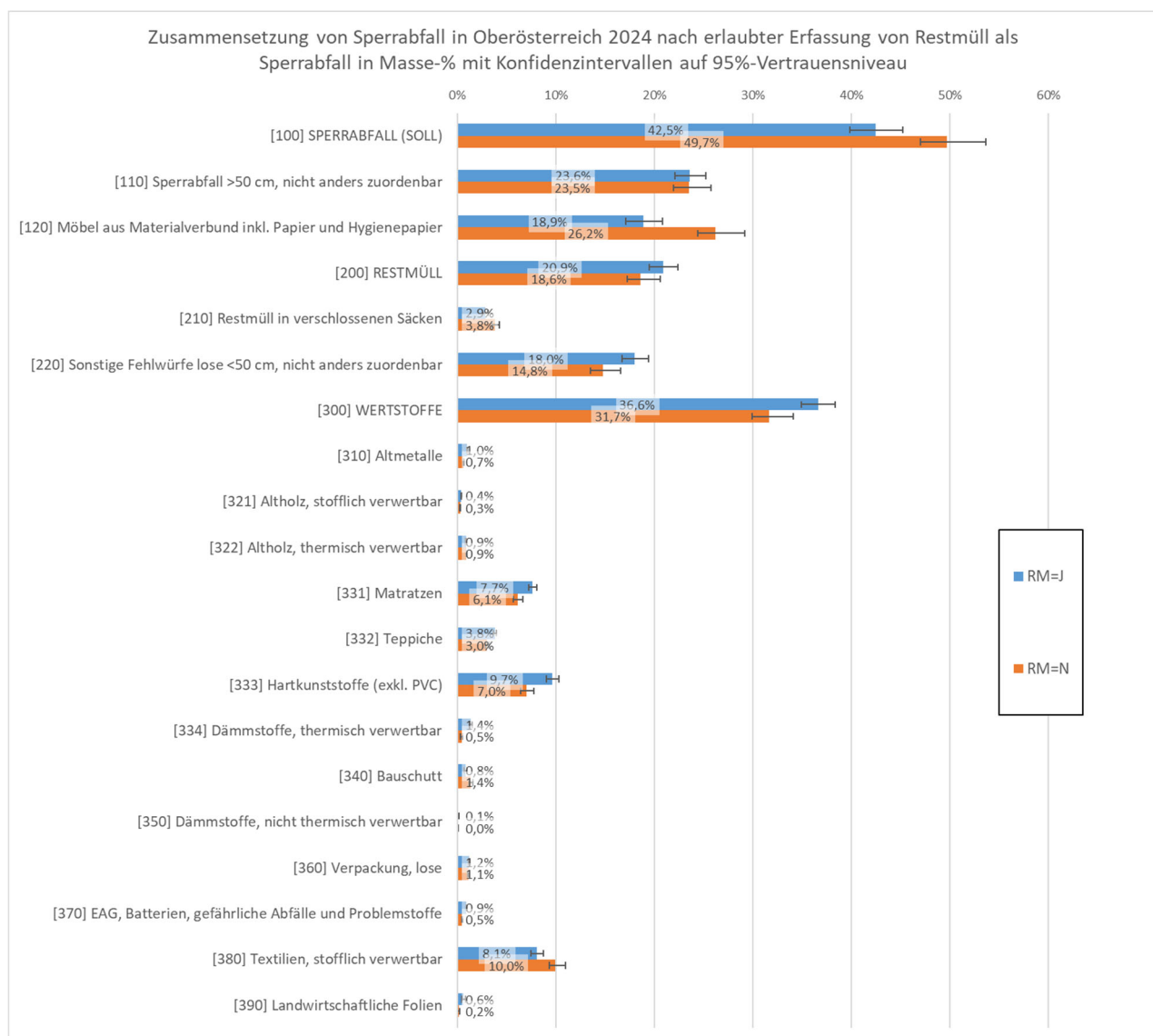


Abbildung 27: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach erlaubter Erfassung von Restmüll als Sperrabfall (in Masse-%)

6.6 Bezirksvergleich

Die Sperrabfallzusammensetzung nach 13 teilnehmenden Bezirken in Abbildung 28 zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Bezirken. Gleicht man diesen Vergleich mit Unterschieden bei der Sperrabfalleffassung auf Basis der vorherigen Abschnitte ab, fällt auf, dass die beiden Bezirke mit flächendeckender EBS-Getrennterfassung (GR, VB) die höchsten Anteile bei ‚Sperrabfall (Soll)‘ bzw. die niedrigsten Wertstoffanteile aufweisen. Bezüglich der Containersammlung fallen in Bezirken mit bezirksweise fast vollständiger Presscontainernutzung (KI, SE, PE, UU) hohe Restmüllanteile bzw. niedrige Anteile von Sperrabfall (Soll) auf, wobei die Unterschiede hauptsächlich auf das Pressen und Zerkleinern des Sperrabfalls und nicht auf die Erfassung von Sperrabfall und Restmüll zurückzuführen sind.

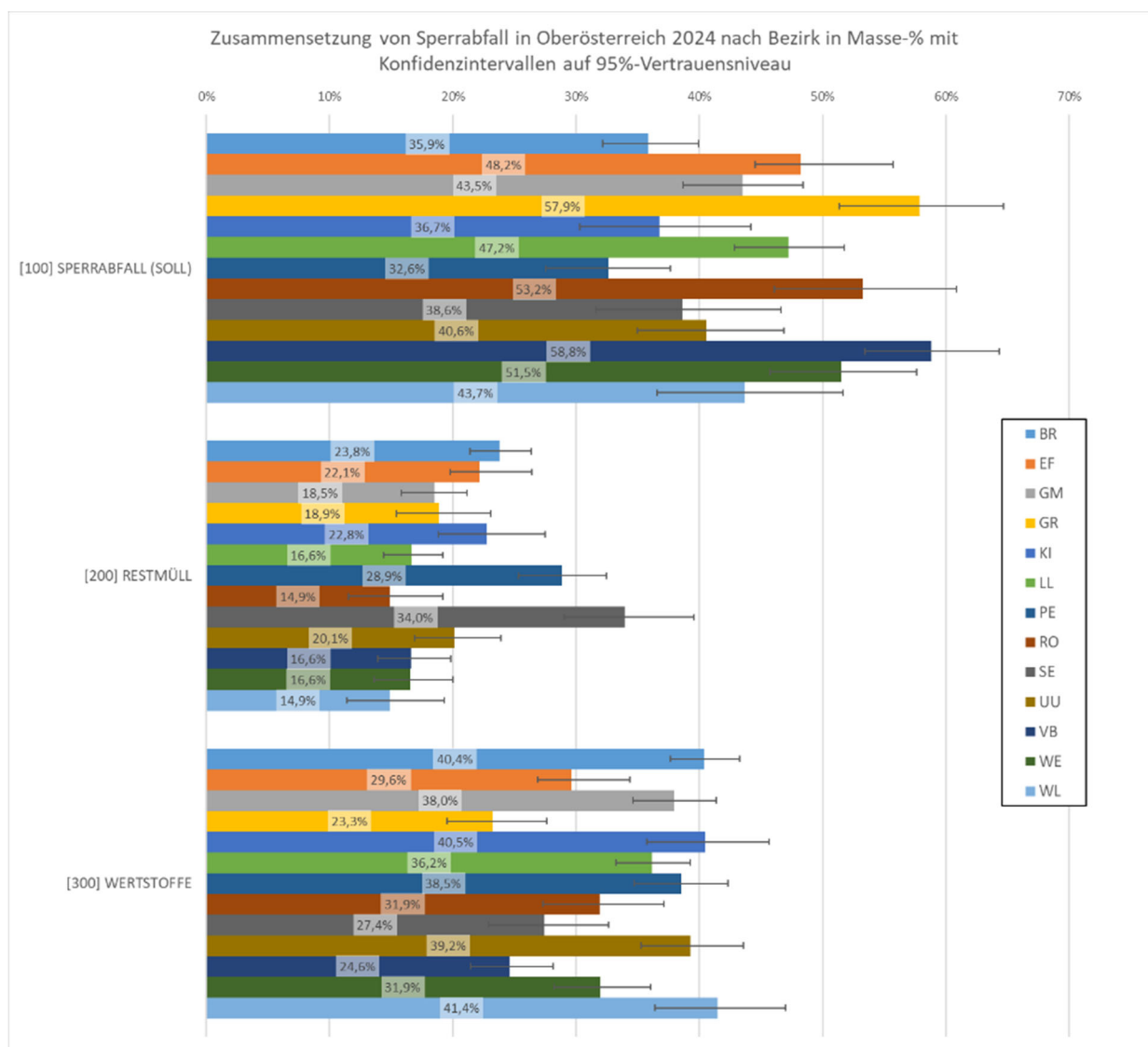


Abbildung 28: Sperrabfallzusammensetzung im Land Oberösterreich 2024 nach teilnehmenden Bezirken auf Basis der entnommenen Einzelstichproben (in Masse-%)

7 Rechnerische Ermittlung des mittleren Heizwertes sowie dessen Bandbreite vom Sperrabfall

7.1 Zielsetzung und Grundlage

Basierend auf den vorliegenden Analysenergebnisse war der mittlere Heizwert sowie die Heizwertbandbreite des oberösterreichischen Sperrabfalls rechnerisch, also ohne laboranalytische Bestimmung, durchzuführen. Nachfolgende zugrundeliegende Formel

$$H_{u,roh} = \frac{(100-w) \cdot (Brennwert - 24,41 \cdot g \cdot H)}{100} - 24,41 \cdot w \quad (\text{Formel 1})$$

auf Basis vom Wassergehalt w , Wasserstoffgehalt H , sowie *Brennwert* bzw. oberer Heizwert (H_o) war dabei anzuwenden. Grundlage für die Heizwertermittlung bildet dabei die Formel von Boie mit

$$H_u = (34800 \xi_C + 93800 \xi_H + 10460 \xi_S + 6280 \xi_N + 10800 \xi_O - 2450 \xi_{H_2O}) \frac{kJ}{kg} \quad (\text{Formel 2})$$

bzw.

$$H_o = (34800 \xi_C + 115910 \xi_H + 10460 \xi_S + 6280 \xi_N + 10800 \xi_O) \frac{kJ}{kg} \quad (\text{Formel 3})$$

für den unteren bzw. oberen Heizwert (*Brennwert*) auf Basis der Massenanteile aus der Elementarzusammensetzung ξ für die Elemente Kohlenstoff C , Wasserstoff H , Schwefel S , Stickstoff N , Sauerstoff O und Wasser H_2O . Alternativ zu einer relativ aufwendigen Elementaranalyse kann der untere Heizwert laboranalytisch nur mittels Kalorimeter bestimmt werden. Der obere Heizwert bzw. *Brennwert* wird in der Laborpraxis laut z.B. DIN 51900 oder DIN EN 15400 nicht laboranalytisch bestimmt, sondern auf Basis der Ermittlung von unterem Heizwert und Wassergehalt mittels Formeln 2 und 3 berechnet.

7.2 Fraktionsspezifische Heizwertparameter auf Basis der Literatur

Auf Basis der anzuwendenden $H_{u,roh} = \frac{(100-w) \cdot (Brennwert - 24,41 \cdot g \cdot H)}{100} - 24,41 \cdot w$

(Formel 1 mit explizitem Verweis auf den Wasserstoffgehalt ergäbe sich somit, dass für die Literaturrecherche nur Ergebnisse von Elementaranalysen von Abfallarten mit Relevanz für Sperrabfall heranzuziehen sind. Nach intensiver Literaturrecherche und Heranziehen von direkten Informationen von fünf ausgewiesenen, langjährigen Expert*innen von Universität für Bodenkultur Wien sowie der Technischen Universität Wien konnte leider nur eine wissenschaftliche Arbeit (Kost, 2001) mit zugrundeliegender, selbst durchgeführter Elementaranalyse mit Detaillierungsgrad auf Abfallgruppen bzw. Produktgruppenebene herangezogen werden. Diese und weitere verwendete Quellen sind in Tabelle 4 aufgelistet. Die dürftige Datenlage lässt sich so erklären, dass der Aufwand für Elementaranalysen für jedes der fünf relevanten, chemischen Elemente laut Formel 3 sehr hoch ist, und laut Kost (2001) selten von einem einzelnen Labor komplett für alle fünf Elemente abgedeckt werden kann. Weiters ist das Interesse an Elementaranalysen für Abfallströme bis Ende der 1990er Jahre merklich abgeflaut, womit der Fokus nur mehr auf der einfacher durchzuführenden Heizwertbestimmung mittels Kalorimeter lag. Auch in diesem Bereich ist jedoch zu erwähnen, dass im deutschsprachigen Raum vermutlich weniger als 10 Labors dazu in der Lage sind. Zu berücksichtigen ist weiters, dass die isolierte Betrachtung von Fraktionen von Sperrabfall eine Kombination von Abfallanalysen und Elementaranalysen erfordert. Beide Schritte sind sehr aufwendig.

Von den verwendeten Quellen ist neben Kost (2001) noch Beilicke (2015) sehr relevant, der die Heizwertbestimmung von ca. 700 Materialien zum Zweck der Brandlastberechnung beinhaltet.

Tabelle 4: Quellen für ermittelte Heizwerte und Elementarzusammensetzung bezüglich sperrabfallrelevanter Materialien

Quellen-ID	Quellenangabe	Analytische Methode	Untersuchungsgegenstand, Detailtiefe und Umfang
[1]	AVN (1995) Machbarkeitsstudie zur thermischen Abfallverwertung in Niederösterreich	Heizwertbestimmung (Kalorimeter)	Hausabfall und Sperrabfall, differenziert nach Herkunft (Haushalte, Gewerbe)
[2]	Beilicke, Bert (2015) Bautechnischer Brandschutz – Brandlastberechnung. Beilicke Brandschutz Verlag.	Heizwertbestimmung (Kalorimeter)	Materialen auf Produktebene (ca. 700)
[3]	Kost, Thomas (2001) Brennstofftechnische Charakterisierung von Haushaltsabfällen. Dissertation an der technischen Universität Dresden. Schriftenreihe des Instituts für Abfallwirtschaft und Altlasten, Technische Universität Dresden.	Elementaranalyse	Haushaltsabfälle (32 Fraktionen auf 3 Differenzierungsebenen)
[4]	Land Steiermark (2015) Thermische Abfallbehandlung – Brennwert/Heizwert. https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10009935/4336040/	k.A.	k.A.
[5]	Scholz, R; Beckmann, M; Schulenburg, F (2001) Abfallbehandlung in thermischen Verfahren. Hrsg. Bahadir, M.; Collins, H.-J., Hock, B. Verlag B.G. Teubner-Reihe UMWELT, 1. Auflage, 2001, ISBN 3-519-00402-x	Elementaranalyse	Siedlungsabfall

Die Ermittlung der mittleren unteren Heizwerte und Heizwertbandbreiten erfolgte in folgenden Schritten nämlich,

- den Übertrag der Elementarzusammensetzung für Rohmaterial für sperrabfallrelevante Fraktionen auf Basis von Kost (2001), wobei nachfolgend nur Wasserstoffgehalt und Wassergehalt, nicht aber jene für Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel dargestellt sind,
- den Übertrag von mittleren, unteren Heizwerten sowie Schwankungsbreiten der sonstigen Quellen, und
- Auswahl von zu verwendenden mittleren, unteren Heizwerten und Schwankungsbreiten auf Ebene der Fraktionseinteilung in Tabelle 2 für die Ermittlung für oberösterreichischen Sperrabfall.

Tabelle 5: Heizwerte, Wasserstoffgehalt und Wassergehalt für relevanten Materialien nach Quellen mit Relevanz für Sperrabfall, Restmüll und Altmetalle

Abfallgruppe laut Tabelle 2	Quelle	Unterer Heizwert (H _u)		Oberer Heizwert (H _o bzw. Brennwert)	Wasserstoffgehalt		Wassergehalt	
		Wert (MJ/kg)	SB (MJ/kg)		Wert (MJ/kg)	Massen-anteil (%)	SB (%)	Massen-anteil (%)
Abfallart bzw. Produkt	[ID lt. Tabelle 4]	Wert (MJ/kg)	SB (MJ/kg)	Wert (MJ/kg)	Massen-anteil (%)	SB (%)	Massen-anteil (%)	SB (%)
[110] Sperrabfall >50 cm, nicht anders zuordenbar								
Siedlungsabfälle	[5]	11,0	4,0	12,5	4,5%	0,5%	25%	10%
Sperrabfall	[1]	12,5						
Faltboot	[2]	27,4						
Federkernmatratze	[2]	6,9						
Gummi	[2]	37,8						
Gymnastikartikel	[2]	20,9						
Linoleum	[2]	20,9						
Turngeräte	[2]	20,9						
Verbundfenster	[2]	6,5						
Gewählt		12,0	4,0					
[120] Möbel aus Materialverbund inkl. Papier und Hygienepapier								
Möbel, lufttrocken	[2]	15,8						
Kleinformel aus Holz	[2]	17,3						
Campingmöbel	[2]	20,9						
Altpapier	[2]	16,2	1,8					
Bücher	[2]	16,9						
Korb- und Flechtwaren	[2]	16,9						
Polstermöbel mit PUR-Weichschaum und Holz	[2]	19,1						
Toilettenpapier	[2]	17,6						
PPK	[3]	7,2	1,7	9,4	3,4%	0,6%	38%	10%
Gewählt		16,0	3,0					
[200] Restmüll								
Siedlungsabfälle	[5]	11,0	4,0	12,5	4,5%	0,5%	25%	10%
Restmüll	[1]	8,0						
Restmüll	[4]	9,5	1,5					
Gewählt		9,0	2,0					
[310] Altmetalle								
Gewählt		0,0	0,0					

Tabelle 6: Heizwerte, Wasserstoffgehalt und Wassergehalt für relevanten Materialien nach Quellen mit Relevanz für Altholz, EBS-Fractionen und Bauschutt

Abfallgruppe laut Tabelle 2	Quelle	Unterer Heizwert (H _u)		Oberer Heizwert (H _o bzw. Brennwert)	Wasserstoffgehalt		Wassergehalt	
		Wert (MJ/kg)	SB (MJ/kg)		Massen-anteil (%)	SB (%)	Massen-anteil (%)	SB (%)
Abfallart bzw. Produkt	[ID lt. Tabelle 4]							
[331] Matratzen								
Kinderbettmatratze (Schaumstoff)	[2]	17,6						
Naturkautschuk	[2]	42,5						
Polyurethan-Hartschaum	[2]	24,1						
Schaumgummi	[2]	33,5						
Gewählt		25,0	5,0					
[332] Teppiche								
Teppiche (Restmüll)	[3]	19,7	3,1	22,1	6,2%	0,9%	9%	3%
Teppich	[2]	23,0						
Gewählt		21,0	3,0					
[333] Hartkunststoffe (exkl. PVC)								
Sonstige Kunststoffe (Nicht-Folien)	[3]	25,2	4,5	29,7	7,7%	1,9%	3%	1%
Gartenmöbel (Kunststoff)	[2]	20,9						
Spielzeug, Plastik- und Gummi-	[2]	27,4						
Plexiglas	[2]	28,1	0,7					
Kunststoffkübel	[2]	20,7						
Gewählt		25,0	4,0					
[334] Dämmstoffe, thermisch verwertbar								
Bauplatten mit Holzwolle	[2]	8,3						
Holzwolle	[2]	16,9						
Holzwolleleichtbauplatten	[2]	6,5						
EPS, XPS (Styropor)	[2]	38,2	1,9					
Isoliermaterial	[2]	23,8						
Isolierwolle	[2]	18,7						
Bitumendachpappe	[2]	19,1	1,8					
Dachpappe	[2]	20,9	3,6					
Gewählt		30,0	5,0					
[340] Bauschutt								
Gewählt		0,0						

Tabelle 7: Heizwerte, Wasserstoffgehalt und Wassergehalt für relevanten Materialien nach Quellen mit Relevanz für sonstige Fraktionen im Sperrabfall

Abfallgruppe laut Tabelle 2	Quelle	Unterer Heizwert (H _u)		Oberer Heizwert (H _o bzw. Brennwert)	Wasserstoffgehalt		Wassergehalt	
		Wert (MJ/kg)	SB (MJ/kg)		Massen-anteil (%)	SB (%)	Massen-anteil (%)	SB (%)
Abfallart bzw. Produkt	[ID lt. Tabelle 4]							
[350] Dämmstoffe, nicht thermisch verwertbar								

Glaswolle, Steinwolle, Mineralwolle, Kamelit (Künstliche Mineralfasern, KMF)		0,0	0,0					
Gewählt		0,0						
[360] Verpackung, lose								
Kunststoffverpackungen, Folien	[3]	20,9	3,7	25,3	7,6%	1,0%	25%	4%
Folie (Verpackung)	[2]	25,9						
Karton	[2]	15,1						
Pappe	[2]	16,9						
Glasverpackungen		0,0						
Gewählt		20,0	5,0					
[370] EAG, Batterien, gefährliche Abfälle und Problemstoffe								
Elektroschrott	[3]	9,2	1,6	9,9	2,5%	0,6%	0%	0%
Gewählt		9,0	2,0					
[380] Textilien, stofflich verwertbar								
Textilien (Textilien, Teppiche, Schuhe) im Restmüll	[3]	13,8	5,6	16,7	5,0%	1,5%	23%	14%
Arbeitsschuhe	[2]	20,2						
Baumwolle	[2]	16,2	1,1					
Bekleidungstextilien	[2]	22,3						
Kleider	[2]	19,1	1,8					
Kunstleder	[2]	21,6	3,6					
Polyacrylfasern	[2]	29,5						
Polyamidfasern	[2]	28,1	1,8					
Polyesterfaser	[2]	22,7						
Polyethylenfaser	[2]	43,6						
Polystyrenfaser	[2]	20,9						
Sportschuhe	[2]	19,8						
Sporttextilien	[2]	18,7						
Gewählt		20,0	4,0					
[390] Landwirtschaftliche Folien								
Kunststoffverpackungen, Folien	[3]	20,9	3,7	34,6	7,6%	1,0%	25%	4%
Kunststoff-Nichtverpackungen, Folien	[3]	16,6	3,7	33,1	6,2%	1,1%	36%	8%
Gewählt		17,0	4,0					

7.3 Gewählte, fraktionsspezifische Heizwertparameter

Die auf Basis der Literaturwerte und Mengenrelevanz gewählten Heizwertparameter nach Fraktionen sind in Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: Gewählte fraktionsspezifische untere Heizwerte inklusive Schwankungsbreite in MJ/kg

Fraktionsgruppen laut Tabelle 2	Unterer Heizwert (H _u) (MJ/kg)	Schwankungsbreite (MJ/kg)
[100] Sperrabfall		
[110] Sperrabfall >50 cm, nicht anders zuordenbar	12	4
[120] Möbel aus Materialverbund inkl. Papier und Hygienepapier	16	3
[200] Restmüll (gemischte, nicht-sperrige Siedlungsabfälle)	9	2
[300] Wertstoffe		
[310] Altmetalle	0	-
[320] Altholz, stofflich oder thermisch verwertbar	16	2
[330] EBS-Fractionen		
[331] Matratzen	25	5
[332] Teppiche	21	3
[333] Hartkunststoffe (exkl. PVC)	25	4
[334] Dämmstoffe, thermisch verwertbar	30	5
[340] Bauschutt	0	-
[350] Dämmstoffe, nicht thermisch verwertbar	0	-
[360] Verpackung, lose	20	5
[370] EAG, Batterien, gefährliche Abfälle und Problemstoffe	9	2
[380] Textilien, stofflich verwertbar	20	4
[390] Landwirtschaftliche Folien	17	4

7.4 Heizwerte und Heizwertbandbreiten auf Landesebene

Betrachtet man die Verteilung des zu erwartenden unteren Heizwerts, entfällt mehr als ein Drittel auf die Wertstoffe Matratzen, Hartkunststoffe und Textilien, während Möbel aus Materialverbund mit 22,3% Anteil den größten Anteil, der nicht verwertbaren Fraktionen ausmacht (Abbildung 29).

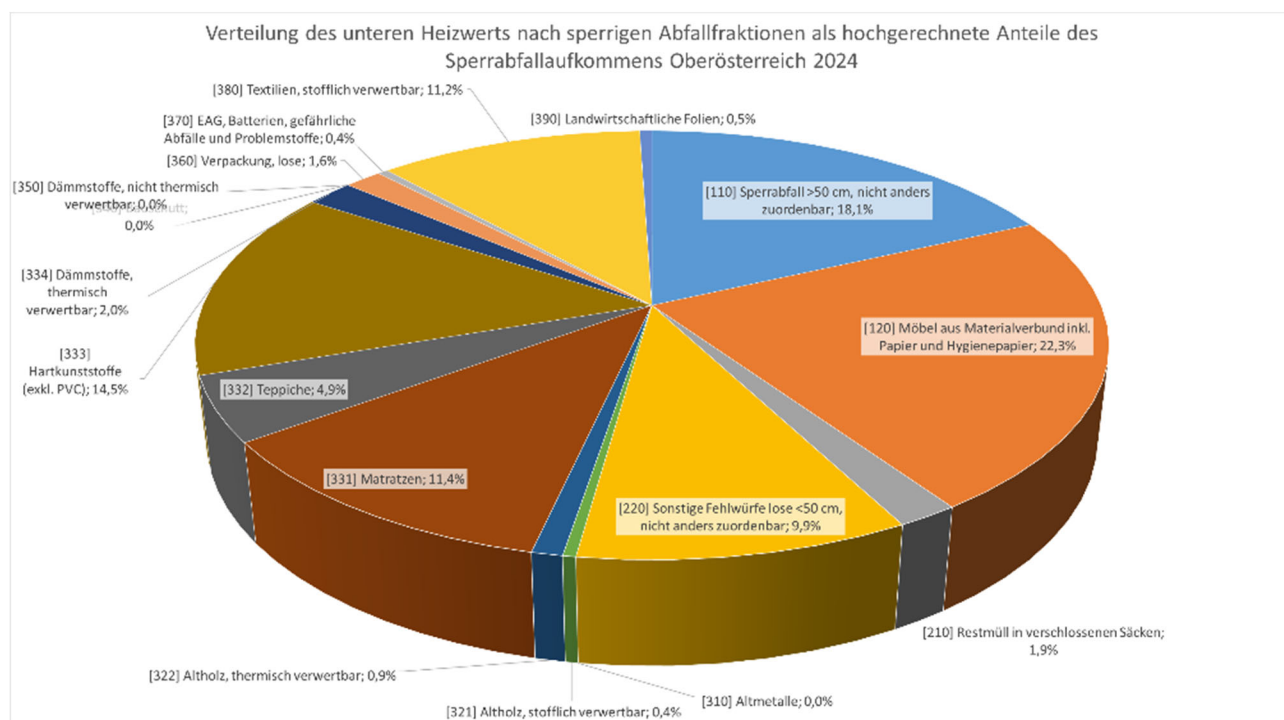


Abbildung 29: Verteilung des unteren Heizwerts nach sperrigen Abfallfraktionen als hochgerechnete Anteile des Sperrabfallaufkommens Oberösterreich 2024

Die Gegenüberstellung vom Aufkommen und Heizwert von sperrigen Fraktionen in Abbildung 30 zeigt die hohe Relevanz von Hartkunststoffen, Matratzen und Textilien. Trotz hohem Massenanteil, kommt dem Restmüllanteil geringe Relevanz für den Heizwert zu.

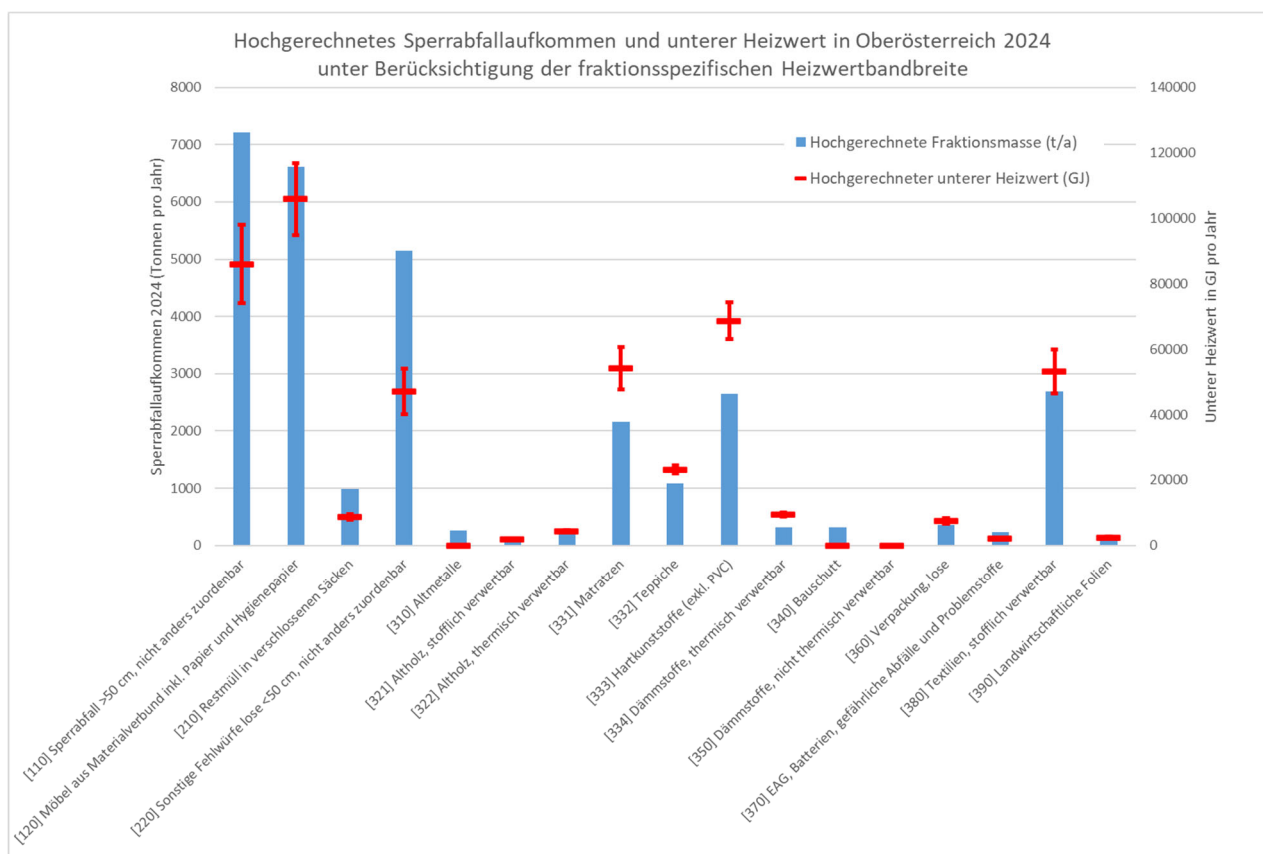


Abbildung 30: Hochgerechnetes Sperrabfallaufkommen und unterer Heizwert in Oberösterreich 2024 unter Berücksichtigung der fraktionsspezifischen Heizwertbandbreite

7.5 Heizwerte und Heizwertbandbreiten nach teilnehmenden Bezirken

Ein Vergleich von Aufkommens- und Heizwertanteilen in Abbildung 31 zeigt, dass Bezirke mit dominierender EBS-Getrennterfassung (GM, GR, VB) gegenüber dem gesamten Sperrabfallaufkommen, wie zu erwarten, geringere Heizwertanteile aufweisen. Noch deutlicher zeigt sich das beim Vergleich der mittleren Heizwerte in Abbildung 32.

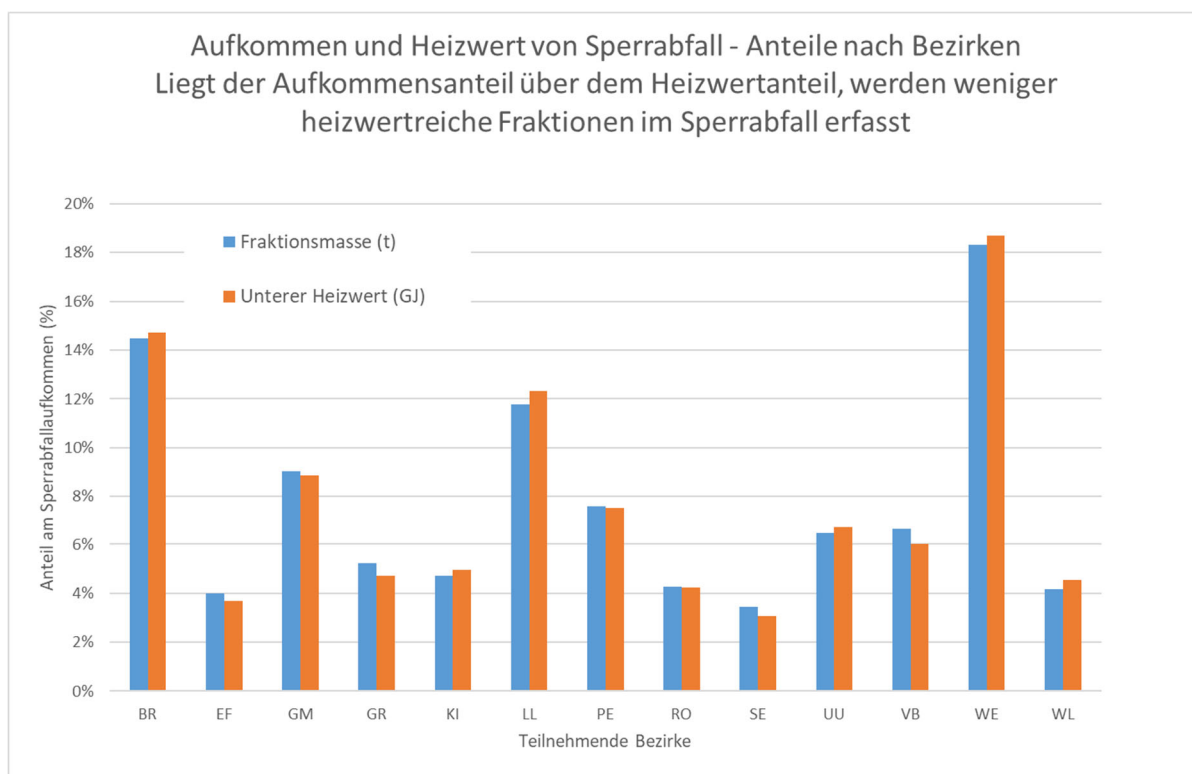


Abbildung 31: Aufkommen und Heizwert von Sperrabfall - Anteile nach teilnehmenden Bezirken: Liegt der Aufkommensanteil über dem Heizwertanteil, werden weniger heizwertreiche Fraktionen im Sperrabfall erfasst

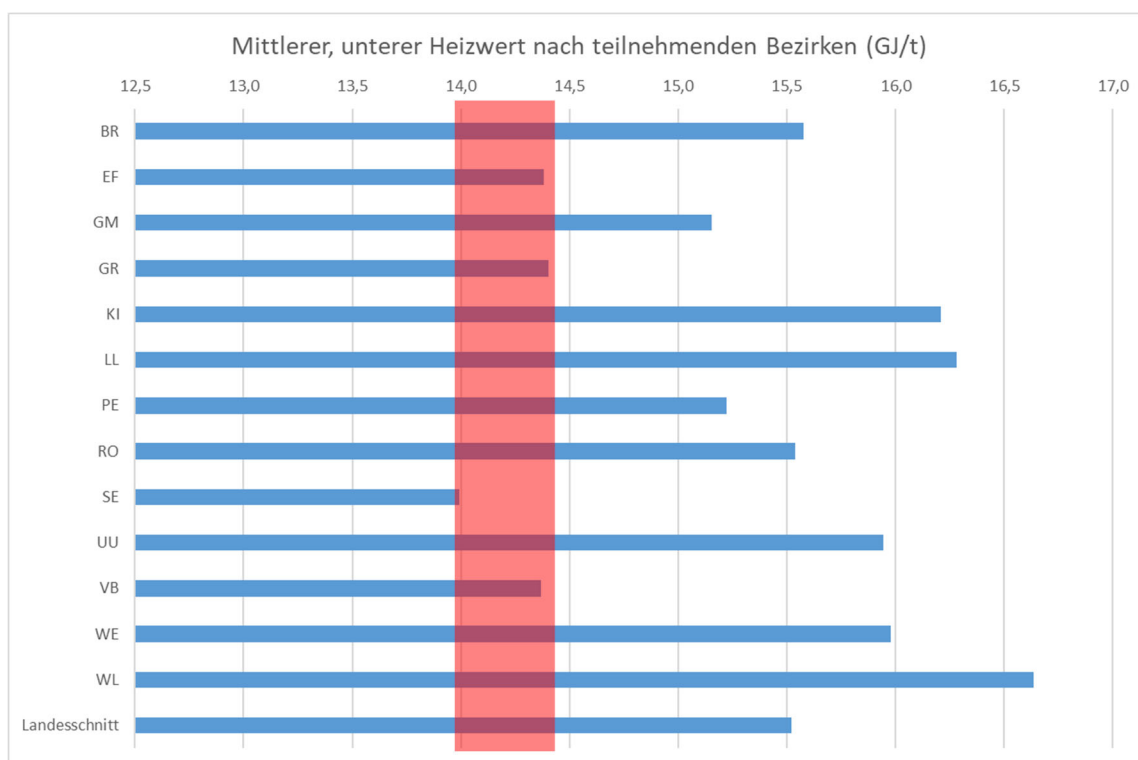


Abbildung 32: Mittlerer, unterer Heizwert nach teilnehmenden Bezirken auf Basis der entnommenen Einzelstichproben mit erreichbarem Bereich im Falle der Abschöpfung der EBS-Fraktion (GJ/t)

8 Schlussfolgerung und Handlungsempfehlungen

Das Ziel der Sperrabfallanalyse Oberösterreich 2024 war es, das abschöpfbare Potenzial an Wertstoffen zu quantifizieren und gezielte, regionalisierte Handlungsempfehlungen zu ermöglichen. Nachdem das Sperrabfallaufkommen seit der letzten Analyse 2009 von 28 kg/(Ew.a) auf 20,8 kg/(Ew.a) bzw. um 25% reduziert wurde, soll die Analyse der Sperrabfallzusammensetzung ein detaillierteres Bild liefern. Weiteres Ziel war die Abschätzung des mittleren Heizwertes und Heizwertbandbreite auf Landes- und Bezirksebene. Die Ergebnisse zeigen:

- Auf Landesebene entfällt ein Drittel des Sperrabfallaufkommens auf abschöpfbare Wertstoffe, wobei Matratzen, Hartkunststoffe und Textilien sowohl vom Massenanteil als auch vom Heizwert höchste Relevanz aufweisen. Unter Annahme der vollständigen Getrennterfassung aller abschöpfbarer Wertstoffe könnte das Pro-Kopf-Aufkommen von Sperrabfall von derzeit 20,8 auf 13,7 kg/(Ew.a) reduziert werden.
- Die Sperrabfallzusammensetzung 2024 hat sich gegenüber der letzten Analyse 2009 sowohl auf Landesebene und nach Stadt-Land-Unterteilung nicht wesentlich verändert, wiewohl das Gesamtaufkommen um ca. ein Viertel reduziert werden konnte.
- Als vielversprechendste Maßnahme für die Reduktion der Sperrabfallmengen und Abschöpfung von Wertstoffen ist die Getrennterfassung der EBS-Fractionen (Matratzen, Teppiche, Hartkunststoffe und Dämmstoffe) zu sehen, wobei bis zu ca. 10% des derzeitigen, landesweiten Sperrabfallaufkommens reduziert werden kann, wenn die derzeit flächendeckende EBS-Erfassung in derzeit zwei Bezirken auf den Rest des Bundeslandes erweitert würde.
- Deutlichen Einfluss auf die Sperrabfallzusammensetzung geht vom verwendeten Containertyp aus, da die Pressung in Presscontainern zur Zerkleinerung auf Restmüllgröße führt. Die Wertstoffanteile bleiben davon unberührt.
- Im Bezirksvergleich zeigt sich das hohe Abschöpfungspotenzial durch an ASZ angebotene Getrennterfassung von EBS-Fractionen.
- Der mittlere Heizwert von Sperrabfall variiert auf Bezirksebene zwischen 14 und 16,5 GJ pro Tonne, wobei die Getrennterfassung von heizwertreichen EBS-Fractionen zu deutlicher Senkung auf ca. 14,5 GJ/t beitragen dürfte.

Als Fazit zeigt sich, dass nach der erfolgreichen Reduktion von einem Viertel des Sperrabfallaufkommens seit 2009 weiteres realistisches Potenzial besteht, ungefähr ein Zehntel des Sperrabfallaufkommens, v.a. Matratzen und Hartkunststoffe, einer (gegen über der Verbrennung in Rostfeuerungsanlagen) höherwertigen thermischen Nutzung als Ersatzbrennstoff zuzuführen, sofern für hochwertige, stoffliche Verwertung dieser Materialien kein Sekundärrohstoffmarkt besteht.