

TEXTE

57/2026

Teilbericht 2.8

# Konzeptentwicklung für regelmäßige, gebündelte Abfalluntersuchungen zum Monitoring ausgewählter Abfallströme

## Papierkorbabfälle

von:

Jörg Wagner, Jan Reichenbach, Marko Günther  
INTECUS GmbH - Abfallwirtschaft und umweltintegratives Management, Dresden

Dr. Bertram Zwisele,  
ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH, Berlin

Herausgeber:

Umweltbundesamt



TEXTE 57/2026

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,  
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3723 31 103 1

Teilbericht 2.8

## **Konzeptentwicklung für regelmäßige, gebündelte Abfalluntersuchungen zum Monitoring ausgewählter Abfallströme**

Papierkorbabfälle

von

Jörg Wagner, Jan Reichenbach, Marko Günther  
INTECUS GmbH - Abfallwirtschaft und umweltintegratives  
Management, Dresden

Dr. Bertram Zwisele,  
ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt  
und Gesundheit GmbH, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
buergerservice@uba.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

### Durchführung der Studie:

ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH  
Karl-Heinrich-Ulrich-Str. 20a  
10785 Berlin

cyclos GmbH  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück

INTECUS GmbH – Abfallwirtschaft und umweltintegratives Management  
Pohlandstraße 17  
01309 Dresden

u.e.c. Berlin Umwelt- und Energie-Consult GmbH  
Levetzowstraße 10A  
10555 Berlin

Witzenhausen-Institut GmbH  
Werner-Eisenberg-Weg 1  
37213 Witzenhausen

### Abschlussdatum:

November 2024

### Redaktion:

Fachgebiet III 1.6 Kunststoffe und Verpackungen  
Dr. Franziska Krüger

### DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-8155>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2026

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen\*Autoren.

### **Kurzbeschreibung: Konzeptentwicklung für regelmäßige, gebündelte Abfalluntersuchungen zum Monitoring ausgewählter Abfallströme**

Das Ziel des Methodenkonzepts für regelmäßige, gebündelte Abfalluntersuchungen zum Monitoring ausgewählter Abfallströme ist es, den Verbleib von Abfallmengen in nicht-bestimmungsgemäßen Entsorgungspfaden – hier für Papierkorbabfälle – durch präzise Messungen zu erfassen und so die Effizienz der Stoffstromanalysen zu steigern. Es besteht ein wachsendes Interesse an der Rückverfolgbarkeit dieser Ströme, um Datenlücken zwischen den in Verkehr gebrachten Stoffstrommengen und der tatsächlichen Rückführung zu schließen.

Die Methodik zur Durchführung der Abfallanalysen umfasst Probenahme, Sortierung und die statistische Hochrechnung der Ergebnisse. Ein mehrstufiges und geschichtetes Stichprobenverfahren wird eingesetzt, um repräsentative Daten zu gewinnen, die regionale, saisonale und strukturelle Unterschiede in der Abfallzusammensetzung berücksichtigen. Die Probenahme erfolgt direkt an den Behältern und wird durch eine detaillierte, händische Sortierung in verschiedene Stoffgruppen ergänzt. Besondere Anforderungen an die technische Durchführung und Qualitätssicherung werden berücksichtigt. Die Stichprobenergebnisse werden in Kampagnen auf öRE-Ebene erfasst, analysiert und statistisch hochgerechnet. Ziel ist es, belastbare Daten zur Menge und stoffliche Zusammensetzung, die über die jeweiligen Entsorgungspfade anfallenden Abfälle zu erheben, die als Grundlage für die Erfüllung von Berichts- und Untersuchungspflichten, für das Monitoring sowie zur Optimierung der Recyclingmethoden dienen.

### **Abstract: Concept Development for Regular, Bundled Waste Analyses to Monitor Selected Waste Streams**

The aim of the methodological concept for regular, bundled waste analyses to monitor selected waste streams is to record the fate of waste quantities entering non-designated disposal pathways—specifically for waste from public waste bins—through precise measurements, thereby contributing to increased efficiency in material flow investigations.

There is growing interest in the traceability of these streams in order to close data gaps between the quantities of waste placed on the market and their actual recovery.

The methodology for conducting waste analyses includes sampling, sorting, and the statistical extrapolation of results. A multi-stage and stratified sampling procedure is used to obtain representative data that reflects regional, seasonal, and settlement-structure-related differences in waste composition.

Sampling is carried out directly at collection containers, followed by a detailed sorting process into different material groups. Special requirements regarding technical implementation and quality assurance are also taken into account. The sample results are collected, analyzed, and statistically extrapolated in campaigns at the level of public disposal providers (öRE). The goal is to obtain accurate and reliable data on the quantity and material composition of waste generated along various disposal routes, which serves as a basis for fulfilling reporting and investigation obligations, for monitoring, and for improving recycling methods.

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildungsverzeichnis.....   | 8  |
| Tabellenverzeichnis.....   | 8  |
| Abkürzungsverzeichnis.....   | 9  |
| 1 Zweck und Inhalt der Methodenbeschreibung für Papierkorbabfall.....  | 10 |
| 2 Untersuchungsgegenstand.....   | 11 |
| Teil A: Methodenbeschreibung Papierkorb-Analyse für das Entsorgungsgebiet der Kommunen .....                         | 13 |
| 3 Untersuchungsplanung (kommunale Ebene).....  | 14 |
| 3.1 Allgemeine Planungsdaten (Rahmendaten) .....   | 14 |
| 3.2 Untersuchungsspezifische Planungsdaten.....  | 15 |
| 3.2.1 Jahreszeitliche Einflüsse.....   | 15 |
| 3.2.2 Schichtung der Bebauungsstruktur (kommunale Ebene).....  | 16 |
| 3.2.3 Auswahl der Stichproben.....   | 16 |
| 3.2.3.1 Definition der Stichprobeneinheiten .....  | 16 |
| 3.2.3.2 Notwendiger Stichprobenumfang .....  | 16 |
| 3.2.3.3 Auswahl der Stichprobeneinheiten .....   | 16 |
| 4 Durchführung .....   | 19 |
| 4.1 Stichprobenahme.....   | 19 |
| 4.2 Siebung und Sortierung.....  | 19 |
| 4.3 Stoffgruppenkatalog und Besonderheiten bei der Zuordnung.....  | 20 |
| 5 Auswertung und Hochrechnung (kommunale-Ebene).....   | 25 |
| 5.1 Allgemeine Daten für Auswertung und Hochrechnung .....   | 25 |
| 5.2 Prinzip der mehrstufig geschichteten Hochrechnung .....  | 25 |
| 5.2.1 Hochrechnung der Stichprobenergebnisse auf Ebene von Kommunen (Kampagnen<br>und Gesamt).....                   | 25 |
| 5.2.1.1 Standardisierung der Behältervolumina je Stichprobeneinheit .....  | 25 |
| 5.2.1.2 Datenprüfung der Stichprobenergebnisse .....   | 26 |
| 5.2.2 Hochrechnung auf Schichten (örE-Ebene).....  | 27 |
| 5.2.3 Hochrechnung auf Kampagnen und Gesamt (örE-Ebene).....   | 27 |
| 6 Dokumentation und Ergebnisbericht (kommunale Ebene) .....  | 29 |
| 7 Qualitätssicherung.....  | 32 |
| Teil B: Methodenbeschreibung zur Zusammenführung und Hochrechnung der Abfallanalysen für<br>Gesamt Deutschland ..... | 34 |
| 8 Untersuchungsplanung (Bundesebene).....  | 35 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 8.1     | Untersuchungsspezifische Planungsdaten auf Bundesebene .....                   | 35 |
| 9       | Auswertung und Hochrechnung (Bundesebene) .....                                | 37 |
| 9.1     | Prinzip der mehrstufig geschichteten Hochrechnung .....                        | 37 |
| 9.2     | Vorgehensweise der mehrstufigen Hochrechnung nach Schichten und Kampagnen..... | 37 |
| 9.2.1   | Hochrechnung auf Deutschland Schichten (Kampagnen und Gesamt).....             | 37 |
| 9.2.1.1 | Hochrechnung auf Schichtebene DE.....  | 38 |
| 9.2.1.2 | Hochrechnung auf Kampagnenebene und DE-Gesamt .....                            | 38 |
| 10      | Dokumentation und Ergebnisbericht (Bundesebene).....                           | 40 |
| 11      | Qualitätssicherung.....  | 42 |
| 12      | Quellenverzeichnis .....   | 43 |
| A       | Anhang .....   | 44 |
| A.1     | Technische Voraussetzungen.....  | 44 |
| A.2     | Personelle Voraussetzungen.....  | 44 |
| A.3     | Arbeitsschutzbezogene Voraussetzungen .....                                    | 44 |

## Abbildungsverzeichnis

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Abbildung 1: | Schematische Darstellung der Zufallsauswahl für das geschichtete 3-stufige Modell der Zufallsauswahl je Kampagne - Papierkorbabfall ..... | 18 |
| Abbildung 2: | Schematische Darstellung der Zufallsauswahl für das geschichtete 3-stufige Modell der Zufallsauswahl je Kampagne - Papierkorbabfall ..... | 36 |

## Tabellenverzeichnis

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | Stoffgruppenkatalog Papierkorbabfälle für eine Standardanalyse .....             | 21 |
| Tabelle 2: | Darstellung der Ergebnisse der Kommunen nach Stoffgruppen und Schichten .....    | 30 |
| Tabelle 3: | Darstellung der Gesamtergebnisse auf kommunaler Ebene....                        | 31 |
| Tabelle 4: | Darstellung der Ergebnisse auf Bundesebene nach Stoffgruppen und Schichten ..... | 40 |
| Tabelle 5: | Darstellung der Gesamtergebnisse auf Bundesebene .....                           | 41 |

## Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung      | Erläuterung  |
|----------------|--|
| a              | Jahr   |
| Al             | Aluminium  |
| AVV            | Abfallverzeichnis-Verordnung   |
| BioStoffV      | Biostoffverordnung   |
| DE             | Deutschland  |
| Ew             | Einwohner  |
| EU             | Europäische Union  |
| Fe             | Eisen  |
| kg             | Kilogramm  |
| LAGA           | Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall   |
| LAGA PN 98     | Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen |
| LfULG          | Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  |
| LfU RLP        | Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz   |
| LMA            | Lebensmittelabfälle  |
| LV-Batterien   | Leichte Verkehrsmittel Batterien   |
| m <sup>3</sup> | Kubikmeter   |
| Mg             | Megagramm  |
| mm             | Millimeter   |
| NE             | nicht-eisenhaltig  |
| örE            | öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger   |
| ÖPNV           | öffentlicher Personennahverkehr  |
| PPK            | Papier, Pappe, Karton  |
| UBA            | Umweltbundesamt  |
| Wo             | Woche  |
| %              | Prozent  |

## 1 Zweck und Inhalt der Methodenbeschreibung für Papierkorbabfall

Für die Abfallströme Kunststoffverpackungen (Durchführungsverordnung Europäische Union (EU) 2023/595), Verpackungen (Entscheidung 2005/270/EG), Lebensmittelabfälle (Delegierter Beschluss (EU) 2019/1597) und Altbatterien (Verordnung (EU) 2023/1542, Art. 69 Abs. 5) bestehen rechtliche Verpflichtungen der EU den Verbleib der Abfallmengen in nicht-bestimmungsgemäßen Entsorgungspfaden durch Abfalluntersuchungen alle vier bzw. fünf Jahre durch genaue und belastbare Messungen untersuchen zu lassen. Auch für Alttextilien ist die Einführung einer Untersuchungspflicht zeitnah absehbar (geeinter Kompromisstext zur Änderung der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EC<sup>1</sup>).

Um die angefallene Abfallmenge an Stoffen/ Produkten und der über die bestimmungsgemäße Rücknahme erfassten Wertstoffmenge ermitteln zu können, ist es erforderlich, die stoffliche Zusammensetzung aller als relevant identifizierten Entsorgungspfade (vorrangig alle nicht-bestimmungsgemäßen Entsorgungspfade) zu bestimmen. Diese Menge kann dann mit der Menge die über den Ansatz der in Verkehr gebrachten Menge verglichen (Cross Check) und ausgeglichen (Balancing) werden, um bessere Werte zu erhalten.

Darüber hinaus besteht ein gesteigertes Interesse, die Stoffströme Elektro(nik)altgeräte, Bioabfälle im Restmüll und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle einem Monitoring zu unterziehen. Für diese Stoffströme sollen alle als relevant erachteten Entsorgungspfade identifiziert und bezüglich ihrer stofflichen Zusammensetzung untersucht werden.

In dieser Methodenbeschreibung werden Papierkorbabfälle als nicht-bestimmungsgemäßer Entsorgungspfad beschrieben. Für Papierkorbabfälle wird ein Methodenkonzept entwickelt, welches die Art der Erhebung (Befragung vs. Analyse und Vollerhebung vs. Teilerhebung), die Stichprobenplanung, die Messpunkte, die Schichtungen, die Beschreibung der Befragungen/ Analysen, das Hochrechnungsverfahren auf verschiedenen Ebenen und die Belastbarkeit der Ergebnisse beschreibt. Bei der Ausgestaltung des Konzepts wird auf vorhandene Systematiken und Erfahrungen, beispielsweise aus vereinzelt vorliegenden Papierkorbanalysen und vergleichenden Analysen von Siedlungsrestabfällen, zurückgegriffen. Grundlage für das in der Methodik vorzusehende Messverfahren sind die Sortierrichtlinien der Bundesländer, insbesondere die aktuellen Beschreibungen in den Sortierrichtlinien für Sachsen 2014 (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), 2014) und Rheinland-Pfalz 2022 (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU RIP), 2022; Ministerialblatt der Landesregierung Rheinland-Pfalz, 2023).

Die Daten zu Aufkommen und Zusammensetzung von Papierkorbabfällen sollen vergleichbar, fortschreibbar und zusammenführbar (LfU RIP, 2022; Ministerialblatt der Landesregierung Rheinland-Pfalz, 2023) sein und sollen bezüglich ihrer Sortierstoffgruppen (Stoffgruppenkatalog) mit den für die Stoffströme darüber hinaus benötigten nicht-bestimmungsgemäßen Entsorgungspfaden kompatibel sein. Die Untersuchungsergebnisse der Papierkorbanalysen sollen für alle relevanten Stoffströme so konzipiert (d. h. gebündelt) werden, dass die Ergebnisse für alle Stoffströme genutzt werden können und damit Synergien genutzt und die Bearbeitung möglichst effizient gestaltet werden kann.

Die vorliegende Methodenbeschreibung ist in zwei Teile,

- A) Abfallanalysen für öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger und

---

<sup>1</sup> [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CONSIL%3AST\\_6972\\_2025\\_INIT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CONSIL%3AST_6972_2025_INIT) (abgeufen am 07.11.2025)

## 2 Untersuchungsgegenstand

Mit der vorliegenden Methodenbeschreibung für Papierkorbabfälle wird in **Teil A** (Kapitel 0 bis 7) die Bestimmung der Menge und der Zusammensetzung der Abfälle auf Ebene der Kommunen<sup>2</sup> und in **Teil B** (Kapitel 8 bis 11) die Zusammenführung und Hochrechnung der Abfallanalysen auf Bundesebene für Deutschland bestimmt. Die Methodenbeschreibung von **Teil B** baut auf dem Inhalt von **Teil A** auf.

Papierkörbe sind im öffentlichen Raum aufgestellte, nicht standardisierte Behältnisse für die Erfassung kleinteiliger Abfälle ohne Verursacherzuordnung. Sie liegen im Regelfall in der Verantwortungs- und Leerungshoheit der Kommunen.

Den Papierkörben ist vor allem die Erfassung von eher spontan anfallenden Abfallkleinmengen der sich im öffentlichen Raum bewegenden Personen (Unterwegsabfälle) zgedacht. In diesem Fall sind es gemischte Abfälle, denen die Anlage (zu § 2 Abs. 1) der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)) auch keine eigenständige Abfallschlüsselnummer zuweist. Bei der Abwicklung der Entsorgungsvorgänge sind daher verschiedene Abfallschlüssel (bspw. 20 02 03, 20 03 01 oder 20 03 99) gebräuchlich. Statistisch können die Abfälle bei den für die Papierkorbleerung zuständigen Kommunen dann ggf. auch diesen verschiedenen Abfallschlüsseln zugeordnet sein, relativ häufig werden sie dort jedoch auch unter der Verbalbezeichnung ‘Papierkorbabfälle’ geführt.

Papierkorbabfälle sind formal bisher nicht definiert, sachlich am geeignetsten ist es von „bei der Leerung von Papierkörben angefallenen Abfällen“ zu sprechen. Eingeschlossen in diese Umschreibung sind dann nämlich auch solche Abfälle, die keine „Unterwegsabfälle“ darstellen, sondern mit Vorsatz in den Papierkörben aufgegeben wurden, obwohl sie der Herkunft und Entsorgungsvorgaben nach tatsächlich der Handhabe als Gewerbeabfall oder (häuslicher) Restabfall bedurft hätten. Ebenfalls in den Papierkörben enthalten sind zudem Abfälle, die (z. B. durch Reinigungspersonal) im nahen Umfeld des Aufstellungsortes bspw. als ‘gelitterte’ Objekte aufgenommen und anschließend mit in die Behälter eingeworfen werden. Hierfür ursächlich können bspw. entsprechende Dienst- bzw. Handlungsanweisungen für mit der Flächenreinigung beauftragte Dienstleister sein. Zwangsläufig schließen Analysen zu Papierkorbabfällen demnach all diese Bestandteile mit ein. Aussagetechnisch ist es sogar günstig und im Idealfall auch möglich, diese unterschiedlichen Abfallherkünfte bei der Analyse tatsächlich zu ermitteln und auszuweisen.

Üblicherweise werden kommunale Papierkorbabfälle in Eigenregie oder durch ein Entsorgungsunternehmen gesammelt. Diese verfügen über Informationen zum jährlichen Aufkommen aller gesammelten Papierkorbabfälle. Die Herkunft der zu leerenden Papierkörbe variiert dabei von Kommune zu Kommune: Typische Herkunftsarten sind Papierkorbabfälle von öffentlichen Straßen und Plätzen sowie von kommunalen Parks und Gärten. Häufig werden Papierkorbabfälle von Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) miterfasst. Selten gehen Papierkorbabfälle von Bahnhöfen, Einkaufszentren, nichtkommunalen Parks und Gärten in die Sammelmenge ein, sondern werden als gemischte Gewerbeabfälle entsorgt und sind in diesen Fällen nicht zu betrachten<sup>3</sup>. Der Untersuchungsgegenstand ist auf die örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Für eine bundesweite Betrachtung besteht über die amtliche Abfallstatistik (z. B. Destatis, Datendienst GENESIS Themenbereich 32111: Erhebung der Abfallentsorgung) kein Zugang zu Angaben über die Gesamtmenge entsorgter Papierkorbabfälle.

---

<sup>2</sup> Unter Kommunen sind im Rahmen dieses Projektes Gemeinden, Städte oder öffentlich-rechtliche Entsorger (örE) zu verstehen. Die Verantwortung kann auf mehrere Ämter der jeweiligen Verwaltungen aufgeteilt sein.

<sup>3</sup> Gemischte Gewerbeabfälle werden in Teilbericht 2.10 behandelt.

Auch in den jährlichen Abfallbilanzen der Kommunen kommen diese Abfälle nur vereinzelt mit eigenen Mengenangaben zur Ausweisung. Gleichwohl lässt sich davon ausgehen, dass entsprechende Daten vielfach vorliegen bzw. vorgehalten werden und deren Veröffentlichung lediglich aufgrund der nicht explizit vorhandenen Berichtspflicht unterbleibt. Somit besteht zur Erhebung der Gesamtmenge in Deutschland erfasster Papierkorbabfälle derzeit nur die Möglichkeit, die benötigten Daten über eine bundesweite Befragung der Kommunen bzw. Untersuchungskampagnen auf Probenahmebasis zu gewinnen und auf das Bundesgebiet hochzurechnen.

**Teil A:**  
**Methodenbeschreibung Papierkorb-Analyse für das Entsorgungsgebiet der  
Kommunen**

### 3 Untersuchungsplanung (kommunale Ebene)

Die Planung der Untersuchung umfasst neben organisatorischen und logistischen Aspekten im Wesentlichen die Entwicklung des Beprobungskonzeptes. Dazu gehört die Festlegung der relevanten Einflussgrößen sowie die Festlegung des erforderlichen Stichprobenumfangs. Der finale Planungsschritt vor der praktischen Durchführung ist die mehrstufig geschichtete Auswahl von Stichprobeneinheiten sowie die Festlegung der Beprobungspunkte und -zeiträume.

Die Bereitstellung von öffentlichen Papierkörben findet vor allem in urbanen Räumen statt. Im Regelfall wächst sie mit der Zunahme stadttypischer Strukturen wie geschlossenen Bebauungen, Kreuzungspunkten und Haltestellenanlagen des Verkehrs, Geschäfts- und Fußgängerstraßen, der Präsenz von Verwaltungs-, Schul- und Amtsgebäuden, Gesundheits- und Dienstleistungseinrichtungen sowie Parkanlagen, Sport- und Eventstätten. In ihrer Gesamtpprägung sind sich Groß- und mittelgroße Städte diesbezüglich gegenüber Kleinstädten wahrscheinlich ähnlicher und weisen vergleichbarere Strukturanteile auf.

Dagegen verfügen ländlichere Gebiete und Landschaftsräume üblicherweise über eine sehr niedrige Papierkorbdichte. Bestenfalls an Stellen besonderer touristischer Attraktivität sind hier größere Konzentrationspunkte vorhanden. Bundesweit betrachtet stehen diese zu den Stadtflächen aber in einem eher unbedeutenden bzw. vernachlässigbaren Verhältnis. Der Papierkorbproblematik kommt im ländlich geprägten Raum aus Sicht der gesammelten Mengen und Zusammensetzung von Abfällen daher eine geringe Relevanz zu.

Zur Analyse von Abfällen aus Papierkörben ist den vorgenannten Umständen insoweit Rechnung zu tragen, dass die Durchführung insbesondere auf Stadtgebiete konzentriert werden sollte. Nicht zuletzt wird hierdurch auch die erforderliche Effizienz für die Analyse gesichert. Wie angedeutet, lässt sich bezüglich der Papierkorbnutzung eine Stadt allerdings nicht pauschal, d. h. als homogen betrachten. Stattdessen existieren Bereiche mit verschiedenartigen Nutzungsstrukturen und folglich sich auch erheblich unterscheidenden Gruppierungen und Frequentierungszahlen an Personen sowie Ausstattungsansprüchen an Papierkörben. Diese Unterschiede bzw. Einflussfaktoren müssen in der Analyse Berücksichtigung finden und das Untersuchungsgebiet daher in Gebiete ähnlicher Ausprägung unterteilt (bzw. geschichtet) werden. Über die Schichtung wird die Repräsentativität der Analyse verbessert und die Genauigkeit der Hochrechnungsergebnisse bei gleichbleibenden Stichprobenumfängen gesteigert.

#### 3.1 Allgemeine Planungsdaten (Rahmendaten)

Die für die Untersuchungsplanung erforderlichen Unterlagen und Basisdaten sind, soweit verfügbar und nach den Datenschutzbestimmungen statthaft, durch die jeweiligen Kommune bereitzustellen.

Für die Planung werden im Regelfall folgende Basisinformationen benötigt:

- ▶ allgemeine strukturelle Ausprägung des Untersuchungsgebietes für die Bildung von Untersuchungs- bzw. Beprobungsclustern (Schichten)
- ▶ Jährliches Aufkommen an Papierkorbabfällen und wöchentliche oder monatliche Aufteilung
- ▶ Übersicht zur Anzahl und zu den Aufstellungsorten der Papierkörbe (Behälterverzeichnis) im Gesamtuntersuchungsgebiet und nach Schichten
- ▶ Angaben zur Größe der aufgestellten Behälter (soweit bekannt), deren jeweiliger Standzeit (Entleerungssturnus) und den Abfuhrtagen für die Stichprobenplanung

- ▶ Zuordnung aller Behälter zu den kommunalen Schichten
- ▶ Informationen bezüglich der Zugänglichkeit zu den Behälterinhalten und zum Entleerungsverfahren. Mittels dieser Informationen erfahren die Beprobenden, ob Behälter zur Probenentnahme ggf. aufgeschlossen werden müssen und wie sich das Probenmaterial gewinnen lässt (z. B. durch direkte Sackentnahme und -austausch oder über eine Umleerung in andere Behältnisse). Damit lassen sich im Vorfeld der Beprobung die ggf. benötigten Hilfsmittel zur Entriegelung (z. B. Schlüssel) und für das Probematerial und dessen Transport (z. B. leere Plastiksäcke) beschaffen
- ▶ Auskünfte, die hervorhebenswerte Vorkommnisse und deren Häufigkeiten im Zusammenhang mit der turnusmäßigen Papierkorbbentleerung betreffen oder an speziellen Papierkorbstandorten besonders beobachtet werden. Aufgrund der Informationen können die Probenehmer angemessene Vorkehrungen treffen (bspw. falls es sich um gefährliche Inhalte wie Spritzen, Substanzen der Drogenszene u. ä. handelt) oder bei der Stichprobenplanung auch gewisse Ausschlüsse vornehmen. Außerdem liefern diese Informationen auch Anhaltspunkte, um bestimmte Analyseergebnisse später besser einordnen und erklären zu können

## 3.2 Untersuchungsspezifische Planungsdaten

### 3.2.1 Jahreszeitliche Einflüsse

Aufkommen und Zusammensetzung von Papierkorbabfällen zeigen einen Zusammenhang mit den jahreszeitlichen Veränderungen. Diese Veränderungen zeichnen sich im Allgemeinen am wenigstens in Gegenden mit einer hohen durchgängigen Personenfrequenzierung über das Jahr ab (z. B. innerstädtische Einkaufszonen, ÖPNV-Haltestellen und Transitpunkte). Sehr deutlich treten sie jedoch in Gegenden mit wechselnder saisonaler Personenfrequenzierung hervor (z. B. Tourismus Hotspots, Parkanlagen, Veranstaltungsgelände). Zu unterscheiden sind dabei insbesondere die Sommersaison (Haupturlaubszeit Juni-August) und die Wintersaison (Zeit erhöhter Frostgefahr von November bis Februar). Papierkorbabfälle sollen aus diesem Grund mittels zwei zeitlich separater Sortierkampagnen, die jeweils einem dieser saisonalen Abschnitte zuordenbar sind, analysiert werden. Eine Kampagne beginnt mit der Aufnahme der jeweiligen Vor-Ort-Bedingungen und endet nach erfolgter Probenahme und mit Abschluss der dazugehörigen Analysetätigkeit (d. h. ggf. einschließlich Nachbeprobungen).

In den Durchführungszeitraum jeder Kampagne sind für die Probenahme zudem sowohl Werktage (Montag bis Freitag) als auch Wochenend- (Samstag bis Sonntag) bzw. ggf. Feiertage einzuschließen. Diese Unterscheidung nach Probenahmetagen ist ebenfalls mit der sich verändernden Personenfrequenzierung und -zusammensetzung in den einzelnen Beprobungsgegenden (Untersuchungsschichten) zu begründen. So geht an den Wochenenden insbesondere die Frequenzierung durch Erwerbstätige und Schulbesuchende zurück und im Gegenzug kann die von Tagesausgängern und auswärtigen Besuchern wachsen. Dabei ist auf diese Personengruppen bezogen auch von unterschiedlichen Verhaltensmustern (bspw. Mitführung verzehrfertiger Produkte) auszugehen. Außerdem spielen veränderte Verkaufsstrukturen (Schließung bzw. Öffnung bestimmter Geschäftseinheiten an Wochenenden bzw. Feiertagen) eine Rolle. Zeiträume, in denen im Gesamtuntersuchungsgebiet spezielle, ggf. nur einmalige oder sogar großflächige Veranstaltungen (z. B. Stadtfeste, Kirchentage, Freiluftfestivals) stattfinden, sind ungeeignet und für die Probenahme auszuschließen.

### **3.2.2 Schichtung der Bebauungsstruktur (kommunale Ebene)**

Ein weiterer wesentlicher Einfluss liegt in der Bebauungs- bzw. hier konkreter der Flächennutzungsstruktur der betrachteten Papierkorbstandorte. Aus bisherigen bei Papierkorbanalysen gesammelten Erfahrungen sind folgende Strukturen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Zusammensetzung der Papierkorbbabfälle zu unterscheiden:

- ▶ City-Gebiete inkl. touristische Zentren
- ▶ Stadtteilzentren (wenig Tourismus)
- ▶ Haltestellen ÖPNV
- ▶ Parks/Gärten

### **3.2.3 Auswahl der Stichproben**

#### **3.2.3.1 Definition der Stichprobeneinheiten**

Das Volumen der Einzelstichproben wird mit 0,5 Kubikmeter (m<sup>3</sup>) festgelegt. Da Papierkörbe in der Regel über ein geringeres Volumen verfügen und auch nur selten vollständig gefüllt sind, wird festgelegt, dass die zu beprobende Papierkörbe zu einer Mischprobe zusammengefügt werden, bis das Probenvolumen einer Stichprobeneinheit erreicht ist.

Es ist immer der gesamte Papierkorbinhalt in die Probe aufzunehmen. Ausnahmen sind möglich, wenn das nominelle Papierkorbvolumen die Stichprobengröße deutlich übersteigt, insbesondere bei Unterflur- bzw. Halbunterflurpapierkörben.

#### **3.2.3.2 Notwendiger Stichprobenumfang**

Der notwendige Stichprobenumfang ergibt sich aus der Genauigkeitsanforderung für die Zielgröße (Gesamtmenge und die mengenmäßig relevanten Hauptstoffgruppen). Bei einem mehrstufigen Auswahlverfahren ist zudem festzulegen, für welche Ebene die Genauigkeitsanforderung zu erreichen ist. Als Zielgröße für die Abfallmenge auf Untersuchungsgebiets-Ebene wird ein Konfidenzintervall mit einer Breite von  $\pm 10$  Prozent (%) um den geschätzten Wert (zulässige Abweichung) bei einem Konfidenzniveau von 95 % festgelegt. Daraus ergeben sich 6 Stichprobeneinheiten je Schicht mit einer Genauigkeitsanforderung von ca.  $\pm 24$  %. Für das Gesamtergebnis auf kommunaler-Ebene werden dann  $\pm 10$  % Genauigkeit und für die Ergebnisse auf Bundesebene werden Genauigkeiten von  $\pm 3$  bis 5 % für die hochgerechnete Abfallmenge erreicht.

Für jede Sortieranalyse auf kommunaler-Ebene müssen somit insgesamt mindestens 48 Stichprobeneinheiten untersucht werden, das heißt 24 Stichprobeneinheiten pro Kampagne. Um die Mindestanforderungen zu erfüllen, können zwei zeitlich versetzte Kampagnen durchgeführt werden, bei denen vier Schichten und 6 Stichprobeneinheiten (insgesamt jeweils 48 Einzelstichproben) berücksichtigt werden. Je nach Untersuchungsrahmen und -anforderung kann ein höherer Stichprobenumfang bestimmt werden (siehe Teilbericht 1 zum Forschungsvorhaben Konzeptentwicklung für regelmäßige, gebündelte Abfalluntersuchungen zum Monitoring ausgewählter Abfallströme; FKZ 3723 31 103 1).

#### **3.2.3.3 Auswahl der Stichprobeneinheiten**

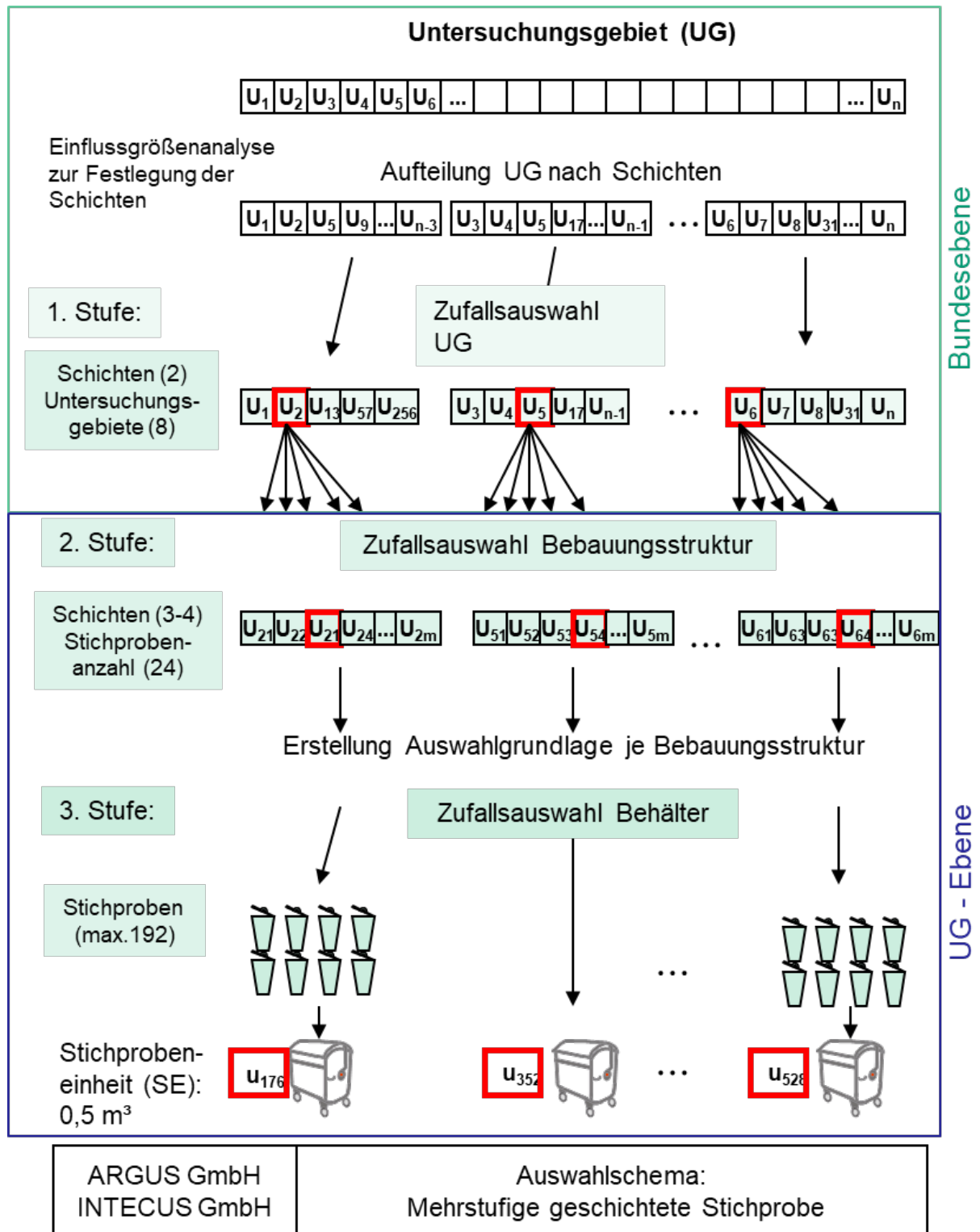
Jede Stichprobeneinheit wird direkt am Aufstellort des Papierkorbes mittels Entnahme des darin zur Abfallaufnahme befindlichen Sackes oder durch Umleerung in mitgeführte Behälter gewonnen. Es werden mehrere Papierkorbinhalte zu einer Stichprobeneinheit von 0,5 m<sup>3</sup> zusammengefasst.

Alle Papierkörbe in den durch Schichtung ermittelten Teilgebieten sollten mit gleicher oder angemessener Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe einbezogen werden, um sicherzustellen, dass die Auswahl objektiv und frei von subjektiven Einflüssen ist. Dabei müssen möglicherweise weitere Faktoren wie der Behältertypus und die Entleerungsintensität berücksichtigt werden. Das bedeutet unter anderem, dass in bestimmten Gegenden ggf. größere Papierkorbbehälter oder ein Standardbehältertyp in höherer Aufstellichte zum Einsatz gelangen bzw. sich die Entleerungshäufigkeit ändert. Die Stichproben müssen eine Ausgewogenheit hinsichtlich des Anteils verschiedener Behältertypen sowie der Entleerungsklassen am Gesamtprobenumfang und in der Abdeckung dieser Klassen aufweisen.

Da die Probenahme möglichst wie eine reguläre Entleerung realisiert werden sollte, sind die gebietstypischen Entleerungstage bei der Stichprobenbildung bzw. -auswahl mit zu berücksichtigen. Auch müssen für jedes Teilgebiet genügend zusätzliche Aufstellorte bekannt sein, damit diese ggf. ersatzweise für verworfene Einzelproben beprobt (d. h. Stichprobenbestandteil) werden können.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Übersicht der Verteilung der Stichprobenanzahlen auf die Schichten und die Auswahlstufen.

**Abbildung 1: Schematische Darstellung der Zufallsauswahl für das geschichtete 3-stufige Modell der Zufallsauswahl je Kampagne - Papierkorbabfall**



Quelle: Eigene Darstellung, ARGUS

## 4 Durchführung

Zur Durchführung gehören die Gewinnung der Proben (Stichprobenahme) und die Analyse des Papierkorbabfalls nach Stoffgruppen und Gewichtsanteilen. Die technischen und arbeitsschutzbezogenen Voraussetzungen für die praktische Durchführung sind im Anhang A.1 bis A.3 aufgelistet.

### 4.1 Stichprobenahme

Die Stichprobenahme hat vorzugsweise am Tag der regulären Entleerung unmittelbar vor der Durchführung der eigentlichen Leerungstour an den ausgewählten Aufstellorten zu erfolgen. Dabei sind für jede Stichprobenadresse die nachfolgend genannten Begleitinformationen zu erfassen:

- ▶ Aufstellmerkmal (zur Verifizierung der Zuweisung zum Umfeld eines bestimmten Nutzungstyps/Clusters)
- ▶ Behältertypus
- ▶ Behältervolumen und Sammeltturnus
- ▶ ggf. Masse der beprobten Behälterinhalte
- ▶ ggf. Sonderbeobachtungen zum Papierkorbumfeld und Probenzustand (dabei sind bspw. auch vorhandene zusätzliche Abfallmengen (Nebengestellungen) zu erfassen und zu dokumentieren)

Falls Abweichungen von dieser Vorgehensweise erforderlich sind, müssen diese dokumentiert und bei der weiteren Auswertung berücksichtigt werden.

Die Probennahme umfasst grundsätzlich den gesamten Inhalt der Papierkörbe einschließlich eventuell vorhandener zusätzlicher Ablagerungen.

Es muss sichergestellt werden, dass die geplante Stichprobenmenge genau eingehalten wird und der Abfall während der Überführung zum Sortierplatz unverändert bleibt (keine Verdichtung).

### 4.2 Siebung und Sortierung

Die Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung des Papierkorbabfalls erfolgt durch händische Sortierung nach Stoffgruppen für jede Schicht. Die Stoffgruppen und Stoffgruppendifferenzierung sind durch den Sortier- bzw. Stoffgruppenkatalog vorgegeben. Die ermittelte stoffliche Zusammensetzung soll auch über die Nutzung der Papierkörbe und die damit verbundenen Überfüllungen und Verschmutzungen des öffentlichen Raums in bestimmten strukturellen Kontexten Aufschlüsse liefern.

Zur Sortierung sind die Abfälle bei 10 Millimeter (mm) und 40 mm zu sieben. Die Siebung erfolgt durch Flach- oder Trommelsiebe (beide mit Rundlochung). Die Siebung und Sortierung muss von geschultem Personal unter Aufsicht eines erfahrenen Sortierleiters durchgeführt werden. Maschinelle Siebaggregate oder Sortiertische können eingesetzt werden. Bei der Verwendung ist darauf zu achten, dass der Abfall keiner weiteren Zerkleinerung oder Trocknung unterzogen wird.

Die Fraktion > 40 mm sowie eine Teilmenge der Fraktion > 10 bis 40 mm werden manuell sortiert, um die Abfallzusammensetzung zu bestimmen.

Aus der Fraktion > 10 bis 40 mm wird gemäß den Richtlinien der LAGA PN 98 (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 2001) eine repräsentative Teilmenge zur Sortierung ausgewählt. Pro Stichprobeneinheit sind mindestens 5 Liter je Stichprobeneinheit zu entnehmen.

Eine Sortierung der Fraktion  $\leq 10$  mm ist nicht erforderlich.

Die sortierten Stoffgruppen werden verwogen und die Massenanteile protokolliert

Für die Sortiertiefe gelten folgende Anforderungen:

Die Teilmenge der Fraktion > 10 bis 40 mm ist nach der ersten Differenzierungsebene (1 bis 12, Hauptstoffgruppen) des Stoffgruppenkatalogs zu sortieren. Die Fraktion > 40 mm ist nach der allen Stoffgruppen einer Standardanalyse desselben Katalogs zu sortieren.

Folgende Massen sind anhand einer Wiegung für eine Stichprobeneinheit für die folgende Auswertung zu ermitteln und zu dokumentieren:

- ▶ Masse Stichprobeneinheit vor Siebung (optional zur Kontrolle)
- ▶ Fraktion  $\leq 10$  mm: Masse nach Siebung
- ▶ Fraktion > 10 bis 40 mm:
  - Gesamtmasse nach Siebung
  - Masse der entnommenen Teilmenge vor der händischen Sortierung
  - Einzelmassen der Stoffgruppen nach händischer Sortierung
- ▶ Fraktion > 40 mm:
  - Gesamtmasse nach Siebung (optional zur Kontrolle)
  - Einzelmassen der Stoffgruppen nach händischer Sortierung

Die Ergebnisse der Fraktion > 10 bis 40 mm müssen zunächst auf die Gesamtmasse der Fraktion nach der Siebung hochgerechnet werden, da nur eine Teilmenge manuell sortiert wurde. Am Ende der Untersuchung liegen für jede Stichprobeneinheit die Massen- bzw. Massenanteile der einzelnen Stoffgruppen vor. Für jede Schicht wird eine statistische Charakterisierung der Stoffgruppen durchgeführt, die mindestens den Mittelwert, Median, Minimal- und Maximalwert umfasst. Weitere statistische Analysen sind bei Bedarf durchzuführen.

### **4.3 Stoffgruppenkatalog und Besonderheiten bei der Zuordnung**

Bei der manuellen Sortierung sind die Abfälle den in Tabelle 1 aufgelisteten Stoffgruppen zuzuordnen und die Massen bzw. Massenanteile anhand einer Verwiegung zu dokumentieren.

In Tabelle 1 ist der Stoffgruppenkatalog für eine Standard-Analyse dargestellt. Werden zusätzliche Informationen oder eine Sonderanalyse benötigt, kann dieser Stoffgruppenkatalog um Stoffgruppen und Differenzierungsebenen erweitert werden, diese sind vollständig im Anhang A1 des Abschlussberichts „Konzeptentwicklung für regelmäßige, gebündelte Abfalluntersuchungen zum Monitoring ausgewählter Abfallströme“ aufgelistet.

**Tabelle 1: Stoffgruppenkatalog Papierkorbabfälle für eine Standardanalyse**

| Differenzierungs-ebene* | Stoffgruppe                         | Beispiele   |
|-------------------------|-------------------------------------|---|
| 1                       | Eisen (Fe)-Metalle                  | Fe-Metall-Verpackungen, sonstige Fe-Metall-Gegenstände  |
| 1-1                     | Fe-Verpackungen                     | Getränke-, Konserven- und Aerosoldosen, Deckel  |
| 1-2                     | Sonstige Fe-Metalle                 | Töpfe, Werkzeug, Beschläge, Nägel, Bauteile aus magnetischen Metallen   |
| 2                       | Nicht-eisenhaltige (NE)-Metalle     | NE-Metall-Verpackungen, sonstige NE-Metall-Gegenstände  |
| 2-1                     | NE-Verpackungen                     | Aluminium (Al)-Verpackungen, sonstige NE-Verpackungen   |
| 2-1-1                   | Al-Verpackungen                     | Getränke-, Konserven- und Aerosoldosen, Deckel aus Al   |
| 2-1-2                   | Sonstige NE-Verpackungen            | Getränke-, Konserven- und Aerosoldosen, Deckel aus anderen NE-Metallen  |
| 2-2                     | Sonstige NE-Metalle                 | Töpfe, Werkzeug, Schmuck, Beschläge aus nicht magnetischen Metallen   |
| 3                       | Papier, Pappe, Karton (PPK)         | Papierverpackungen, Druckerzeugnisse, sonstiges PPK   |
| 3-1                     | PPK-Verpackungen (ohne Verbunde)    | Graukarton (Verpackungskartons, Toilettenpapierrollen, Papp-Joghurtbecher-Ummantelung), Mehl-/Zuckertüten, Braunkarton/Kartonagen |
| 3-2                     | PPK-Druckerzeugnisse                | Zeitungen, Illustrierte, Briefumschläge, Schreibpapier, Bücher, Papierschnitzel   |
| 3-3                     | Sonstige PPK                        | Papiermöbel, Stehsammler, Pappordner, Geschenkpapier  |
| 4                       | Kunststoffe                         | Kunststoffverpackungen, sonstige Kunststoffe  |
| 4-1                     | Kunststoffverpackungen              | Becher, Blister, Flaschen, Schalen, Verpackungstüten, Folien  |
| 4-2                     | Sonstige Kunststoffe                | Sonstige Kunststoffe - starr und flexibel   |
| 5                       | Glas                                | Glasverpackungen, sonstiges Glas  |
| 5-1                     | Glasverpackungen (einschl. Verbund) | Flaschen, Konservengläser   |
| 5-2                     | Sonstige Glas                       | Gebrauchsgegenstände aus Glas, Trinkgläser, Flachglas   |
| 6                       | Bioabfälle                          | Küchen- und Nahrungsabfälle   |
| 6-1                     | Lebensmittelabfälle (LMA)           | LMA verpackt/unverpackt   |

| Differenzierungsebene* | Stoffgruppe  | Beispiele  |
|------------------------|--|--|
| 6-1-1                  | LMA (unverpackt oder entpackt)   | unverpackte Küchen- und Nahrungsabfälle  |
| 6-1-2                  | Lebensmittel (verpackt)  | gefüllte/nicht restentleerte Lebensmittelverpackungen, volle Getränkebehältnisse, volle Konservendosen   |
| 6-2                    | Gartenabfälle  | Laub, Rasenschnitt, Strauchwerk, Äste, Wurzelwerk, Topfpflanzen, Schnittblumen   |
| 6-3                    | Sonstige Organik   | Kleintierstreu aus Holz, Hanfseile, Haare, Tierkadaver   |
| 8                      | Verbunde   | Verbundverpackungen, sonstige Verbunde   |
| 8-1                    | Verbundverpackungen  | Fe-, NE, PPK- Verbunde, Flüssigkeitskartons  |
| 8-1-1                  | Verbundverpackungen mit Kunststoff als Nebenmaterial (Ausnahme: Flüssigkeitskartonagen (separate Stoffgruppe)) | Fe-Metall Verbundverpackungen, NE-Metall Verbundverpackungen, PPK-Verbundpackungen   |
| 8-1-1-1                | Fe-Metall Verbundverpackungen, mit Fe als Hauptmaterial  | Eisen-Verbundverpackungen  |
| 8-1-1-2                | NE-Metall Verbundverpackungen, mit Al als Hauptmaterial  | Butterpapier   |
| 8-1-1-3                | PPK-Verbundverpackungen mit PPK als Hauptmaterial  | Zigaretenschachteln, Getränkebecher, beschichtete Papiere, Bäckertüten   |
| 8-1-1-4                | Flüssigkeitskartonagen   | Flüssigkeitskartonagen für z. B. Milch und Saft und pastösen Lebensmitteln (z. B. Tomaten)   |
| 8-1-2                  | Verbundverpackungen auf Kunststoffbasis mit anderen Materialien als Nebenmaterial                              | Folienbeutel mit Standboden (z. B. Getränkeverpackungen), Seitenfalten (z. B. Nussverpackungen) oder vierseitig versiegelte Beutel (z. B. Tiernahrung), jeweils mit Al-Schicht   |
| 8-2                    | Elektro(nik)altgeräte  | Haushaltskleingeräte, Informations- und Telekommunikationstechnik, Unterhaltungselektronik, elektr. Werkzeuge, Spielzeug, Sport- und Freizeitgeräte, Medizinprodukte, Überwachungs- / Kontrollinstrumente, Haushaltsgroßgeräte, automatische Ausgabegeräte, Kühlgeräte, ögefüllte Radiatoren, Bildschirme, Monitore und TV-Geräte, Haushaltsgroßgeräte |
| 8-3                    | Sonstige Verbunde  | Gebrauchsgegenstände, Spielzeug, Dekoration  |
| 9                      | Mineralik, Inertstoffe   | Keramik, Steine, Bauschutt, Geschirr, sonstige Mineralstoffe   |
| 10                     | Schadstoffe (Problemabfälle)   | Batterien, Altmedikamente, Altchemikalien, altöhlhaltige Materialien, sonstige   |

| Differenzierungs-ebene* | Stoffgruppe   | Beispiele   |
|-------------------------|---|---|
|                         |   | schadstoffbelastete Materialien, belastete Bauabfälle   |
| 10-1                    | Altbatterien  | Batterien, Akkus  |
| 10-1-1                  | Gerätebatterien                                       | Gerätebatterien   |
| 10-1-2                  | Leichte Verkehrsmittel (LV)-Batterien                 | LV-Batterien  |
| 10-1-3                  | Weitere Batterien                                     | Weitere Batterien   |
| 10-2                    | Sonstige Schadstoffe                                  | Altmedikamente, Altchemikalien, altöhlhaltige Materialien, sonstige schadstoffbelastete Materialien, belastete Bauabfälle (z. B. Asbest), Sonstiger schwermetallhaltiger Abfall, Lacke und Farben, Quecksilberhaltige Leuchtmittel, organische Lösungsmittel und Kühlmittel |
| 11                      | Sonstige Abfälle                                      | Alttextilien, nicht restentleerte Verpackungen (außer Lebensmittel), Stoffe anderweitig nicht genannt   |
| 11-1                    | Alttextilien  | Bekleidung, Schuhe, Heimtextilien   |
| 11-1-1                  | Bekleidung  | Bekleidungstextilien (inklusive Accessoires wie Mützen, Handschuhe, Schal)  |
| 11-1-2                  | Schuhe  | alle Schuhe, auch Plastiksandalen, Hausschuhe   |
| 11-1-3                  | sonstige Textilien (ohne Teppiche und Matratzen)      | Handtücher, Tischdecken, Vorhänge, Beutel, Lappen   |
| 11-2                    | Hygieneprodukte                                       | Kinderwindeln, Damenhygieneartikel, Inkontinenzmaterial   |
| 11-3                    | Hygienepapiere, nicht als PPK verwertbar              | Taschentücher, Servietten, Küchenpapier, Papierhandtücher   |
| 11-4                    | Nicht restentleerte Verpackungen (außer Lebensmittel) | nicht restentleerte Verpackungen außer Lebensmittel (Kosmetik, Reinigungsmittel-Inhalt schwerer als Verpackung)   |
| 11-5                    | Sonstige Abfälle                                      | gefüllte Staubsaugerbeutel, Wachs, Beutel mit Hundekot, Gummi, Leder, Tierkadaver, Teppiche, Matratzen, Fotos, Thermopapier, Backpapier, sonstige den anderen Stoffgruppen nicht zuordenbare Bestandteile   |
| 12                      | Fraktion $\leq$ x10 mm                                | Siebdurchgang $\leq$ 10 mm  |

\*Die Anzahl der Ziffern kennzeichnet die Differenzierungseben (z. B. „1“: erste Differenzierungsebene, „1-1“: zweite Differenzierungsebene, „1-1-1“: dritte Differenzierungsebene, „1-1-1-1“: vierte Differenzierungsebene etc.)

Für die Zuordnung der Abfälle zu den Stoffgruppen gelten folgende Besonderheiten:

- Fraktionen  $\leq$  10 mm im Beutel, wie z. B. Staubsaugerbeutel, Streu aus Kleintierhaltung, Kehricht, Inhalt von Kaffeefiltertüten etc. sind direkt der Fraktion  $\leq$  10 mm zuzuordnen

- ▶ Müllbeutel sind zu entleeren und der Inhalt den jeweiligen Stoffgruppen zuzuordnen
- ▶ trennbare Kombinationsverpackungen, die sich aus verschiedenen relativ leicht lösbaren Bestandteilen zusammensetzen, wie z. B. Gebäck- und Pralinenschachteln, Gläser bzw. Flaschen mit Schraubverschlüssen, Spraydosen mit Verschlusskappen, Joghurtbecher mit Aludeckel etc. sind, soweit möglich (unter Berücksichtigung von Verschmutzungen), nach der jeweiligen Stoffgruppe getrennt zuzuordnen, entsprechend kleinere Verbunde bzw. Kombinationsverpackungen sind der jeweilig überwiegenden Stoffgruppe zuzuweisen
- ▶ Bei untypischen EAG, sogenannten „open-scope-Geräten“ - wie bspw. Möbeln oder Bekleidung mit Beleuchtung, sollte beachtet werden, dass diese als Ganzes unter das ElektroG fallen, nicht lediglich ihre elektronischen Komponenten
- ▶ „reine“ Stoffgruppen mit einem geringen Anteil (< 20 Masse-%) anderer Stoffgruppen, welche sich nur sehr schwer vom Hauptbestandteil lösen lassen (Bücher mit Kunststoff oder Ledereinband, Fahrradlenker mit Kunststoffgriff etc.) sind der dominierenden Stoffgruppe zuzuordnen
- ▶ Sofern weitere Festlegungen der Zuordnung für einzelne Abfallarten erforderlich sind, hat der Sortierleiter in Abhängigkeit der Zielsetzung der Sortieranalyse diese verbindlich festzulegen und zu dokumentieren.

## 5 Auswertung und Hochrechnung (kommunale-Ebene)

Aufgrund der Komplexität der Papierkorbabfälle im Untersuchungsgebiet wird für die bundesweite Analyse ein mehrstufiges geschichtetes Auswahlverfahren angewandt (siehe Kapitel 3.2). Der Prozess der Auswertung und Hochrechnung umfasst die Vorbereitung der Stichprobendaten für die Hochrechnung, die Prüfungen auf Vollständigkeit und Plausibilität sowie die Berechnungen der Schätzwerte. Die Stichprobendaten werden auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft und abschließend in umgekehrter Reihenfolge zum Auswahlmodell entlang der Auswahlstufen 3 bis 1 hochgerechnet.

Zur Vorbereitung der Hochrechnung werden die erforderlichen Rahmendaten zusammengestellt (Kapitel 3.1) und gemäß der Berechnungsformeln in Kapitel 5 hochgerechnet.

### 5.1 Allgemeine Daten für Auswertung und Hochrechnung

Folgende allgemeine Daten (Rahmendaten) sind zur Auswertung und Hochrechnung der Sortiererergebnisse im Regelfall notwendig:

- ▶ Standzeiten bzw. Sammelturnusse der Stichprobenbehälter
- ▶ Zuordnung Sichtprobenbehälter zu Schichten
- ▶ Behältergrößen bzw. -arten

Soweit Mengenanteile für die Schichten vorliegen, werden diese zur Hochrechnung verwendet. Falls nicht, erfolgt eine Zuordnung aller im jeweiligen Vertragsgebiet vorhandenen Papierkörbe zu einer Schicht. Der Anteil am Aufkommen wird dann berechnet nach dem jährlich geleerten Raumvolumen (Behältervolumen x jährliche Leerungen) aller der jeweiligen Schicht zugeordneten Papierkörbe.

### 5.2 Prinzip der mehrstufig geschichteten Hochrechnung

Bei den für eine bundesweite Analyse bzw. Hochrechnung hinzugezogenen städteweisen Untersuchungen bzw. Daten sollte darauf geachtet werden, dass die Beprobungsräume einheitlich definiert waren. Es gilt bspw. festzustellen, inwieweit die Stichprobenentnahmen ausschließlich in Flächenbereichen mit freier Zugänglichkeit und im Eigentum oder Besitz einer Körperschaft des öffentlichen Rechtes bzw. unter Bewirtschaftungshoheit derselben stattgefunden haben. Dies bedeutet, dass ggf. weitere innerörtliche Reinigungsverantwortliche nicht von der Untersuchung erfasst sind bzw. werden und die zum Papierkorbaufkommen im öffentlichen Raum schlussendlich ermittelten Ergebnisse unter Berücksichtigung der Daten dieser Reinigungsverantwortlichen vermutlich höher ausfallen würden. Zurückführbar ist dies auf das Zusatzaufkommen an/aus Papierkörben, die auch in privaten und halböffentlichen Bereichen, wie z. B. den Flächen der Deutschen Bahn, von Verkehrsbetrieben und kommerziell betriebenen Parks, Kaufeinrichtungen und Eventanlagen aufgestellt sind.

#### 5.2.1 Hochrechnung der Stichprobenergebnisse auf Ebene von Kommunen (Kampagnen und Gesamt)

##### 5.2.1.1 Standardisierung der Behältervolumina je Stichprobeneinheit

Die an die Stichproben angeschlossenen Volumen werden anhand ihrer Standzeiten auf eine einheitliche Bezugsgröße (Volumen für Standzeit) standardisiert.

Zur Ermittlung des standardisierten Volumens je Stichprobeneinheit sind im ersten Schritt die Behälterstandzeiten auf eine Woche zu beziehen.

Mit Gleichung 1 wird das standardisierte Volumen [n\*Woche (Wo)] für jede Stichprobeneinheit j ermittelt.

$$\underline{vol}_j = vol_j \cdot \frac{t_j}{7} \quad \text{Gleichung 1}$$

|                     |  |
|---------------------|--|
| $\underline{vol}_j$ | standardisiertes Volumen der Stichprobeneinheit j                  |
| $vol_j$             | Volumen der Stichprobeneinheit j                                   |
| $t_j$               | Standzeit der Teilstichprobenbehälter j an der Ladestelle in Tagen |
| $j$                 | Laufindex für Stichprobeneinheiten                                 |

Das gesamte standardisierte Volumen je örE-Schicht wird dann über die Gleichung 2 berechnet.

$$vol_{n_{\text{örE}}} = \sum_{j=1}^{n_j} \underline{vol}_j \quad \text{Gleichung 2}$$

|                        |  |
|------------------------|--|
| $vol_{n_{\text{örE}}}$ | Summe des standardisierten Volumens je örE-Schicht |
| $n_j$                  | Anzahl der Stichprobeneinheiten je örE- Schicht    |

Die Standardisierung der Volumina in der Grundgesamtheit muss analog zur Standardisierung der Volumina in der Stichprobe erfolgen, um eine konsistente Vergleichbarkeit sicherzustellen.

#### 5.2.1.2 Datenprüfung der Stichprobenergebnisse

Die Datenprüfung erfolgt in mehreren Schritten. Als erster Schritt müssen die Sammel- und Sortierprotokolle auf Vollständigkeit geprüft werden. Nach der Übertragung in ein elektronisches Format werden die Daten stichprobenartig auf Fehler in der Übertragung mit den Papierprotokollen verglichen.

Als nächster Schritt muss die Richtigkeit der Daten gewährleistet werden. Dies wird anhand eines Vergleiches der Sammelmengen für eine Stichprobe mit den Summen der Einzelmassen je Stoffgruppe durchgeführt. Jegliche Abweichungen zwischen den Sammelmassen und den sortierten Massen müssen in der Größe dokumentiert und plausibel aufgelöst werden. Können größere nicht erklärbare Abweichungen nicht aufgelöst werden, führt dies zum Ausschluss der Stichprobe.

### 5.2.2 Hochrechnung auf Schichten (örE-Ebene)

Die Stichprobenergebnisse ( $\dot{x}_{k,h_{\text{örE}},j,l}$ ) in Kilogramm (kg) werden für die jeweilige Kampagne und das jeweilige Entsorgungsgebiet (der örE) auf Schichtebene mit Gleichung 3 hochgerechnet.

$$\hat{X}_{k,h_{\text{örE}},l} = \frac{\text{Vol}_{h_{\text{örE}}}}{\text{vol}_{h_{\text{örE}}}} \cdot \sum_{j=1}^{n_j} \dot{x}_{k,h_{\text{örE}},j,l} \quad \text{Gleichung 3}$$

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| $\hat{X}_{k,h_{\text{örE}},l}$   | hochgerechneter Schichtwert je Kampagne $k$ , Schicht $h_{\text{örE}}$ und Stoffgruppe $l$               |
| $\dot{x}_{k,h_{\text{örE}},j,l}$ | Stichprobenmasse je Kampagne $k$ , Schicht $h_{\text{örE}}$ , Stichprobeneinheit $j$ und Stoffgruppe $l$ |
| $\text{Vol}_{h_{\text{örE}}}$    | Volumen je Schicht $h_{\text{örE}}$ in der Grundgesamtheit   |
| $\text{vol}_{h_{\text{örE}}}$    | Volumen je Schicht $h_{\text{örE}}$ in der Stichprobe  |
| $k$                              | Laufindex für Kampagnen  |
| $j$                              | Laufindex für Stichprobeneinheiten   |
| $h_{\text{örE}}$                 | Laufindex für örE-Schichten  |
| $l$                              | Laufindex für die Stoffgruppen   |
| $n_j$                            | Anzahl der Stichprobeneinheiten  |

### 5.2.3 Hochrechnung auf Kampagnen und Gesamt (örE-Ebene)

Die Hochrechnung der absoluten Abfallmengen je Kampagne erfolgt auf den Schätzwerten der örE-Schichten im Entsorgungsgebiet mit Gleichung 4.

Die ermittelten absoluten Abfallmengen je Kampagne sind auf den Gesamtwert je örE auf den Betrachtungszeitraum im Kalenderjahr mit folgenden Gewichtungsfaktoren ( $GF_k$ ) gemäß Gleichung 5 hochzurechnen:

- ▶ vegetationsreiche Zeit mit 70 %
- ▶ vegetationsarme Zeit mit 30 %

$$\hat{X}_{k,l} = \sum_{h_{\text{örE}}=1}^{n_{h_{\text{örE}}}} \hat{X}_{k,h_{\text{örE}},l} \quad \text{Gleichung 4}$$

$$\hat{X}_l = \sum_{k=1}^{n_k} GF_k \cdot \frac{365}{7} \cdot \hat{X}_{k,l} \quad \text{Gleichung 5}$$

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| $\hat{X}_{k,l}$                | Schätzwert für die Masse je Kampagne $k$ und Stoffgruppe $l$                            |
| $\hat{X}_{k,h_{\text{örE}},l}$ | Schätzwert für die Masse je Kampagne $k$ , Schicht $h_{\text{örE}}$ und Stoffgruppe $l$ |
| $\hat{X}_l$                    | Schätzwert für die Masse je Stoffgruppe $l$   |
| $k$                            | Laufindex für Kampagnen   |
| $l$                            | Laufindex für die Stoffgruppen  |
| $h_{\text{örE}}$               | Laufindex für örE-Schichten   |
| $n_{h_{\text{örE}}}$           | Anzahl der örE-Schichten  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| $n_k$           | <i>Anzahl der Kampagnen</i>   |
| $GF_k$          | <i>Gewichtungsfaktor für jahreszeitliche Einflussfaktoren je Kampagne</i> |
| $\frac{365}{7}$ | <i>Hochrechnungsfaktor von Wochenwerte auf Jahreswerte</i>                |

Im Ergebnis liegt die absolute Abfallmenge in Tonnen pro Jahr (Mg/a) beziehungsweise der Jahresdurchschnittswert der einwohnerspezifischen Abfallmenge in Kilogramm pro Einwohner und Jahr (kg/Ew\*a) vor. Hieraus kann die prozentuale Zusammensetzung der Papierkorbabfälle in Masse-% abgeleitet werden.

## 6 Dokumentation und Ergebnisbericht (kommunale Ebene)

Den Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis und Transparenz folgend sind auch die Planungsschritte, -entscheidungen und letztlich ausgeführten Untersuchungsmaßnahmen bei Papierkorbabfallanalysen vollständig nachvollziehbar festzuhalten und auf geeignete Weise zu dokumentieren. Dazu gehören u. a. Absprache- bzw. Abstimmungsprotokolle zwischen den Auftraggebern und Ausführenden der Untersuchung einschließlich solcher die mittelbar beteiligt sind (z. B. Entsorgungsdienstleister), der Datenaustausch mit diesen Beteiligten und die zur Beprobung und Sortieranalyse verwendeten Aufnahme-/Auswertebögen und Gerätschaften (z. B. eingesetzte Waagen und Eichgrenzen/-bestätigungen).

Grundsätzlich soll dann der Bericht zur Untersuchung von Papierkorbabfällen Auskunft geben:

- ▶ zum Untersuchungsanlass
- ▶ zum Untersuchungsgebiet
- ▶ zur Methodik für die Schichtenbildung und Auswahl von Stichprobeneinheiten
- ▶ zur durchgeführten Beprobung und Sortiermethodik (insbesondere Stoffgruppen, Stoffgruppenzuordnung, Siebschnitte)
- ▶ zu den Auswertergebnissen inklusive der Betrachtung zur Varianz und zum Korrelationsverhalten der Ergebnisse mit bestimmten Schichtungsmerkmalen

Im Vordergrund der Zusammenstellung und Wiedergabe der Sortierdaten steht die massespezifische Zusammensetzung der Papierkorbabfälle bezogen auf die gewählte Schichtung sowie hochgerechnet auf das Gesamtuntersuchungsgebiet.

Separat herauszuarbeiten und einer Bewertung zu unterziehen sind die Auswertergebnisse zu den Problematiken, die für die Untersuchung insbesondere anlassgebend waren (z. B. Feststellung bestimmter Produktanteile wie ausgewählte Verpackungsgebilde/To-Go Produkte, Einwegkunststoffartikel, u. ä.). Dabei sollte auf deutliche Werteveränderungen im Vergleich der jeweiligen Erhebungskampagnen hingewiesen und die erkannten bzw. naheliegenden Erklärungszusammenhänge spezifiziert werden. Sind bereits Voruntersuchungen aus früheren Jahren vorhanden, bietet es sich im Rahmen einer eventuell gegebenen Vergleichbarkeit an, die feststellbaren Wertunterschiede und Entwicklungen ebenfalls mit darzustellen und zu erörtern. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Untersuchung auch aufgrund genereller System- oder Stoffstromveränderungen oder speziell getroffener Maßnahmen und deren Wirkungsbemessung veranlasst gewesen ist.

Im Abschnitt der Dokumentation sind die ausgewählten Untersuchungsgebiete kurz zu beschreiben. Des Weiteren sind die Rahmenbedingungen anzugeben. Um die methodische Transparenz zu gewährleisten, ist insbesondere die Verteilung des Papierkorbvolumens je Zeiteinheit und Schicht zahlenmäßig zu dokumentieren. Weiterführende Daten für die Hochrechnung der Schichten sind ebenfalls anzugeben.

Für jede der Schichten sind die gesamte sortierte Abfallmenge und die Anzahl der beprobten Papierkörbe anzugeben, dies ist jeweils für jede Kampagne durchzuführen. Im Anhang sind sowohl die aus der Sortierung erhaltenen Ergebnisse (Fraktion  $\leq 10$  mm, Fraktion  $> 10$  bis  $40$  mm, Fraktion  $> 40$  mm) für jede Stichprobeneinheit sowohl prozentual (Masse-%), raumspezifisch ( $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{Wo})$ ) und gesamt ( $\text{kg}/\text{Wo}$ ) zu hinterlegen.

Die Ergebnisse der Hochrechnung auf die Schichten sind sowohl prozentual (Masse-%), raumspezifisch ( $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{Wo})$ ) als auch gesamt ( $\text{kg}/\text{Wo}$ ) für den Stoffgruppenkatalog darzustellen.

Eine schematische Ergebnisdarstellung bei a-Anzahl an ersten Differenzierungsebenen und einer b-Anzahl an zweiten Differenzierungsebenen nach Schichten (1 bis c) ist in Tabelle 2 gegeben. Werden weitere Differenzierungsebenen benötigt, können diese Tabellen problemlos nach diesem Schema erweitert werden. Die Anzahl n und Namen der einzelnen Schichten wurden offengelassen. Als Einheit kann Masse-%,  $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{Wo})$  und  $\text{kg}/\text{Wo}$  eingesetzt werden. Die Tabelle 2 kann jeweils für beiden Kampagnen und für die Gesamtergebnisse beider Kampagnen verwendet werden.

Tabelle 3 zeigt eine schematische Darstellung der Gesamtergebnisse jeder einzelnen kommunalen Ebene.

**Tabelle 2: Darstellung der Ergebnisse der Kommunen nach Stoffgruppen und Schichten**

| Stoffgruppennummer | Stoffgruppenbezeichnung  | Schicht 1 <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Schicht 2 <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Schicht c <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Gesamt<br>(Einheit) <sup>2</sup> |
|--------------------|--------------------------|--|--|--|----------------------------------|
| 1                  | 1. Differenzierungsebene |  |  |  |                                  |
| 1-1                | 2. Differenzierungsebene |  |  |  |                                  |
| 1-2                |                          |  |  |  |                                  |
| 1-b                |                          |  |  |  |                                  |
| 2                  |                          |  |  |  |                                  |
| 2-1                |                          |  |  |  |                                  |
| 2-2                |                          |  |  |  |                                  |
| 2-b                |                          |  |  |  |                                  |
| a                  |                          |  |  |  |                                  |
| a-1                |                          |  |  |  |                                  |
| a-2                |                          |  |  |  |                                  |
| a-b                |                          |  |  |  |                                  |

[1] Als Bezeichnung kann die jeweilige Schicht eingesetzt werden.

[2] Als Einheit für die Ergebnisdarstellung kann für eine Kampagne oder für eine Schicht jeweils Masse-%,  $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{Wo})$ ,  $\text{kg}/\text{Wo}$  eingesetzt werden.

**Tabelle 3: Darstellung der Gesamtergebnisse auf kommunaler Ebene**

| Stoffgruppennummer | Stoffgruppenbezeichnung  | Gesamt<br>kg/(m <sup>3</sup> *Wo) | Gesamt<br>Masse-% | Gesamt<br>Megagramm<br>(Mg)/Wo |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1                  | 1. Differenzierungsebene |                                   |                   |                                |
| 1-1                | 2. Differenzierungsebene |                                   |                   |                                |
| 1-2                |                          |                                   |                   |                                |
| 1-b                |                          |                                   |                   |                                |
| 2                  |                          |                                   |                   |                                |
| 2-1                |                          |                                   |                   |                                |
| 2-2                |                          |                                   |                   |                                |
| 2-b                |                          |                                   |                   |                                |
| a                  |                          |                                   |                   |                                |
| a-1                |                          |                                   |                   |                                |
| a-2                |                          |                                   |                   |                                |
| a-b                |                          |                                   |                   |                                |

## 7 Qualitätssicherung

Abweichungen zwischen dem Hochrechnungsergebnis der Sortieranalyse und den tatsächlichen Abfallmengen, die außerhalb des methodisch zu erklärenden Bereichs liegen sind zu dokumentieren. Die Ursachen für die möglichen Abweichungen sind darzustellen und bei der Fortführung / Wiederholung der Abfalluntersuchung entsprechend zu berücksichtigen. Bei großen Abweichungen, die ein Mehrfaches der Standardabweichung (ab 5-fach) betragen, ist eine Überprüfung der Stichprobenergebnisse, der Auswertung und Hochrechnung und ggf. eine Korrektur vorzunehmen.

Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung der Qualität der Abfalluntersuchung stellt die Berechnung des Zufallsfehlers nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse dar. Vereinfachend kann hierzu die Varianz der Massen der Stichprobeneinheiten herangezogen werden. Weicht der aus den Stichproben berechnete Fehler erheblich von dem in der Stichprobenplanung festgelegten Fehler ab – beispielsweise eine berechnete Abweichung von  $\pm 25\%$  im Vergleich zu einer zulässigen Abweichung von  $\pm 10\%$  – kann dies auf das Vorliegen weiterer methodischer Fehler hindeuten und sollte daher einer Überprüfung unterzogen werden.

Für eine einfache Varianzberechnung beschränken sich die statistischen Kennziffern auf die Berechnung der Varianz, des Variationskoeffizienten und des relativen Fehlers (Konfidenzintervalls). Das Einhalten des Unsicherheitsbereiches wird anhand eines Vergleiches des relativen Fehlers mit den gewünschten, zuvor festgelegten Genauigkeitsbereichen bei einer festgelegten Sicherheit bestimmt. Als erster Schritt hierfür wird die Berechnung des geschätzten Mittelwertes  $\hat{\bar{x}}$  der Einzelstichproben ( $\dot{x}_i$ ) durchgeführt (siehe Gleichung 6).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n \dot{x}_i) \cong \hat{\bar{X}} \quad \text{Gleichung 6}$$

|                 |   |
|-----------------|---|
| $\bar{x}$       | Mittelwert der Stichprobenergebnisse    |
| $\dot{x}_i$     | Stichprobenmasse für die Stichprobe $i$ |
| $\hat{\bar{X}}$ | Schätzwert für den Mittelwert           |
| $n$             | Anzahl der Stichproben                  |
| $i$             | Laufindex für die Stichprobe            |

In Gleichung 7 wird eine Varianzberechnung auf Basis der Stichprobenwerte den gesamten öRE abgebildet, der als Obergrenze für den öRE-Schätzwert angenommen werden kann. Die genaue Berechnung für das mehrstufige geschichtete Modell ist aufwendig und kann daher durch die beschriebene Näherung ersetzt werden.

$$\sigma_{\hat{\bar{X}}}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 \quad \text{Gleichung 7}$$

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| $\sigma_{\hat{\bar{X}}}^2$ | Varianz des Schätzwertes |
|----------------------------|--------------------------|

Gleichung 8 gibt die Formel wieder, um den Variationskoeffizient zu bestimmen, Gleichung 9 den relativen Fehler der Ergebnisse.

$$\text{varkoeff}(x_i) = \sqrt{\frac{\sigma_{\bar{x}}^2}{\bar{x}}} \quad \text{Gleichung 8}$$

$\text{varkoeff}(x_i)$  Variationskoeffizient der Einzelwerte

$$\varepsilon_{x_i} = \text{varkoeff}(x_i) \cdot t_{1-\frac{\alpha}{2}; n-1} \quad \text{Gleichung 9}$$

$\varepsilon_{x_i}$  Relativer Fehler

$\alpha$  Irrtumswahrscheinlichkeit

Bei starken Abweichungen der Ergebnisse zwischen dem geplanten zulässigen Fehler und dem berechneten Fehler können folgende Fehlerquellen ursächlich sein und entsprechend eingeordnet und korrigiert werden: die Zuordnung von Blöcken, fehlerhafte Einwohnerdaten oder Ausreißer in den Sammelmengen, welche auf ungewöhnliche Ereignisse, wie zum Beispiel Bau- oder Renovierungsarbeiten zurückzuführen sind. Nach gründlicher Prüfung und ggf. Vergleich mit früheren Untersuchungen können diese Ausreißer ggf. ausgeglichen werden oder die betroffene Stichprobeneinheit muss aus der Analyse ausgeschlossen werden.

**Teil B:**  
**Methodenbeschreibung zur Zusammenführung und Hochrechnung der  
Abfallanalysen für Gesamt Deutschland**

## 8 Untersuchungsplanung (Bundesebene)

### 8.1 Untersuchungsspezifische Planungsdaten auf Bundesebene

Die Durchführung einer bundesweit repräsentativen Probenahme und Analyse wird aus verschiedenen Gründen als nicht realisierbar angesehen. Neben dem wirtschaftlichen Gesichtspunkt ist dabei auch auf die äußerst veränderlichen Umgebungseinflüsse und Systemstrukturen bei der Papierkorberfassung zu verweisen.

Eine Interpolation und Hochrechnung von Ergebnissen zur Darstellung einer bundesdeutschen Gesamtsituation für den Stoffstrom Papierkorbabfälle sollte allerdings umsetzbar sein. Ein Ansatzpunkt hierfür ergibt sich aus der siedlungsstrukturellen Gliederung des Landes.

Wie bereits ausgeführt, sind die Stadtgebiete in den Mittelpunkt der Untersuchung zu stellen, aber hinsichtlich ihrer Ausprägung und Strukturen unterscheidbar. Primär sind dabei die Stadtgrößen nach Gesamteinwohnerzahlen und deren Flächenanteile unterschiedlicher Einwohnerdichte bzw. Bebauungsstrukturen als Gruppierungs- bzw. Bezugskriterien von Belang.

Bezüglich der Stadtgrößen wird empfohlen, in Anlehnung an die BBSR-Systematik der Stadt- und Gemeindetypen (BBSR, o.J.) folgende Differenzierung vorzunehmen und der Beprobungsverteilung bzw. für den Ergebnisübertrag in eine Hochrechnung zugrunde zu legen:

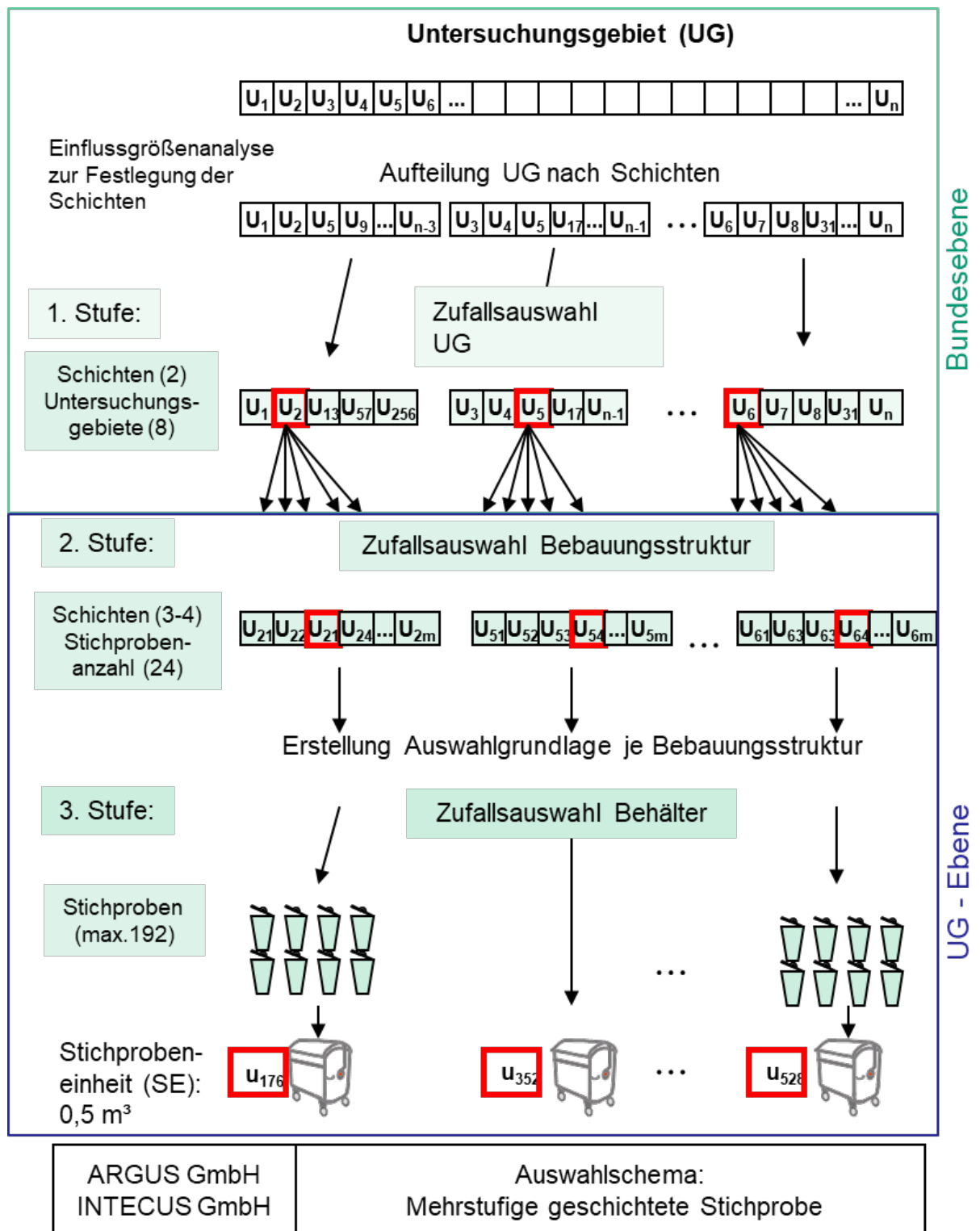
- ▶ Großstädte (Metropolen, Regiopole und Großstädte): sind Gemeinden eines Gemeindeverbandes oder Einheitsgemeinden mit mindestens 100.000 Einwohnern.
- ▶ Mittelstädte: sind Gemeinden eines Gemeindeverbandes oder Einheitsgemeinden mit 20.000 bis unter 100.000 Einwohnern; vereinzelt sind auch Gemeinden mit mindestens 9.000 Einwohnern und oberzentraler Funktion hier zuordenbar.
- ▶ Kleinstädte: sind Gemeinden eines Gemeindeverbandes oder Einheitsgemeinden mit 5.000 bis unter 20.000 Einwohnern.

Orientierungshilfe für diese Einteilung und die jeweilige Gemeindezuordnung (nach Ortsbezeichnung und Gemeindekennziffer) bieten die Referenztabelle zur BBSR-Raumgliederung<sup>4</sup>. Mittels dieser Informationsbasis lässt sich auch bestimmen, in welchem Umfang und welcher Verteilung Repräsentanten der verschiedenen Städtekatoren für einen bundesweiten Untersuchungsansatz zu Litteringabfällen einzubeziehen sind (s. Abschn. Hochrechnung). Zur weiteren Differenzierung sind die unterschiedlichen Gebietsstrukturen in den jeweiligen Ortsgrößenklassen abzubilden.

---

<sup>4</sup> <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumb Beobachtung/downloads/download-referenzen.html;jsessionid=A8C19943D8E4C284F2DCAAF23ACA507.live21321>, Tabelle „Gemeindereferenz (inkl. Kreise), Spalte AO“ (abgerufen am 07.11.2025).

**Abbildung 2: Schematische Darstellung der Zufallsauswahl für das geschichtete 3-stufige Modell der Zufallsauswahl je Kampagne - Papierkorbabfall**



Quelle: Eigene Darstellung, ARGUS

## 9 Auswertung und Hochrechnung (Bundesebene)

### 9.1 Prinzip der mehrstufig geschichteten Hochrechnung

Aufgrund der Anzahl und Vielfältigkeit von Städten in Deutschland als Untersuchungsräume wird ein mehrstufiges Verfahren für die Ergebnishochrechnung angewandt.

Hierzu werden, basierend auf der Städtesystematik (s. Abschn. Einflussgrößen) drei Ortsgrößenklassen (< 20.000 Ew, 20.000 Ew bis 100.000 Ew, > 100.000 Ew) gebildet.

Für die vorliegende Methodenvorschrift wird vereinfachend angenommen, dass die kleinste Größenklasse aufgrund des voraussichtlich geringen absoluten Papierkorbabfallaufkommens von der Untersuchung ausgeschlossen werden kann.

Die beiden oberen Ortsgrößenklassen sollen mit je einer Anzahl von 4 Untersuchungsgebieten, die jeweils grob der Kategorisierung Nord/Ost/Süd/West zugeordnet werden können, in die Untersuchung einbezogen werden.

In der anschließenden bundesweiten Hochrechnung wird die Einwohnerverteilung (x % in Groß-, y % in Mittel-, z % in Kleinstädten, siehe Kapitel 3.2.2) herangezogen, um ein gewichtetes Gesamtergebnis ausweisen zu können.

### 9.2 Vorgehensweise der mehrstufigen Hochrechnung nach Schichten und Kampagnen

Die Hochrechnung der Stichprobeneinheiten (Massen in kg je Stichprobeneinheit) auf die Grundgesamtheit (Gesamtmassen und Stoffgruppen in Tonnen je Jahr, in einwohnerspezifischen Massen in Kilogramm je Einwohner und Jahr und in Anteilen) Deutschland erfolgt vereinfachend in einem zweistufigen Verfahren. In Stufe 1 werden die Stichprobenergebnisse auf kommunaler Ebene und in Stufe 2 die kommunalen Ergebnisse auf Bundesergebnisse hochgerechnet. Die Hochrechnung der kommunalen Ergebnisse ist in Kap. 5.2.1 dargestellt.

#### 9.2.1 Hochrechnung auf Deutschland Schichten (Kampagnen und Gesamt)

Basierend auf den kommunalen Ergebnissen auf Schichtebene werden die bundesweiten Schätzwerte für Deutschland (DE)-Schichten, Kampagnen und Insgesamt berechnet. Die Hochrechnung erfolgt entlang der Einwohner über die Schichten. Die Hochrechnung erfolgt entlang der Einwohner über die DE-Schichten. Eine Hochrechnung entlang der Volumina ist aufgrund der unvollständigen Datenlage für alle öRE nicht umsetzbar. Eine massebezogene Hochrechnung ist ebenfalls aufgrund fehlender Statistiken zu den Textilmengen der öRE nicht umsetzbar. Aus diesem Grund wird die Hochrechnung entlang der Einwohner gewählt. Für diese Substituierung ist eine Korrelation zwischen Volumina und Einwohner anzunehmen.

### 9.2.1.1 Hochrechnung auf Schichtebene DE

Die Ergebnisse der kommunalen Untersuchungen sind nach den folgenden Schritten auf die jeweiligen bundesweiten Schichten (Deutschland Gesamt) und das Kalenderjahr hochzurechnen. Mit Gleichung 10 werden die Schichtergebnisse der Kommunen [Mg/(Wo)] auf die bundesweiten Schichtwerte hochgerechnet.

$$\hat{X}_{k,h_{DE},l} = \sum_{m=1}^{n_m} \sum_{h_{örE}=1}^{n_{h_{örE}}} \hat{X}_{k,h_{DE},m,h_{örE},l} \quad \text{Gleichung 10}$$

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| $\hat{X}_{k,h_{DE},l}$           | Schätzwert für die Masse je Kampagne $k$ , Schicht $h_{DE}$ , und Stoffgruppe $l$  |
| $\hat{X}_{k,h_{DE},m,h_{örE},l}$ | Schätzwert für die Masse je Kampagne $k$ , Schicht $h_{DE}$ , Schicht $h_{örE}$ , Primärstichprobe $m$ und Stoffgruppe $l$ (in Gleichung 3 als $\hat{X}_{k,h_{örE},l}$ bezeichnet) |
| $k$                              | Laufindex für Kampagnen  |
| $m$                              | Laufindex für Primärstichproben  |
| $h_{örE}$                        | Laufindex für örE-Schichten  |
| $h_{DE}$                         | Laufindex für DE-Schichten   |
| $l$                              | Laufindex für Stoffgruppen   |
| $n_{h_{örE}}$                    | Anzahl der örE Schichten   |
| $n_m$                            | Anzahl der Primärstichproben (zufällig ausgewählte örE auf Bundesebene, welche den Schichten auf Bundesebene zugeteilt werden)   |

### 9.2.1.2 Hochrechnung auf Kampagnenebene und DE-Gesamt

Die Hochrechnung der absoluten Abfallmengen je Kampagne erfolgt auf Basis der Schätzwerte der DE-Schichten nach Gleichung 11. Die ermittelten absoluten Abfallmengen je Kampagne sind auf den Gesamtwert für Deutschland im Betrachtungszeitraum im Kalenderjahr gemäß Gleichung 12 hochzurechnen. Der Wert für den Gewichtungsfaktor  $GF_k$  kann Kapitel 5.2.3 entnommen werden.

$$\hat{X}_{k,l} = \sum_{h_{DE}=1}^{n_{h_{DE}}} \frac{EW_{h_{DE}}}{ew_{h_{DE}}} \cdot \hat{X}_{k,h_{DE},l} \quad \text{Gleichung 11}$$

$$\hat{X}_l = \sum_{k=1}^{n_k} GF_k \cdot \frac{365}{7} \cdot \hat{X}_{k,l} \quad \text{Gleichung 12}$$

|                        |   |
|------------------------|---|
| $\hat{X}_l$            | Schätzwert für die Masse je Stoffgruppe $l$                                     |
| $\hat{X}_{k,l}$        | Schätzwert für die Masse je Kampagne $k$ und Stoffgruppe $l$                    |
| $\hat{X}_{k,h_{DE},l}$ | Schätzwert für die Masse je Kampagne $k$ , Schicht $h_{DE}$ und Stoffgruppe $l$ |
| $k$                    | Laufindex für Kampagnen   |
| $h_{DE}$               | Laufindex für DE-Schichten  |
| $l$                    | Laufindex für Stoffgruppen  |
| $n_k$                  | Anzahl der Kampagnen  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| $n_{h_{DE}}$    | <i>Anzahl der DE-Schichten</i>  |
| $EW_{h_{DE}}$   | <i>angeschlossene Einwohner in der Schicht <math>h_{DE}</math> in der Grundgesamtheit</i>       |
| $ew_{h_{DE}}$   | <i>angeschlossene Einwohner in der Schicht <math>h_{DE}</math> in der Stichprobe</i>            |
| $GF_k$          | <i>Gewichtungsfaktor für jahreszeitliche Einflussfaktoren je Kampagne (siehe Kapitel 5.2.3)</i> |
| $\frac{365}{7}$ | <i>Hochrechnungsfaktor von Wochenwerte auf Jahreswerte</i>                                      |

Im Ergebnis liegt die absolute Abfallmenge in Tonnen pro Jahr (Mg/a) beziehungsweise der Jahresdurchschnittswert der einwohnerspezifischen Abfallmenge in Kilogramm pro Einwohner und Jahr ( $\text{kg}/Ew \cdot a$ ) vor. Hieraus kann die prozentuale Zusammensetzung der Papierkorbabfälle in Masse-% abgeleitet werden.

## 10 Dokumentation und Ergebnisbericht (Bundesebene)

Eine Papierkorbabfallanalyse und Dokumentation bundesweiten Zuschnitts muss auf koordinierten Untersuchungen in einer gezielt vorgenommenen Auswahl von Städten unterschiedlicher (repräsentativer) Ortsgrößenklassen aufsetzen. Die Grundanforderungen an die Dokumentation und Abfassung des Ergebnisberichtes der Untersuchung(en) sind prinzipiell denen für die kommunale Ebene gleich (siehe Kapitel 6).

Im Ergebnisbericht ist ergänzend auf die Methodik einzugehen, mit der die Untersuchungsgebiete für eine bundesweit repräsentative Grundgesamtheit ausgewählt wurden und wie bei der Hochrechnung bzw. Übertragung der Ergebnisse auf das Bundesgebiet vorgegangen worden ist. Die Einschränkungen bzw. Fehlerrisiken, die bei dieser Vorgehensweise zum Tragen kommen, sind zu benennen. Entsprechend der Absprachen und Zustimmung seitens der in die Untersuchungsbasis einbezogenen Kommunen sind die gebietsbezogenen Untersuchungsdaten ggf. zu 'anonymisieren'.

Die wichtigsten Rahmenbedingungen der Sortieranalyse sind zu dokumentieren. Dazu kann das „Formular zur Dokumentation von Rahmenbedingungen von Sortieranalysen“ (Anlage 3) genutzt werden.

Für jede Schichtung ist die gesamte sortierte Abfallmenge und die Anzahl der beprobten Behälter anzugeben. Die Untersuchungsgebiete sind kurz zu beschreiben.

Die Grundlagen der Hochrechnung sind im Ergebnisbericht anzugeben.

Die protokollierten Ergebnisse (Fraktion  $\leq 10$  mm, Fraktion  $> 10$  bis 40 mm, Fraktion  $\leq 40$  mm) sind für jede Stichprobeneinheit prozentual (Masse-%), sowie als Raumdichte pro Zeiteinheit ( $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ ) anzugeben.

Die Ergebnisse der Hochrechnung sind sowohl prozentual (Masse-%) als auch Raumdichte der beprobten Papierkörbe pro Zeiteinheit ( $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ ) darzustellen.

Eine schematische Darstellung der Ergebnisse ist in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellt. Bezeichnungen und Indizes sind analog zur Ergebnisdarstellung auf örE-Ebene (siehe Kapitel 6).

**Tabelle 4: Darstellung der Ergebnisse auf Bundesebene nach Stoffgruppen und Schichten**

| Stoffgruppennummer | Stoffgruppenbezeichnung  | Schicht 1 <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Schicht 2 <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Schicht c <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Gesamt<br>(Einheit) |
|--------------------|--------------------------|--|--|--|---------------------|
| 1                  | 1. Differenzierungsebene |  |  |  |                     |
| 1-1                | 2. Differenzierungsebene |  |  |  |                     |
| 1-2                |                          |  |  |  |                     |
| 1-b                |                          |  |  |  |                     |
| 2                  |                          |  |  |  |                     |
| 2-1                |                          |  |  |  |                     |
| 2-2                |                          |  |  |  |                     |
| 2-b                |                          |  |  |  |                     |
| a                  |                          |  |  |  |                     |
| a-1                |                          |  |  |  |                     |

| Stoffgruppennummer | Stoffgruppenbezeichnung | Schicht 1 <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Schicht 2 <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Schicht c <sup>1</sup><br>(Einheit) <sup>2</sup> | Gesamt<br>(Einheit) |
|--------------------|-------------------------|--|--|--|---------------------|
| a-2                |                         |  |  |  |                     |
| a-b                |                         |  |  |  |                     |

[1] Als Bezeichnung kann die jeweilige DE-Schicht eingesetzt werden.

[2] Als Einheit kann für die Ergebnisdarstellung für eine Kampagne Masse-%, kg/(Ew\*Wo) und kg/Wo eingesetzt werden, für Jahresgesamtergebnisse Masse-%, kg/(Ew\*a) und Mg/a.

Die Ergebnisse der Plausibilitätsprüfung und die Einzelergebnisse für jede Schichtung sind zu dokumentieren.

**Tabelle 5: Darstellung der Gesamtergebnisse auf Bundesebene**

| Stoffgruppennummer | Stoffgruppenbezeichnung  | Gesamt<br>kg/(m <sup>3</sup> *a) | Gesamt<br>Masse-% | Gesamt<br>Mg/a |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|
| 1                  | 1. Differenzierungsebene |                                  |                   |                |
| 1-1                | 2. Differenzierungsebene |                                  |                   |                |
| 1-2                |                          |                                  |                   |                |
| 1-b                |                          |                                  |                   |                |
| 2                  |                          |                                  |                   |                |
| 2-1                |                          |                                  |                   |                |
| 2-2                |                          |                                  |                   |                |
| 2-b                |                          |                                  |                   |                |
| a                  |                          |                                  |                   |                |
| a-1                |                          |                                  |                   |                |
| a-2                |                          |                                  |                   |                |
| a-b                |                          |                                  |                   |                |

## 11 Qualitätssicherung

Da Papierkorbabfälle statistisch nicht separat erfasst werden, ist zur Qualitätssicherung der bundesweiten Hochrechnung eine bundesweite Befragung von öRE bzw. Kommunen zur Menge der jährlich eingesammelten Papierkorbabfälle erforderlich. Da nicht alle öRE diese Zahlen verfügbar haben werden, sind die durch die Befragung erhaltenen Angaben auf das Bundesgebiet hochzurechnen.

Die Ergebnisse auf Bundesebene können aus den Resultaten der öRE-Schicht abgeleitet werden. Wenn die Unsicherheitsbereiche auf der öRE-Ebene eingehalten werden, ist zu erwarten, dass diese auch auf Bundesebene durch die größere Stichprobenanzahl eingehalten werden. Basierend auf Erfahrungswerten aus bestehenden Analysen wird angenommen, dass die Varianz auf Bundesebene zwischen 3 bis 5 % liegt.

## 12 Quellenverzeichnis

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung (o.J.): BBSR-Raumgliederungen, Referenztabelle Deutschland. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbearbeitung/downloads/download-referenzen.html;jsessionid=A8C19943D8E4C284F2DCAAF23ACA507.live21321> (abgerufen am 02.11.2024), Tabellenblatt „Gemeindereferenz (inkl. Kreise), Spalte AO“

BMAS - Bundesministerium für Arbeit und Soziales [Hrsg.] (2013); Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV) vom 15. Juli 2013 (BGBl. I S. 2514). [https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/a227-biostoffverordnung-2013-08.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/a227-biostoffverordnung-2013-08.pdf?__blob=publicationFile&v=7) (abgerufen am 30. Oktober 2025).

BGK - Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. [Hrsg.] (2017): Methodenentwicklung zur Bestimmung der Sortenreinheit von Bioabfällen.; HUK-Dateien, 1. Auflage Juni 2017. Verfasser: Intecus GmbH. [https://www.kompost.de/fileadmin/user\\_upload/Dateien/HUK-Dateien/2018/Q2\\_2018/Abschlussbericht-final.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/2018/Q2_2018/Abschlussbericht-final.pdf) (aufgerufen am 20.03.2025)

LfU RIP- Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz [Hrsg.] (2022): Richtlinie zur Analyse von Restabfall in Rheinland-Pfalz nach dem Stand der Technik 2022, Mainz

LfULG - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Geologie und Landwirtschaft [Hrsg.] (2015): Richtlinie zur einheitlichen Abfallanalytik in Sachsen - Sächsische Sortierrichtlinie, Eigenverlag, Dresden

LAGA - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall. (2001): LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen. [https://www.laga-online.de/documents/m32\\_laga\\_pn98\\_1503993280.pdf](https://www.laga-online.de/documents/m32_laga_pn98_1503993280.pdf) (abgerufen am 20.03.2025).

Ministerialblatt der Landesregierung Rheinland-Pfalz. (2023): 75. Jahrgang Nr. 12. Mainz. [231115\\_GAP-SP\\_Ministerblatt Nr.12.pdf](#) (aufgerufen am 27.10.2025).

Rat der Europäischen Union. (2025): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle – Analyse des endgültigen Kompromisstextes mit Blick auf eine Einigung. Dokumenten-Nr. 6972/25 vom 13. März 2025. Nicht veröffentlicht. Nur in englischer Sprache verfügbar.

## A Anhang

### A.1 Technische Voraussetzungen

- ▶ kalibrierte Waagen mit eigener Stromversorgung für die Ermittlung der Masse bei der Stichprobennahme
- ▶ Fahrzeug für das Einsammeln und Transportieren der Stichproben- bzw. Stichprobenbehälter
- ▶ Behälter für das Umleeren von Stichproben (z. B. 1.100 Liter Behälter oder Big Bags)
- ▶ Sortierhalle (überdacht, windgeschützt und mit Stromanschluss)
- ▶ Siebaggregate (Trommel- oder Flachsiebe) mit Rundlochung bei 10 mm und 40 mm
- ▶ Behälter für die sortierten Stoffgruppen
- ▶ kalibrierte Waage(n) für die Massebestimmung der gesiebten und sortierten Fraktionen
- ▶ Container für die Zwischenlagerung der sortierten Stichproben
- ▶ ggf. Probenahmebehälter für die Glühverlustbestimmung

### A.2 Personelle Voraussetzungen

- ▶ Sortierleiter mit Sortiererfahrung
- ▶ geschulte Sortierkräfte

### A.3 Arbeitsschutzbezogene Voraussetzungen

Nach geltenden Arbeitsschutzbestimmungen ist der Durchführende von Abfallanalysen zu Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit und Prävention verpflichtet. Die einschlägigen Vorschriften müssen beachtet werden.

Laut § 7 Biostoffverordnung (BioStoffV) sind vor Arbeitsbeginn Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen und entsprechende Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Mitarbeiter abzuleiten. Vor dem Arbeitsbeginn ist anhand von Unterweisungen auf mögliche Gefährdungen hinzuweisen, Schutzmaßnahmen sind zu erläutern.

Bei der Sortierung von Abfällen ist darauf zu achten, dass Abfälle aus dem medizinischen Bereich (z. B. Kanülen) enthalten sein können und die Gefahr von Stichverletzungen besteht.

Bei Sortierungen in Entsorgungsanlagen ist gemeinsam mit dem Anlagenbetreiber zu gewährleisten, dass die Sortierung außerhalb von Fahrwegen stattfindet und das Sortierpersonal sich nicht im Bereich der Fahrwege aufhält.

Neben den bestehenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften sowie den Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblättern der Unfallversicherungsträger sind mindestens folgende Arbeitsschutzmaßnahmen anzuwenden:

- ▶ Eine geeignete Arbeitsschutzausrüstung für die mit der Abfalluntersuchung beauftragten Personen ist sicherzustellen. Sie umfasst den ganzen Körper bedeckende Arbeitsschutzbekleidung sowie schnittsichere, an der Oberseite diffusionsfähige

Handschuhe, Atemschutz, Schutzschuhe und ggf. Kopfbedeckung, Schutzbrillen und Gehörschutz

- ▶ Zum Zwecke des Brandschutzes ist ein Handfeuerlöscher bereitzuhalten
- ▶ Eine Grundimmunisierung der Sortierkräfte auf Tetanus, Diphtherie, Hepatitis A und B sowie Poliomyelitis wird empfohlen
- ▶ Das Essen, Trinken und Rauchen ist im gesamten Arbeitsbereich zu untersagen

Bei Arbeitsunfällen müssen unverzügliche Erste-Hilfe-Maßnahmen sowie ggf. eine ärztliche Betreuung gewährleistet sein. Der tägliche Abtransport der sortierten Abfälle ist anzustreben. Der Hallenboden ist mindestens einmal täglich mechanisch zu reinigen. Bei der Stichprobennahme bzw. Datenaufnahme vor Ort (im Verkehrsraum) sowie bei der Sortierung ist Signalkleidung (Warnweste) zu tragen.