



## Mindeststandards für die Durchführung von Sortieranalysen

Im Rahmen der 2. ordentlichen Mitgliederversammlung im April 2003 haben die im Verein der *Unabhängigen Sachverständigen für Verpackungsentsorgung* (USV e.V.) zusammengeschlossenen Berater und Prüfer sog. „Mindestanforderungen an Verpackungssortieranalysen“ beschlossen. **Die Sachverständigen des USV empfehlen, dass die im Folgenden aufgeführten Mindestanforderungen bei der Durchführung bzw. Prüfung/Anerkennung von entsprechenden Sortieranalysen angewandt werden.**

Sortieranalysen geben wie Abfallanalysen über die Zusammensetzung von Abfällen sowohl in stofflicher Hinsicht als auch bezüglich chemischer und physikalischer Eigenschaften Aufschluss. Die Anforderungen an eine Abfallanalyse<sup>1</sup> richten sich nach den speziellen Erfordernissen der durchzuführenden Erhebungen. Um aber die Repräsentativität und Vergleichbarkeit von Sortieranalysen gewährleisten zu können, sind folgende Mindestanforderungen erforderlich:

### 1. Aufgabenstellung formulieren

Um den Umfang der Sortieranalysen zu ermitteln, ist eine klare Definition der Aufgabenstellung erforderlich. In diesem Zusammenhang ist zu klären, welche Fraktionen sortiert werden sollen, in welchem Zustand diese vorliegen (gepresst/ungepresst) und wie sich die zu sortierende Fraktion zusammensetzt (homogen/inhomogen). Des Weiteren sollte deutlich hervorgehoben werden, welchem Verwendungszweck (z.B. Hochrechnung von Wertstoff-/Schadstoffpotentialen; Bewertung bestehender Verwertungssysteme...) die Analysedaten dienen, um somit die erforderliche Genauigkeit festzulegen.

### 2. Charakterisierung des Untersuchungsgegenstandes

Eine eindeutige Definition der Grundgesamtheit ist erforderlich, um z.B. die Masse und/oder die Zusammensetzung der zu untersuchenden Fraktion bestimmen zu können. Je nach Zielsetzung kann danach eine Abgrenzung nach Herkunft, nach dem Erfassungssystem oder auch nach der stofflichen Zusammensetzung erfolgen. Weitere Kenngrößen, wie z.B. der Füllgrad der Behälter, die Abfallmasse je Behälter sowie die Raum- bzw. Schüttdichte der Abfälle sind ebenfalls zu berücksichtigen.

### 3. Erstellung eines Probenahmeplans

In Abhängigkeit von der Fragestellung und der Zielsetzung müssen die entsprechenden Vorgaben für die Herangehensweise der Probenahme abgeleitet werden. Folgende

<sup>1</sup> Bei Abfallanalysen ist die LAGA Richtlinie PN 98 zu beachten.

Gesichtspunkte sind dabei zu berücksichtigen:

- örtliche Gegebenheiten
- jahreszeitliche Schwankungen
- Homogenität/Heterogenität der Grundmenge
- Größe und Art der Grundmenge (Massen- und Volumenbestimmung)
- Bestimmung des Prüfvolumens
- Festlegung der zu beurteilenden Grundmenge (Clusterbildung)
- Probenahmetechnik.

#### 4. Festlegung der Stichprobeneinheit

Bei der Festlegung der Stichprobeneinheit müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Verfügbarkeit einer Auswahlgrundlage
- Realisierung gleicher Auswahlwahrscheinlichkeiten
- ist die Auswahl verfahrenstechnisch möglich
- stellt die Stichprobeneinheit eine Teilmenge der Grundgesamtheit dar
- Auswirkungen der Stichprobeneinheit auf die Genauigkeit der Ergebnisse
- Berücksichtigung jahreszeitlicher Schwankungen.

#### 5. Festlegung des notwendigen Stichprobenumfangs

Festlegung der Genauigkeitsanforderung an die zu erzielenden Ergebnisse zur Ermittlung des optimalen Stichprobenumfangs einer Untersuchung.

- Genauigkeitsanforderungen
- Umfang und Beschaffenheit der Grundgesamtheit
- Berechnung des notwendigen Stichprobenumfangs

Der Stichprobenumfang ist abhängig von der Genauigkeitsanforderung an die zu erzielenden Ergebnisse, von den Anforderungen an die statistische Sicherheit der zu erzielenden Ergebnisse und der natürlichen Streuung der Grundgesamtheit.

Zur Ermittlung der Genauigkeit wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

$$N = \left[ \frac{t \times s}{|U|} \right]^2$$

N: zu entnehmende Anzahl von Einzelproben

t: Student-Faktor für eine statistische Sicherheit von 95% = 1,96

s: Standardabweichung zwischen Einzelproben hinsichtlich der zu untersuchenden Komponente

U: Genauigkeitsanforderung an die Untersuchung

*(Beispiel: Bei einer angestrebten Genauigkeit von  $|U| = 0,05$  und einer mittleren Standardabweichung der zu bestimmenden Messgröße von  $S = 0,27$  ergibt sich eine notwendige Probenanzahl von 117 Einzelproben.)*

Für Sortieranalysen im Rahmen der Überprüfung mengenstromrelevanter Daten ist ein maximaler relativer Schätzfehler<sup>2</sup> von 5% einzuhalten.

---

<sup>2</sup> Der relative Schätzfehler ist der unquadrierte Standardfehler geteilt durch den geschätzten Wert.

6. Beschreibung des Untersuchungsgebietes/Schichten

Räumliche Begrenzung des Untersuchungsgegenstandes / der Grundgesamtheit bzw. Charakterisierung nach gemeinsamen Merkmalen (z.B. Behälterart, Behältergröße). Die Schichtung, als statistische Methode, dient dem Zweck der Varianzreduktion bzw. der Verringerung des Stichprobenumfangs und ermöglicht eine gezielte Analyse. Die Bildung homogener Teilgesamtheiten (Schichtung der Grundgesamtheit) verfolgt das Ziel, Aussagen über die Teilgesamtheit zu treffen.

Bei einer statistischen Untersuchung zur Ermittlung mengenstromrelevanter Daten muss der Untersuchungsumfang von Verpackungsanalysen mindestens

- örtliche Unterschiede der Anfallstellen
- jahreszeitliche Schwankungen
- Abholturnus

berücksichtigen.

Der Gesamtuntersuchungszyklus sollte vom Stichprobenumfang 1% der Untersuchungseinheit (z.B. Summe aller Behälter) und 0,1% der gesamten Entsorgungsmasse nicht unterschreiten (Faustformel).

7. Beschreibung der Meß- und Darstellungsgenauigkeit

Alle Ergebnisse sind mit den statistischen Größen anzugeben (Standardabweichung, Varianz...).

8. Beschreibung der Fehlerquellen bei Abfalluntersuchungen

Fehlerquellen können sowohl systematischer/verfahrenstechnischer als auch zufälliger/statistischer Art sein. Durch die Berechnung eines Unsicherheitsbereiches ist die Abweichung des hochgerechneten Ergebnisses vom wahren Wert in der Grundgesamtheit darzulegen.

9. Dokumentation der Ergebnisse

Für eine Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Einzeldaten ist eine Dokumentation der erfassten Daten unumgänglich:

- Art und Umfang einer Hochrechnung
- Bestimmung von Durchschnittswerten
- Darlegung der Fehlerrechnung.

10. Beschreibung technischer und personeller Voraussetzungen

- geeignete kalibrierte Wägeeinrichtung zur Ermittlung der Masse
- geschultes Personal für die Datenaufnahme.