

ICS 13.030.40; 13.030.50

**Sortieranlagen für Leichtverpackungen –
Wertstoffeffizienz und weitere Qualitätskriterien –
Teil 1: Prüfverfahren und Dokumentation**

Packaging waste sorting plants –
Efficiency in resource recovering and other quality features –
Part 1: Measurement procedures and documentation

Gesamtumfang 30 Seiten

Dieses Dokument wurde durch die im Vorwort genannten Verfasser erarbeitet und verabschiedet.

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Prüfverfahren und Dokumentation	10
5.1 Bestandteile und Vorgehen zur Dokumentation	10
5.1.1 Allgemeines	10
5.1.2 Obligatorische Prüfkriterien	10
5.1.3 Fakultative Prüfkriterien	12
5.1.4 Dokumentation der Prüfungsdurchführung (Prüfcheckliste)	14
5.2 Prüfverfahren für Produktqualität und Wertstoffeffizienz	14
5.2.1 Allgemeines	14
5.2.2 Probenahme	14
5.2.3 Prüfung der Produktqualität	16
5.2.4 Ermittlung der erreichten Zuführungsquote zur stofflichen Verwertung	18
5.2.5 Ermittlung der erreichten Wertstoffeffizienz	19
5.2.6 Dokumentation der Produktqualität	20
Anhang A (normativ) Prüfcheckliste zur Dokumentenprüfung	22
Literaturhinweise	30

Tabellen

Tabelle A.1 — Allgemeine Anlagendaten	22
Tabelle A.2 — Obligatorische Prüfkriterien — A: Genehmigter Betrieb	23
Tabelle A.3 — Obligatorische Prüfkriterien — B: Technische Einrichtungen	24
Tabelle A.4 — Obligatorische Prüfkriterien — C: Mengen/Belegqualität	25
Tabelle A.5 — Obligatorische Prüfkriterien — D: Betriebsanweisungen	26
Tabelle A.6 — Fakultative Prüfkriterien — E: Weitere Managementsysteme	26
Tabelle A.7 — Fakultative Prüfkriterien — F: Versicherungen	27
Tabelle A.8 — Fakultative Prüfkriterien — G: Arbeitssicherheit	27
Tabelle A.9 — Fakultative Prüfkriterien — H: Logistikeffizienz	28
Tabelle A.10 — Fakultative Prüfkriterien — I: Personalentwicklung	28
Tabelle A.11 — Ergebnis	29

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde nach dem PAS-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren erfolgt in DIN-SPEC-Konsortien und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Die Erarbeitung und Verabschiedung des Dokuments erfolgten durch die nachfolgend genannten Initiatoren und Verfasser:

- Böhme GmbH Wertstofffassung
Stefan Böhme (Initiator)
- ALBA Recycling GmbH
Uwe Küber (Mitinitiator), Felicitas Vieweg, Stefan Leubner
- PreZero Recycling Deutschland GmbH & Co. KG
Christian Kampmann (Mitinitiator)
- Ahorn Rechtspflichtenservice GmbH
Robert Berens, Dr. Christoph Stöckle
- BDE Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V.
Dr. Andreas Bruckschen
- GRAF Holding GmbH
Dr. Dirk Textor
- Interseroh+ GmbH
Michael Bürstner
- Reclay Holding GmbH
Dr. Fritz Flanderka
- Steinert GmbH
Bert Handschick
- Sutco Recycling Technik GmbH
Naemi Denz

Für dieses Thema bestehen derzeit keine Normen im Deutschen Normenwerk.

DIN SPEC sind nicht Teil des Deutschen Normenwerks.

Für diese DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

DIN SPEC 91466 besteht unter dem allgemeinen Titel *Sortieranlagen für Leichtverpackungen — Wertstoffeffizienz und weitere Qualitätskriterien* aus den folgenden Teilen:

— *Teil 1: Prüfverfahren und Dokumentation* (dieses Dokument)

— *Teil 2: Zertifizierung*

In DIN SPEC 91466-1 werden die Dokumentenprüfung und die Prüf-, Analyse- und Berechnungsverfahren für die Produktqualität und die Wertstoff-Effizienz von Sortieranlagen behandelt. In DIN SPEC 91466-2 wird die Zertifizierung von Sortieranlagen für Leichtverpackungen nach DIN SPEC 91466-1 behandelt.

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherstellung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann das DIN-SPEC-Konsortium weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Anwendung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass das DIN-SPEC-Konsortium für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden DIN SPEC entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dem Anwender dieses Dokuments ist unbeschadet der Rechte des DIN e. V. an der Gesamtheit des Dokuments die Vervielfältigung der Vorlage in Anhang A gestattet.

Die kostenfreie Bereitstellung dieses Dokuments als PDF-Version über den Beuth WebShop wurde im Vorfeld finanziert.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Qualitative Anforderungen an Sortieranlagen für Leichtverpackungen werden bisher nicht einheitlich und nach vergleichbaren Maßstäben geprüft. Die alleinige und meist nur unregelmäßige Betrachtung der Qualität der erzeugten Sortierprodukte in Form von händisch durchgeführten Ballenanalysen ist fehleranfällig, statistisch nicht verlässlich und betrachtet nur den Teilaspekt der Produktqualität anhand von allgemein gehaltenen, deutschlandweit geltenden Produktspezifikationen. Transparente, reproduzierbare Aussagen zu qualitativen Aspekten in der Wertschöpfungskette von Post-Consumer-Verpackungsabfällen finden im Prozess der Auftragsvergabe für die Sortierung von Leichtverpackungen daher heute kaum oder nur sehr eingeschränkt Berücksichtigung.

Bei der Sortierung von Abfallströmen ist zu bedenken, dass die Einzelziele „Qualität der Sortierprodukte“ und „Quantität der jeweils erzeugten Sortierfraktion“ miteinander konkurrieren. Aus diesem Grund ist es unabdingbar, dass Sortieranlagenbetreiber, gemeinsam mit den nachfolgenden Prozessbeteiligten, die die Verwertung der Sortierfraktionen umsetzen, das jeweils individuell zu vereinbarende „Qualitäts-Quantitäts-Optimum“ vereinbaren und zuverlässig erreichen. Dabei ist den individuellen Anforderungen des zu beliefernden Verwerterers Rechnung zu tragen. Dies ist durch die bisher vorhandenen Produktspezifikationen der Dualen Systeme nicht immer in ausreichendem Detaillierungsgrad sichergestellt. Darüber hinaus finden die Möglichkeiten der Automatisierung und/oder Digitalisierung kaum Anwendung.

Die aktuell eingesetzten Verfahren, u. a. die Ballenprüfung, betrachten die Sortierung für Leichtverpackungen nicht ganzheitlich und liefern somit keine belastbare Aussage über die Gesamtqualität einer Sortieranlage. Im Hinblick auf die zu erwartenden, steigenden Qualitätsanforderungen an Sortierfraktionen und an Sortieranlagen für Leichtverpackungen im Zuge der Diskussionen zu den Themen „Zero Waste“ und „Circular Economy“ ist es allerdings essenziell, dass es für die Betreiber von Sortieranlagen vergleichbare Qualitätsanforderungen gibt.

Zur Weiterentwicklung von Sortiertechniken, zur weiteren Erschließung von Rohstoffpotentialen aus den Abfallströmen und zur Berücksichtigung der Qualitätsbedürfnisse der nach der Sortierung zu beliefernden Verwertungsbetriebe besteht die Notwendigkeit, einheitliche Qualitätskriterien für Sortieranlagen zu definieren. Vergleichbare Qualitätsanforderungen ermöglichen eine transparente, ganzheitliche Kategorisierung von Sortieranlagen für Leichtverpackungen, die den gesamten Sortierzyklus von der Annahme des Verpackungsabfalls über die Sortierungsstufen bis hin zum Abtransport der Sortierprodukte abdecken.

Dabei werden systematisch zusätzliche Qualitätsaspekte berücksichtigt und einer regelmäßigen Prüfung unterzogen. Als Ergebnis einer schematischen Qualitätsbewertung anhand dieser DIN SPEC können die teilnehmenden Sortieranlagen zum Beispiel von den beauftragenden Dualen Systemen objektiviert qualitativ miteinander verglichen werden. Es können belastbare Aussagen über die Gesamtqualität dieser Anlagen und der dort erzeugten Sortierfraktionen getroffen werden. Validität, Vergleichbarkeit und einheitliche Prüfkriterien ermöglichen eine standardisierte Prüfungsdurchführung. Die Prüfungsergebnisse ermöglichen eine Qualitätsaussage für die jeweilige Sortieranlage und der erzeugten Sortierfraktionen. Die an der Wertschöpfungskette beteiligten Unternehmen (z. B. Recyclinganlagenbetreiber, Stoffstromhändler, Duale Systeme) werden in die Lage versetzt, zuverlässige Qualitätsinformationen zu erhalten. Das Prüfungsergebnis kann sowohl anlagenbezogen verwendet als auch auf Ebene der Dualen Systeme in Form eines mengen-gewichteten Durchschnittsergebnisses für die vom System beauftragte „mittlere Sortieranlagenqualität“ dargestellt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar für Sortieranlagen für Leichtverpackungen. Es legt einerseits den Umfang der erforderlichen Dokumentenprüfung und andererseits die anzuwendenden Prüf-, Analyse- und Berechnungsverfahren für die Produktqualität und die Wertstoff-Effizienz fest.

Dieses Dokument legt darüber hinaus eine Darstellung der Prüfungsergebnisse fest.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term/>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Qualitätssicherung

alle geplanten und systematischen Maßnahmen, die erforderlich sind, um ein hinreichendes Maß an Vertrauen dafür zu bieten, dass ein Produkt, ein Prozess oder eine Dienstleistung vorgegebene Qualitätsanforderungen erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Qualitätssicherung im Produktionsprozess wird gleichgesetzt mit der Sicherung der Erfüllung von Spezifikationen.

[QUELLE: DIN EN 16841-2:2017-03, 3.38, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff ergänzt]

3.2

Prüfung

technischer Vorgang, der aus dem Ermitteln eines oder mehrerer Merkmale eines bestimmten Produkts, eines Prozesses oder einer Dienstleistung und nach einem festgelegten Verfahren besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Prüfung ist ein zentrales Element der Qualitätssicherung.

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-13, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff ergänzt]

3.3

Qualitätsanforderung

Erfordernis, das ein Produkt, ein Prozess oder eine Dienstleistung hinsichtlich ihrer Güte erfüllen muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Qualitätsanforderungen werden durch die Produktspezifikationen zwischen Sortieranlage und Abnehmer der Sortierfraktionen festgelegt.

3.4

Produktspezifikation

Spezifikation, die Mindestanforderungen an eine Sortierfraktion zwischen Sortieranlage und Empfänger der Sortierfraktion definiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Produktspezifikationen der zu erzeugenden Sortierfraktion enthalten mindestens Angaben zur stofflichen Zusammensetzung, Reinheit, maximale Störstoffanteile sowie Angaben zur gewünschten Lieferform.

3.5**Produktqualität**

Grad, in dem eine Sortierfraktion Anforderungen der Produktspezifikation erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur vereinfachten Ermittlung und Darstellung wird in der Praxis das Verhältnis der Gesamtmasse von Objekten, die der spezifizierten Materialart/-en zuzuordnen sind, zu der Gesamtmasse aller Objekte aus einem oder mehreren Materialstrom/-strömen betrachtet.

3.6**Fraktion**

gezielt erzeugtes Sortierprodukt, das aus einer Materialart oder einem definierten Gemisch verschiedener Materialarten besteht und durch eine Produktspezifikation beschrieben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Fraktion besteht aus mindestens einem Stoffstrom, welcher das Endprodukt bzw. der Output ist, um der anschließenden Verwertung zugeführt zu werden.

3.7**Stoffstrom**

kontinuierlicher Massenstrom von LVP-Objekten, die aus einer oder mehreren Materialarten bestehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Stoffstrom beinhaltet auch unerwünschte Bestandteile in Form von Störstoffen oder Fehlwürfen.

3.8**Materialart**

Art des Werkstoffs

BEISPIEL PE = Polyethylen

3.9**Objekt****Artikel**

zusammenhängendes Teil aus dem LVP-Stoffstrom, welches aus einer oder mehrerer Materialarten besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise wird ein Objekt einer Materialart zugeordnet, sobald die Materialart mehr als 50 Massenprozent des Objekts einnimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Stoffstrom „Leichtverpackungen“ entspricht ein Objekt/ein Artikel einer zusammenhängenden Verpackungseinheit.

3.10**Massenprozent**

Verhältnis einer Masse zur Gesamtmasse

3.11**Analyse**

Untersuchung eines Objekts, eines Artikels oder einer Fraktion, zur Bestimmung von Materialzusammensetzung, Beschaffenheit und weiterer relevanter Eigenschaften

3.12**Verwertungszuführungsquote**

<stofflich> Verhältnis aller nach dem Sortierprozess einem zugelassenen stofflichen Verwertungsverfahren zugeführten Materialfraktionen zum Gesamtinput der Sortieranlage

Anmerkung 1 zum Begriff: Zugelassene Verwertungsanlagen weisen nach, dass sie die „Prüfleitlinien Mengenstromnachweis Systeme“ der Zentralen Stelle Verpackungsregister in der jeweils gültigen Fassung einhalten und über die entsprechend geforderte Leistungsfähigkeit verfügen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Zulässigkeit des Verwertungsverfahrens wird durch das Letztverwerterzertifikat der weiterverarbeitenden Anlage dokumentiert. Schränkt das Letztverwerterzertifikat der belieferten Anlage die Anerkennung der stofflichen Verwertung prozentual ein, so gilt lediglich die anerkannte Liefermenge als der stofflichen Verwertung zugeführt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Gleichung (1) zur Berechnung der Verwertungszuführungsmenge je Materialfraktion:

$$\begin{aligned}
 F_1 \times Q_A &= M_{1,A} \\
 + F_1 \times Q_B &= M_{1,B} \\
 + F_1 \times Q_C &= M_{1,C} \\
 &\dots \\
 &= G_{F_1}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Dabei ist

F_X die Fraktion X , in mg;

Q_Y die Verwertungsquote des Verwerter Y ;

$M_{X,Y}$ die Teilmenge X des Verwerter Y , in Megagramm (Mg);

G_{F_X} die Gesamtzuführung zur stofflichen Verwertung der Fraktion X , in Mg.

Anmerkung 4 zum Begriff: Gleichung (2) zur Berechnung der Verwertungszuführungsmenge je Materialfraktion:

$$\frac{(G_{F_1} + G_{F_2} + G_{F_3} + \dots + G_{F_n})}{G_{I,S}} = G_{Q,F} \tag{2}$$

Dabei ist

G_{F_X} die Gesamtzuführung zur stofflichen Verwertung der Fraktion X , in Mg;

$G_{I,S}$ der Gesamtinput der Sortieranlage im Betrachtungszeitraum, in Mg;

$G_{Q,F}$ die Gesamtzuführungsquote zur stofflichen Verwertung aller Fraktionen, in %.

3.13

Wertstoffeffizienz

Verhältnis der Gesamtzuführung zur stofflichen Verwertung aller Fraktionen (G_{F_X}) zum insgesamt vorhandenen Potential aller stofflich verwertbaren Materialien im Materialgemisch vor dem Sortierprozess (G_{pot})

Anmerkung 1 zum Begriff: Das insgesamt vorhandene Wertstoffpotential vor der Sortierung setzt sich aus folgenden drei Einzelsummen zusammen: der Gesamtzuführung zur stofflichen Verwertung, den verlorenen Wertstoffen in nicht stofflich verwerteten Fraktionen sowie den „falsch zugeordneten“ Wertstoffen in anderen stofflich verwerteten Fraktionen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Berechnung des Wertstoffpotentials erfolgt nach Gleichung (3):

$$G_{F_X} + G_{missed} + G_{wrong} = G_P \tag{3}$$

Dabei ist

G_{F_X} die Gesamtzuführung zur stofflichen Verwertung aller Fraktionen, in Mg;

G_{missed} alle stofflich verwertbaren Bestandteile in nicht stofflich verwerteten Fraktionen, in Mg;

G_{wrong} alle stofflich verwertbaren Bestandteile in anderen stofflich verwerteten Fraktionen, in Mg;

G_P das vor dem Sortierprozess vorhandene Wertstoffpotential, in Mg.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Berechnung der Wertstoffeffizienz erfolgt nach Gleichung (4):

$$\frac{G_{Fx}}{G_P} = \eta_W \quad (4)$$

Dabei ist

G_{Fx} die Gesamtzuführung zur stofflichen Verwertung aller Fraktionen, in Mg;

G_P das vor dem Sortierprozess vorhandene Wertstoffpotential, in Mg.

η_W die Wertstoffeffizienz, in %.

3.14

Lagerbestand

Menge der Leichtverpackungen, die zur Sortierung angeliefert wurden (Input) oder nach der Sortierung zur Abfrachtung bereitstehen

3.15

Verpackung

aus beliebigen Materialien hergestelltes Erzeugnis zur Aufnahme, zum Schutz, zur Handhabung, zur Lieferung oder zur Darbietung von Waren im Sinne des Verpackungsgesetzes

3.16

Input

heterogene Stoffgruppe, die in einer Sortieranlage aufgegeben wird

3.17

Output-Fraktion

Output

definierte Stoffgruppe, die im Sortierprozess als Produkt erzeugt wird

3.18

Recyclingquote

Anteil der Verpackungen, der gemäß Verpackungsgesetz, § 16, dem Recycling zugeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Gleichung zur Berechnung der Quote im Sinne dieses Dokuments ist in 5.2.4 zu finden.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen:

LVP	Leichtverpackungen
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
NIR	Nahinfrarot
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall