

DIN EN 13431

ICS 13.030.99; 55.020

Ersatz für
DIN EN 13431:2000-12

**Verpackung –
Anforderungen an Verpackungen für die energetische Verwertung,
einschließlich Spezifikation eines Mindestheizwertes;
Deutsche Fassung EN 13431:2004**

Packaging –
Requirements for packaging recoverable in the form of energy recovery, including
specification of minimum inferior calorific value;
German version EN 13431:2004

Emballage –
Exigences relatives aux emballages valorisables énergétiquement, incluant la
spécification d'une valeur calorifique inférieure minimale;
Version allemande EN 13431:2004

Gesamtumfang 20 Seiten

Die Europäische Norm EN 13431:2004 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die hiermit vorgelegte Europäische Norm ist die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee TC 261 „Verpackung“ (Sekretariat: Frankreich) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm EN 13431.

Im Normenausschuss Verpackungswesen (NAVp) wurden die Arbeiten durch den Arbeitsausschuss AA 4.3/4.4 „Stoffliche/Energetische Verwertung“ betreut.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13431:2000-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Im Abschnitt 3 wurden folgende Unterabschnitte neu aufgenommen: 3.5 verfügbare Wärmeenergie, 3.6 Verbrennung, 3.7 Packmittelkomponente, 3.8 Verpackungsbestandteil;
- b) der „Spezifische Mindestheizwert“ wurde festgelegt;
- c) Abschnitt 5 „Anforderungen“ neu aufgenommen;
- d) Abschnitt 6 „Durchführung“ überarbeitet;
- e) Anhänge A, B und C überarbeitet;
- f) redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13431: 2000-12

Deutsche Fassung

**Verpackung
Anforderungen an Verpackungen für die energetische
Verwertung, einschließlich Spezifikation eines
Mindestheizwertes**

Packaging —
Requirements for packaging recoverable in the form of
energy recovery, including specification of minimum inferior
calorific value

Emballage —
Exigences relatives aux emballages valorisables
énergétiquement, incluant la spécification d'une valeur
calorifique inférieure minimale

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. Mai 2004 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Definition des theoretischen Mindestheizwertes (spezifischer Mindestheizwert)	6
5 Anforderungen	6
6 Durchführung	7
6.1 Anwendung	7
6.2 Bewertung	7
6.3 Beanspruchung der Konformität	7
Anhang A (normativ) Bestimmung des Wärmegewinns und Spezifikation des theoretischen Mindestheizwertes (spezifischer Mindestheizwert)	8
Anhang B (informativ) Herleitung eines unteren Mindestheizwertes (spezifischer Mindestheizwert) für Verpackungen, die die Optimierung der energetischen Verwertung in einem tatsächlichen industriellen System ermöglichen	10
Anhang C (informativ) Substanzen und Materialien, die den energetischen Verwertungsprozess negativ beeinflussen können sowie Materialien, Materialkombinationen oder Verpackungsausführungen, die Probleme während der energetischen Verwertung verursachen können	14
Anhang D (informativ) Beispielformat für die Erklärung der Übereinstimmung mit diesem Dokument	15
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 94/62/EG	17
Literaturhinweise	18

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13431:2004) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 261 „Verpackung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 13431:2000.

Dieses Dokument wurde unter zwei Mandaten erarbeitet, die die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument ist Teil einer Reihe von Normen und Berichten, die auf der Grundlage des Mandates M 200 rev. 3 und M 317 erarbeitet wurden, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone zur Unterstützung der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle erteilt wurde. Das Verfahren zur Anwendung dieses Dokuments in Verbindung mit den anderen mandatierten Normen und Berichten ist in EN 13427 festgelegt.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle (94/62/EG) legt Anforderungen für Verpackung fest, die als verwertbar gilt. Dieses Dokument geht hinsichtlich der energetischen Verwertung näher auf diese Anforderungen ein. EN 13427 schafft einen Rahmen, in dem diese und vier weitere Normen gemeinsam verwendet werden dürfen, um die Übereinstimmung einer Verpackung, deren Markteinführung geplant ist, mit den durch die Richtlinie geforderten grundlegenden Anforderungen zu beanspruchen.

ANMERKUNG Die Richtlinie 94/62/EG ist durch das Europäische Parlament geändert worden und ist Richtlinie des Rates 2004/12/EG vom 11. Februar 2004.

Der Zweck von Verpackung besteht in der Aufnahme, dem Schutz, der Verteilung und der Darbietung von Produkten. Die energetische Verwertung von gebrauchter Verpackung ist eine von mehreren Optionen innerhalb der Gesamtlebensdauer der Verpackung. Um Ressourcen zu schonen und Abfall auf ein Mindestmaß zu beschränken, sollte das gesamte System, in dem Verpackung stattfindet, optimiert werden. Dies schließt die Vermeidung sowie die Wiederverwendung und die Verwertung von Verpackungsabfall ein.

Dieses Dokument bietet einen Rahmen für eine Eigenbewertung, ob die Anforderungen dieses Dokuments erfüllt worden sind. Diese Vorgehensweise ähnelt der von System-Normen wie in der Normenreihe EN ISO 9000 oder einem Umweltmanagementsystem wie in EN ISO 14001.

Da der zur energetischen Verwertung genutzte Verpackungsabfall andere Brennstoffe ersetzt, schließt eine Optimierung des Gesamtsystems die Produktion von Wärme und/oder Energie ein. Das vorliegende Dokument definiert und spezifiziert die thermodynamischen Anforderungen an Verpackungen, um die Verbrennung von Verpackungsabfällen bei energetischer Verwertung zu ermöglichen, berücksichtigt jedoch nicht die Umwandlung und Nutzung der produzierten Energie. Sowohl Verpackungs- als auch Verwertungstechnik sind Gegenstand einer ständigen Verbesserung.

Anhang A leitet das Konzept des Wärmegewinns her. Anhänge B und C führen einige der besonders bedeutsamen unterstützenden Vorschriften sowie Schlussfolgerungen auf, die während der Vorbereitung des Textes gezogen wurden. Es wird vorausgesetzt, dass die während des Verbrennungsprozesses erzeugte Wärme so weit wie möglich zurückgeführt werden muss, jedoch liegt es außerhalb des Anwendungsbereiches dieses Dokuments, etwas über den Wirkungsgrad von Anlagen auszusagen.

Anforderungen an Stoffe und Materialien, die den Prozess der energetischen Verwertung negativ beeinflussen können, sind in EN 13428 festgelegt. Gemäß den Erläuterungen in Anhang C sind keine weiteren Anforderungen erforderlich.

Materialien, Materialkombinationen oder Verpackungsausführungen, die Probleme während der energetischen Verwertung verursachen können, sind Anhang C erläutert. Es wird geschlussfolgert, dass Verpackungsausführung und Materialkombinationen keine Probleme bei der energetischen Verwertung verursachen.

Anhang D unterstützt den Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an Verpackungen für die energetische Verwertung fest und enthält Verfahren für die Bewertung der Konformität mit diesen Anforderungen. Der Anwendungsbereich ist auf den Bereich beschränkt, der sich unter Kontrolle des Inverkehrbringers befindet.

Dieses Dokument kann nicht eigenständig zur Konformitätsannahme dienen. Die Bewertung der Übereinstimmung für die Anwendung dieses Dokuments ist in EN 13427 enthalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13193, *Verpackung — Verpackung und Umwelt — Terminologie.*

EN 13427, *Verpackung — Anforderungen an die Anwendung der Europäischen Normen zu Verpackungen und Verpackungsabfällen.*

EN 13428, *Verpackung — Spezifische Anforderungen an die Herstellung und Zusammensetzung — Ressourcenschonung durch Verpackungsminimierung.*

CR 13695-1, *Verpackung — Anforderungen zur Messung und Feststellung der vier Schwermetalle und anderen gefährlichen Substanzen in Verpackungen und deren Freisetzung in die Umwelt — Teil 1: Anforderungen zur Messung und Feststellung der vier Schwermetalle in Verpackungen.*

CEN/TR 13695-2, *Verpackung — Anforderungen zur Messung und Feststellung der vier Schwermetalle und anderen gefährlichen Substanzen in Verpackungen und deren Freisetzung in die Umwelt — Teil 2: Anforderungen zur Messung und Feststellung gefährlicher Substanzen in Verpackungen und deren Freisetzung in die Umwelt.*

EN 14182, *Verpackung — Terminologie — Grundbegriffe und Definitionen.*

ISO 1171, *Solid mineral fuels — Determination of ash content.*

ISO 1928, *Solid mineral fuels — Determination of gross calorific value by the bomb calorimetric method, and calculation of net calorific value.*

Richtlinie 2000/76/EG über Müllverbrennung. Richtlinie 2000/76/EG widerruft 94/67/EG zum 28. Dezember 2005 auch für alte Anlagen.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in EN 13193, EN 13427, EN 14182 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1

unterer Heizwert (spezifischer Heizwert), q_{net}

unterer Heizwert ist ein in Mandat M 200 rev. 3 für den spezifischen Heizwert verwendeter Begriff, der in ISO 1928 definiert ist und bei konstantem Volumen gemessen wird

3.2

erforderliche Energie H_a

Energie, die erforderlich ist, um die Verbrennungsrückstände eines Stoffes und überschüssige Luft von Umgebungstemperatur auf eine festgelegte Endtemperatur adiabatisch zu erhitzen

3.3

Wärmegegewinn

positive Differenz zwischen der bei Verbrennung eines Stoffes freigesetzten Energie und H_a

3.4

theoretischer Mindestheizwert $q_{net,min,theor.}$

der Anteil der bei der Verbrennung freigesetzten Energie, der ausreicht, um die Verbrennungsrückstände eines Stoffes oder Produkts und überschüssige Luft von einer festgelegten Umgebungstemperatur auf eine festgelegte adiabatische Endtemperatur zu erhitzen

3.5

verfügbare Wärmeenergie

der Anteil der bei der Verbrennung in einem tatsächlichen industriellen System freigesetzten Energie, die z. B. in den Dampfzyklus eines Siedegefäßes geleitet wird, d. h. die gesamte freigesetzte Energie abzüglich der Wärmeverluste

3.6

Verbrennung

Oxidationsreaktion, die sowohl die Verbrennung organischer Stoffe als auch die Oxidation von Metallen beinhaltet

3.7

Packmittelkomponente

Teil der Verpackung, das von Hand oder unter Verwendung einfacher mechanischer Mittel getrennt werden kann (siehe EN 13193)

3.8

Verpackungsbestandteil

Teil, aus dem eine Verpackung oder ihre Komponenten hergestellt werden, und das nicht von Hand oder unter Verwendung einfacher mechanischer Mittel getrennt werden kann (siehe EN 13193)

4 Definition des theoretischen Mindestheizwertes (spezifischer Mindestheizwert)

Der theoretische Mindestheizwert (theoretischer spezifischer Mindestheizwert), $q_{net,min,theor.}$ ist materialspezifisch. Er hängt von der Temperatur und anderen durch den Verbrennungsprozess erforderlichen Bedingungen ab. In diesem Dokument wird er mit H_a bezeichnet und kann nach dem in Anhang A beschriebenen Verfahren bestimmt werden. In diesem Anhang wird der theoretische Mindestheizwert (spezifische Mindestheizwert) durch den technischen Begriff des Wärmegegewinns spezifiziert.

Der tatsächliche Mindestheizwert (spezifische Mindestheizwert), $q_{net,min,tats.}$ ist zur Optimierung der energetischen Verwertung in einem tatsächlichen industriellen festgelegten System und in Anhang B definiert.

5 Anforderungen

Zur Optimierung der energetischen Verwertung in einem tatsächlichen industriellen System sollte der theoretische Wärmegegewinn deutlich über dem Nullpunkt liegen. Besteht der Anspruch einer energetischen Verwertung, muss q_{net} mindestens 5 MJ/kg betragen.

ANMERKUNG 1 Verpackung, die zu mehr als 50 % (Massenanteil) aus organischen Stoffen besteht, z. B. Holz, Pappe, Papier und andere organische Fasern, Stärke, Kunststoffe, ermöglicht einen Wärmegegewinn und erfüllt die Anforderung, dass q_{net} mindestens 5 MJ/kg betragen muss.

ANMERKUNG 2 Eine Verpackung, die zu mehr als 50 % (Massenanteil) aus anorganischen Stoffen besteht, z. B. anorganischen Füllstoffen und Schichten, ist energetisch verwertbar, vorausgesetzt q_{net} beträgt mindestens 5 MJ/kg.

ANMERKUNG 3 Dünne Aluminiumfolie (meist bis zu 50 μ m dick) trägt zum q_{net} der Verpackung bei und ist als energetisch verwertbar zu betrachten. Aluminium mit einer Dicke von mehr als 50 μ m ist als nicht brennbar zu betrachten.

ANMERKUNG 4 Eine Verpackung, die zu mehr als 50 % (Massenanteil) aus anorganischen Stoffen besteht, z. B. Glas oder biegesteife Metallbehälter mit Kunststoff-Verschluss, ist als nicht energetisch verwertbar zu betrachten.

6 Durchführung

6.1 Anwendung

Die Anwendung dieses Dokuments auf jede spezielle Verpackung muss nach EN 13427 erfolgen.

6.2 Bewertung

Die energetische Verwertbarkeit von Verpackung können durch Berechnung aufgrund der in Anhang B angegebenen Daten oder das Verfahren nach Anhang A bewertet werden.

6.3 Beanspruchung der Konformität

Der Inverkehrbringer muss schriftlich die Übereinstimmung mit den Abschnitt 5 angegebenen Anforderungen nach EN 13427 erklären. Anhang D darf als Leitlinie genutzt werden.

Anhang A (normativ)

Bestimmung des Wärmegewinns und Spezifikation des theoretischen Mindestheizwertes (spezifischer Mindestheizwert)

Die Bestimmung des Wärmegewinns beruht auf Standardverfahren der Chemie und der Wärmelehre zur Berechnung der adiabatischen Endtemperatur bei Verbrennung.

Der untere Heizwert eines Stoffes (spezifischer Heizwert), q_{net} , ist der Betrag der bei Verbrennung dieses Stoffes freigesetzten Wärme, wenn sich das gesamte Wasser in der Gasphase befindet. Um energetisch verwertbar zu sein, muss die Verpackung im Prozess der energetischen Verwertung einen Wärmegewinn ermöglichen. In diesem Dokument wird vorausgesetzt, dass diese Bedingung erfüllt ist, wenn q_{net} den Energiebetrag H_a überschreitet, der erforderlich ist, um die Temperatur der Verbrennungsrückstände (einschließlich überschüssiger Luft) von der Umgebungstemperatur auf die festgelegte Endtemperatur adiabatisch zu erhöhen. Ein Wärmegewinn liegt vor, wenn Gleichung (1) erfüllt ist:

$$q_{\text{net}} - H_a > 0 \quad (1)$$

Der untere Heizwert (spezifische Heizwert) einer Verpackung, die aus verschiedenen Bestandteilen besteht, kann nach Gleichung (2) berechnet werden:

$$q_{\text{net}} = \sum_{i=1}^n f_i q_{\text{net},i} \quad (2)$$

Dabei ist

q_{net} unterer Heizwert (spezifischer Heizwert) der Verpackung;

f_i ein Masseanteil des Bestandteils „i“ in der Verpackung;

$q_{\text{net},i}$ unterer Heizwert (spezifischer Heizwert) der Komponente oder des Bestandteils „i“ in der Verpackung.

Eine brennbare Verpackung kann nichtbrennbare, inerte oder reaktive Komponenten und/oder Bestandteile enthalten, was eine negative Wirkung auf den Wärmegewinn haben kann.

Der mit H_a bezeichnete theoretische Mindestheizwert (spezifischer Mindestheizwert) kann durch die Anwendung der Gleichungen (3) und (4) bestimmt werden:

$$q_{\text{net,min,theor.}} = H_a = \sum_{i=1}^n f_i H_{a,i} \quad (3)$$

Dabei ist

H_a die erforderliche Energie, um Verbrennungsprodukte, Rückstände und überschüssige Luft adiabatisch von T_0 auf T_a zu erhitzen;

$H_{a,i}$ die erforderliche Energie, um Verbrennungsprodukte und Rückstände des Verpackungsbestandteils „i“ und überschüssige Luft adiabatisch von T_0 auf T_a zu erhitzen;

$$H_{a,i} = \sum_{j=1}^m g_j C_{pj} (T_a - T_0) \quad (4)$$

Dabei ist

g_j das Verhältnis der Verbrennungsprodukte und Rückstände (Rauchgas und Asche) und überschüssiger Luft (j), das sich aus der Menge des Bestandteils „i“ in der Verpackung ergibt;

C_{pj} die spezifische Wärmekapazität des Verbrennungsrückstandes des Produkts „j“ bei konstantem Druck;

T_a die adiabatische Endtemperatur;

T_0 die Umgebungstemperatur.

Gleichung (4) gilt für den adiabatischen Fall. Für das vorliegende Dokument muss H_a für festgelegte Bedingungen berechnet werden, wie sie gegenwärtig in der Richtlinie (2000/76/EG) angegeben sind, d. h. für eine Endtemperatur T_a von 850 °C und 6 % überschüssigem Sauerstoff. T_0 ist mit 25 °C vorgegeben.

H_a kann aufgrund der Erklärung der chemischen Zusammensetzung vom Inverkehrbringer des Materials berechnet werden.

Die Werte von q_{net} für einzelne Verpackungsmaterialien werden vom Inverkehrbringer der Rohstoffe vorgegeben oder aus Standard-Handbüchern entnommen. Der Wert q_{net} einer Verpackung wird nach Gleichung (2) berechnet. q_{net} kann auch experimentell nach EN ISO 1928 bestimmt werden.

Ist der Aschegehalt (oder Gehalt an festen Rückständen) für die Berechnung von H_a erforderlich, muss er nach dem in ISO 1171 festgelegten Verfahren bestimmt werden.

Anhang B (informativ)

Herleitung eines unteren Mindestheizwertes (spezifischer Mindestheizwert) für Verpackungen, die die Optimierung der energetischen Verwertung in einem tatsächlichen industriellen System ermöglichen

CR 1460 enthält allgemeine Betrachtungen zu Entwicklung und eigentlicher Bedeutung der energetischen Verwertung, während in CR 13686 der Begriff der Optimierung der energetischen Verwertung erarbeitet wird. Die zwischen Verpackungsausführung, Verpackungsanforderungen, Optimierung der energetischen Verwertung und Anforderungen für die energetische Verwertung bestehenden Beziehungen werden in Bild B.1 dargestellt.

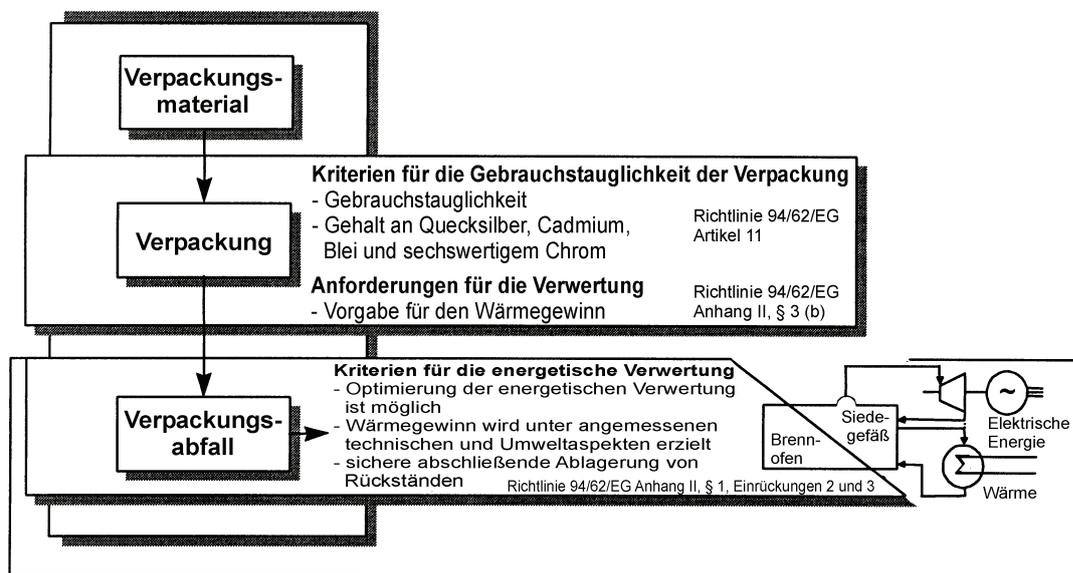


Bild B.1 — Allgemeine Anforderungen für die Optimierung von Verpackung – Kritische Bereiche der energetischen Verwertung

Die Anforderung der Wärmegewinnung bedeutet, dass die Verpackung bei der Verbrennung unter den in Richtlinie 2000/76/EG festgelegten Bedingungen nach Energie produziert. Wärmegewinnung wird für einen idealen adiabatischen Fall bestimmt, bei gleichbleibenden Bedingungen und ohne Verluste. Im tatsächlichen industriellen System ist die verfügbare Wärmeenergie immer höher als der theoretische Wärmegewinn. Obwohl in einer Verbrennungsanlage Wärmeverluste auftreten, ergibt die Wärmeverwertung der Rauchgase eine Gesamtwärmewirkung von 75 % bis 90 %. Tabelle B.1 gibt Werte für q_{net} , Wärmegewinn und verfügbare Wärmeenergie für typische Verpackungsbestandteile, Packstoffe und Verpackungen an. Einige der dargestellten Packstoffe sind nicht sehr gebräuchlich, wurden jedoch ausgewählt, um das Spektrum an Möglichkeiten aufzuzeigen.

Der Energieverbrauch für die Reinigung des Rauchgases und die Handhabung von Rückständen beträgt einige Prozent der zugeführten Energie. Alle Optionen für die Verwertung oder die Entsorgung von Abfällen erfordern Energie für Transport und Handhabung. Diese ist entsprechend den Umständen unterschiedlich hoch, liegt jedoch normalerweise deutlich unter 1 MJ/kg Abfall.

Bild B.2 stellt Tabelle B.1 graphisch dar. Der Wärmegewinn wird als eine Funktion von q_{net} aufgetragen. Eine Durchschnittsgerade wird nach dem Verfahren der geringsten Quadratabweichung berechnet und erweitert bis $q_{net} = 0$.

Die Extrapolation zeigt, dass der Wärmegewinn > 0 , wenn $q_{\text{net}} > 2 \text{ MJ/kg}$. Unter Berücksichtigung der Vertrauensgrenze von 95 % beträgt der theoretische Mindestwert $q_{\text{net,min,theor}}$ zwischen 1,5 MJ/kg und 2,5 MJ/kg. Bei Anwendung eines Sicherheitsfaktors von 2, der bei Entwurf und Aufbau industrieller Prozesse gebräuchlich ist, wird der erforderliche Wert $q_{\text{net,min,real}}$ bei 5 MJ/kg festgesetzt.

Bei einem Wert von 5 MJ/kg für q_{net} beträgt der Wärmegewinn $\approx 2 \text{ MJ/kg}$ und die berechnete verfügbare Wärmeenergie mindestens 4 MJ/kg.

Selbst unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs für zusätzlichen Transport und Handhabung, Reinigung von Rauchgas und Handhabung von Rückständen überschreitet die verfügbare Wärmeenergie die dabei verbrauchte Energie.

Tabelle B.1 — Wärmegewinn, berechnet für eine Umgebungstemperatur von 25 °C und eine Endtemperatur von 850 °C bei 6 % O₂ für eine Vielzahl von Bestandteilen, Komponenten und Verpackungen. q_{net} ist materialspezifisch und kann nach Standardverfahren bestimmt werden, z. B. durch Wärmemengenmessung (ISO 1928). Die Daten für die meisten Stoffe sind aus der Literatur zu entnehmen (z. B. Handbücher für Chemie und Physik).

Beispiele <input type="checkbox"/> erfüllt Anforderung des Wärmegewinns <input type="checkbox"/> erfüllt Anforderung des Wärmegewinns nicht	q_{net} (MJ/kg) ^e	H_a (MJ/kg)	$q_{\text{net}} - H_a$ Wärmegewinn (MJ/kg)	Verfügbare Wärmeenergie (MJ/kg) ^f	Asche oder feste Rückstände (Massenanteil in %) ^g
— Zellulose	16,1	7,9	8,2	12,1	< 0,1
— Lignin	26,0	12,0	14,0	19,5	< 0,1
— Stärke	16,1	7,9	8,2	12,0	< 0,1
— Inerte Materialien (Keramik, Glas usw.)	0	1,0	-1,0	-	100
— Calciumkarbonat ^a	-2,0	1,0	-3,0	-	56
— Wasser (als Flüssigkeit)	-2,0	2,0	-4,0	-	0
Holz					
— Holz, trocken	20,0	9,7	10,3	15,0	0,4
— Holz, 30 % Feuchtegehalt	13,3	7,3	6,0	10,0	0,3
— Holz, 50 % Feuchtegehalt	8,8	5,7	3,1	6,6	0,2
Papier und Pappe					
— Pappe (66 % Zellulose, 23 % Lignin, 11 % inerte Beschichtung), trocken	16,6	8,1	8,5	12,5	11
— Pappe (66 % Zellulose, 23 % Lignin, 11 % inerte Beschichtung), 7 % Feuchtegehalt	15,3	7,6	7,7	11,5	10
— Pappe (85 % Zellulose, 15 % inerer Füllstoff), trocken	13,7	6,8	6,9	10,3	15
— Pappe (85 % Zellulose, 15 % inerer Kohlenstoff-Füllstoff, trocken), 7 % Feuchtegehalt	12,6	6,5	6,1	9,5	14
— Packpapier (80 % Zellulose, 20 % inerer Füllstoff), trocken	12,9	6,5	6,4	9,7	20
— Packpapier (80 % Zellulose, 20 % inerer Füllstoff, trocken), 3 % Feuchtegehalt	12,4	6,4	6,0	9,4	19
— Packpapier (60 % Zellulose, 40 % inerer Füllstoff), trocken	9,7	5,1	4,6	7,3	40
— Packpapier (60 % Zellulose, 40 % inerer Füllstoff, trocken), 3 % Feuchtegehalt	9,3	5,0	4,3	7,0	39

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

Beispiele <input type="checkbox"/> erfüllt Anforderung des Wärmegewinns <input type="checkbox"/> erfüllt Anforderung des Wärmegewinns nicht	q_{net} (MJ/kg) ^e	H_a (MJ/kg)	$q_{net} - H_a$ Wärmegewinn (MJ/kg)	Verfügbare Wärmeenergie (MJ/kg) ^f	Asche oder feste Rückstände (Massenanteil in %) ^g
Polymere					
— Polyethylen, PE	43,0	21,0	22,0	32,2	< 0,1
— Polypropylen, PP	44,0	20,4	23,6	33,0	< 0,1
— Polystyrol, PS	40,0	18,2	21,8	30,0	< 0,1
— Polyvinylchlorid, PVC	17,0	8,0	9,0	12,8	< 0,1
— Polyethylenterephthalat, PET	22,0	10,0	12,0	16,5	< 0,1
— Polykarbonat	29,0	14,0	15,0	22,0	< 0,1
Metalle					
— Aluminium (brennbar) ^b	31,0	6,4	24,6	23,3	189
— Aluminium (inert) ^c	0	1,0	-1,0	-	100
— Stahl (inert)	0	0,4	-0,4	-	100
Kunststoffe					
— PP mit 50 % Kohlenstofffilter	21,1	10,7	10,4	15,8	28
— PP mit 70 % Kohlenstofffilter	12,0	6,8	5,2	9,0	39
— PS mit 2 % TiO ₂	39,2	17,9	21,3	29,4	2
Laminate					
— Pappe (66 % Zellulose, 23 % Lignin, 11 % inerte Beschichtung, trocken), 7 % Feuchtegehalt, 20 % PE, 2 % Al	21,6	10,2	11,4	16,2	17
— 71 % PE, 12 % Al, 17 % PET	38,0	17,3	20,6	28,5	23
— 49 % PE, 22 % Al, 29 % PET	34,2	14,6	19,7	25,7	42
— 23 % PE, 46 % Al, 31 % PET	31,0	10,9	20,1	23,3	87
— PP-Folie mit 0,7 % Al-Metallschicht	43,9	20,3	23,6	32,9	1
— PET-Folie mit 0,7 % SiO _x -Schicht	21,9	9,9	11,9	16,4	1
— 58,1 % Al, 41,9 % PVC	25,0	7,0	18,0	19,0	110
Verpackung					
— Holzpalette, 4 % Nägel, 16 % Feuchtegehalt	15,8	8,1	7,7	11,9	4
— Holzkiste, 5 % Nägel, 16 % Feuchtegehalt	15,6	8,0	7,6	11,7	5
— Gewürzdose, (81,8 % Stahl, 14,8 % PP) ^d	8,0	4,0	4,0	6,0	82
— Aerosol aus Stahl, (85,2 % Stahl, 14,8 % PP) ^d	6,5	3,4	3,1	4,9	85
— Sirupdose, (89,5 % Stahl, 10,5 % PP) ^d	4,6	2,5	2,1	3,5	89
<p>^a Während des Verbrennungsprozesses bildet Calciumcarbonat endothermisch Calciumoxid und Kohlendioxid.</p> <p>^b Dünne Aluminium-Folie von bis zu 50 µm Dicke ist nach Abschnitt 5, Anmerkung 3 als brennbar errechnet worden.</p> <p>^c Aluminium-Folie von über 50 µm Dicke ist als nicht brennbar anzusehen (Abschnitt 5, Anmerkung 3).</p> <p>^d Verpackung erfüllt nicht die Anforderungen für energetische Verwertbarkeit, organische Komponenten liefern jedoch verfügbare Wärmeenergie (Abschnitt 5, Anmerkung 4).</p> <p>^e Fettgedruckte Werte für q_{net} zeigen an, dass die Verpackung, ihr Bestandteil oder ihre Komponente die Anforderungen von Abschnitt 5 erfüllt.</p> <p>^f Für Bedingungen einer Abfall-Energie-Umwandlungsanlage mit 25 % Wärmeverlusten. Verfügbare Wärmeenergie = $0,75 \times q_{net}$.</p> <p>^g nach ISO 1171.</p>					

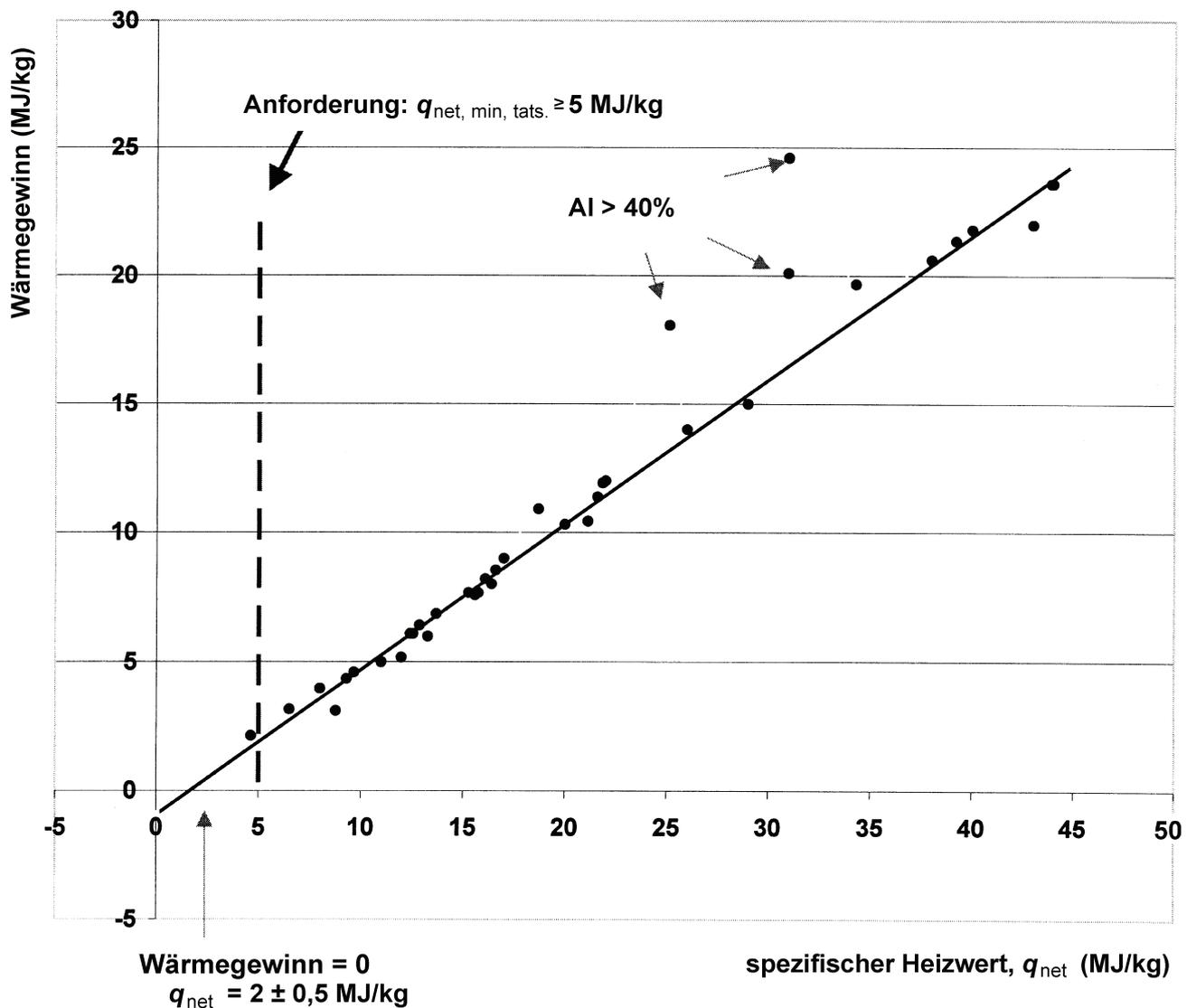


Bild B.2 — Wärmegewinn q_{net} als Funktion für Bestandteile, Komponenten und Verpackungen nach Tabelle B.1. Die Gerade wird nach dem Verfahren der geringsten Quadratabweichung berechnet und auf $q_{\text{net}} = 0$ extrapoliert.

ANMERKUNG Die drei deutlich oberhalb der Geraden liegenden Punkte repräsentieren Beispiele mit einem Aluminiumgehalt von mehr als 40 % (Massenanteil). In thermodynamischer Hinsicht verhält sich Aluminium nicht wie organische Stoffe und diese Daten sind von den Berechnungen ausgeschlossen.

Anhang C (informativ)

Substanzen und Materialien, die den energetischen Verwertungsprozess negativ beeinflussen können sowie Materialien, Materialkombinationen oder Verpackungsausführungen, die Probleme während der energetischen Verwertung verursachen können

Brennbare Verpackungen stellen beim Sammeln oder Sortieren vor der energetischen Verwertung an sich keine Gefahr dar. Es ist jedoch wichtig, für den Umgang mit Verpackungsabfall, der vorher gefährliche Stoffe enthalten haben kann, geeignete Vorsichtsmaßnahmen zu treffen und die Anforderungen der Richtlinie 67/548/EWG und ihrer Änderungen über gefährliche Substanzen zu beachten.

Die Anforderungen hinsichtlich des Gehalts an Schwermetallen sind in der Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle (94/62/EG) dargelegt. Ihre Konzentration in Verpackungsmaterialien kann mit Standardverfahren bestimmt und für jede spezielle Verpackung aus der stofflichen Zusammensetzung berechnet werden. Dies wird in EN 13428 und CR 13695-1 behandelt. Während des Prozesses der energetischen Verwertung werden Schwermetalle hauptsächlich in den festen Rückständen konzentriert und der Prozess hilft deshalb, solche Elemente den zirkulierenden Stoffströmen zu entziehen und erleichtert deren sichere abschließende Beseitigung.

Alle im Verpackungsabfall möglicherweise enthaltenen gefährlichen organischen Komponenten werden bei der im Verbrennungsprozess herrschenden hohen Temperatur zerlegt. Emissionen sind durch Vorschriften geregelt.

Bei der Verbrennung von Säurebildnern, wie Schwefel, Stickstoff und Halogen entstehende Stoffe haben technische Auswirkungen und Auswirkungen auf die Umwelt. Brennbare Verpackungen dürfen einige dieser Elemente enthalten, wenn dafür hinsichtlich der Funktionalität gute Gründe bestehen. Die Minimierung anderer gefährlicher Substanzen wird in EN 13428 und CEN/TR 13695-2 behandelt. Obwohl ein spezielles Prozessmanagement erforderlich ist, werden sie im Verbrennungsprozess noch einen Wärmegewinn ergeben. Verbrennungsöfen für festen Siedlungsabfall sind so ausgerüstet, dass sie auf die Säurebildung in technisch und umweltmäßig zufrieden stellender Weise reagieren und die Anforderungen der Richtlinien 94/67/EG und 2000/76/EG über Abfallverbrennung erfüllen können. Die abschließende Ablagerung der Verbrennungs-rückstände ist ebenfalls durch Vorschriften geregelt.

Die Anforderung hinsichtlich des Wärmegewinns impliziert für Verpackungen, die als energetisch verwertbar gelten, Grenzwerte für die Aschebestandteile. Die Grenzwerte schwanken in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Verpackung.

Verpackungsausführung und Materialkombinationen verursachen keine Probleme für den energetischen Verwertungsprozess. Ausrüstungen für die Größenreduzierung von sperrigen Verpackungsabfällen, die in den Abfallstrom eintreten, sind verfügbar.

Anhang D (informativ)

Beispielformat für die Erklärung der Übereinstimmung mit diesem Dokument

Dokument-Nr.:		Datum:
Verpackungsidentifikation		

1. BEWERTUNGSVERFAHREN

A. Gehalt an organischen Stoffen ≥ 50 % (Massenanteil)?	JA <i>Für die energetische Verwertung geeignet</i> <i>Fortfahren mit 3a)</i>	NEIN <i>Fortfahren mit 1 B</i>
B. Gehalt an anorganischen Stoffen > 50 % (Massenanteil)? <i>Berechnung mittels 2</i>	JA Sofern als Bestandteil vorhanden: <i>Fortfahren mit 2</i>	JA <i>Für die energetische Verwertung nicht geeignet</i> <i>Fortfahren mit 3b)</i>
C. $q_{\text{net}} \geq 5 \text{ MJ/kg}$?	JA <i>Für die energetische Verwertung geeignet</i> <i>Fortfahren mit 3a)</i>	NEIN <i>Erfüllt die Anforderungen von EN 13431 nicht</i> <i>Fortfahren mit 3b)</i>

2. BESCHREIBUNG DER VERPACKUNG, BERECHNUNG DES PROZENTUALEN MASSENANTEILS UND q_{net}

	Material	Funktion		Prozentualer Massen- anteil	q_{net} (MJ/kg)	Gewichtet q_{net} (MJ/kg)	Verweis
		Komponente	Bestandteil				
1							
2							
3							
4							
5							
	Summe						
<i>Zurück zu 1 B oder 1 C</i>							

3. BEWERTUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG

- a) Verpackung ist für die energetische Verwertung nicht geeignet. Fortfahren mit 4;
- b) Erfüllt die Anforderungen von EN 13431 nicht.

4. ÜBEREINSTIMMUNGSERKLÄRUNG

Die Verpackung erfüllt die Anforderungen von EN 13431 hinsichtlich energetischer Verwertung.

Datum und Unterschrift: _____

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 94/62/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption 94/62/EG bereitzustellen:

Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

**Tabelle ZA — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 94/62/EG
über Verpackungen und Verpackungsabfälle**

Abschnitte und Unterabschnitte dieser EN	Grundlegende Anforderungen (ERs) der Richtlinie 94/62/EG	Qualifikationskennzeichen/ Anmerkungen
Abschnitt 6.1	Artikel 9 und Anhang II, Absatz 1, Einrückungen 1 bis 3	
Abschnitt 5 und Abschnitt 6.2	Artikel 9 und Anhang II, Absatz 3(b)	

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.

Literaturhinweise

- [1] 94/67/EG, *Richtlinie des Rates vom 16. Dezember 1994 über die Verbrennung von gefährlichem Abfall.*
- [2] Richtlinie 67/548/EWG, *einschließlich Änderungen zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Substanzen.*
- [3] CR 1460, *Packaging — Energy Recovery from Used Packaging.*
- [4] CR 13686, *Verpackung — Optimierung der energetischen Verwertung von Verpackungsabfällen.*
- [5] *Handbook on Chemistry and Physics, 78th Edition, CRC Press, Cleveland, Ohio, 2001.*