

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|  | <div>Verpackung</div> <div>Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit<br/>von Packstoffen unter kontrollierten Kompostierbedingungen<br/>Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxids<br/>Deutsche Fassung EN 14046:2003</div> | <div><b>DIN</b></div> <div><b>EN 14046</b></div> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

ICS 13.030.99; 55.040

Packaging — Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability  
of packaging materials under controlled composting conditions —  
Method by analysis of released carbon dioxide;  
German version EN 14046:2003

Emballage — Evaluation de la biodégradabilité aérobie ultime des  
matériaux d'emballage dans des conditions contrôlées de compostage —  
Méthode d'analyse du dioxyde de carbone libéré;  
Version allemande EN 14046:2003

**Die Europäische Norm EN 14046:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.**

## Nationales Vorwort

Die hiermit vorgelegte Europäische Norm ist die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 261 „Verpackung“ (Sekretariat: Frankreich) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm EN 14046.

Die Normungsarbeiten wurden im Normenausschuss Verpackungswesen (NAVp) durch den Arbeitsausschuss AA 4.2 „Abbaubarkeit von Packstoffen und Packmitteln“ betreut.

Fortsetzung 22 Seiten EN

Normenausschuss Verpackungswesen (NAVp) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Verpackung - Bestimmung der vollständigen aeroben  
biologischen Abbaubarkeit von Packstoffen unter kontrollierten  
Kompostierbedingungen - Verfahren mittels Analyse des  
freigesetzten Kohlenstoffdioxids

Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic  
biodegradability of packaging materials under controlled  
composting conditions - Method by analysis of released  
carbon dioxide

Emballage - Evaluation de la biodégradabilité aérobie  
ultime des matériaux d'emballage dans des conditions  
contrôlées de compostage - Méthode par analyse du  
dioxyde de carbone libéré

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Dezember 2002 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



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

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

## Inhalt

|                                                                                                  | Seite     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                             | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                 | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                            | <b>4</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>4 Grundlage des Verfahrens</b> .....                                                          | <b>5</b>  |
| <b>5 Prüfumgebung</b> .....                                                                      | <b>5</b>  |
| <b>6 Reagenzien</b> .....                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>7 Geräte</b> .....                                                                            | <b>6</b>  |
| 7.1 Allgemeines .....                                                                            | 6         |
| 7.2 Kompostierungsgefäße .....                                                                   | 6         |
| 7.3 Belüftungssystem .....                                                                       | 6         |
| 7.4 Vorrichtung zur Bestimmung von Kohlenstoffdioxid .....                                       | 6         |
| 7.5 Gasdichte Schläuche.....                                                                     | 6         |
| 7.6 pH-Messgerät .....                                                                           | 6         |
| 7.7 Analysengeräte .....                                                                         | 6         |
| 7.8 Waage.....                                                                                   | 6         |
| 7.9 Analysengeräte (optionale Analysen).....                                                     | 6         |
| <b>8 Durchführung</b> .....                                                                      | <b>7</b>  |
| 8.1 Herstellung des Inokulums .....                                                              | 7         |
| 8.2 Vorbereitung des Prüfmaterials und der Referenzsubstanz .....                                | 7         |
| 8.3 Vorbereitung der Prüfung .....                                                               | 8         |
| 8.4 Inkubation .....                                                                             | 8         |
| 8.5 Ende der Prüfung.....                                                                        | 9         |
| <b>9 Berechnung</b> .....                                                                        | <b>9</b>  |
| 9.1 Berechnung der theoretischen Menge an Kohlenstoffdioxid .....                                | 9         |
| 9.2 Berechnung des prozentuellen biologischen Abbaus.....                                        | 10        |
| 9.3 Berechnung des Gewichtsverlustes .....                                                       | 10        |
| 9.4 Angabe der Ergebnisse.....                                                                   | 10        |
| <b>10 Gültigkeit der Ergebnisse</b> .....                                                        | <b>10</b> |
| <b>11 Prüfbericht</b> .....                                                                      | <b>11</b> |
| <b>Anhang A (informativ) Prinzip eines Prüfsystems für freigesetztes Kohlenstoffdioxid</b> ..... | <b>12</b> |
| <b>Anhang B (informativ) Beispiel einer CO<sub>2</sub>-Bildungs- und einer Abbaukurve</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Beispiel der Bestimmung des Gewichtsverlusts</b> .....                  | <b>15</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Information zum Ringversuch</b> .....                                   | <b>18</b> |
| <b>Anhang E (informativ) Beispiel für Datenblätter</b> .....                                     | <b>19</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....                                                                   | <b>22</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 14046:2003) 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 September 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2003 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Dieses Dokument enthält die informativen Anhänge A, B, C, D und E.

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

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit von Verpackungsmaterial fest, welches auf organischen Bestandteilen basiert. Das Verfahrensprinzip beruht auf kontrollierten Kompostierungsbedingungen und Messung des freigesetzten Kohlenstoffdioxids bis zum Ende der Prüfung. Dieses Verfahren ist in seinen Bedingungen einer typischen aeroben Kompostierung der organischen Fraktion von gemischtem, festem Siedlungsabfall ähnlich. Das zu prüfende Verpackungsmaterial wird in der Laborprüfung einem Kompostinokulum ausgesetzt. Die Bedingungen der aeroben Kompostierung, insbesondere Temperatur, Belüftung und Feuchtigkeit, werden genau aufgezeichnet und kontrolliert. Das Verfahren liefert als Ergebnis die prozentuelle Umsetzung des Kohlenstoffes aus dem Prüfmateriale in freigesetztes Kohlenstoffdioxid.

Die in dieser Europäischen Norm beschriebenen Bedingungen sind nicht notwendigerweise gleich jenen, die zum Erreichen der maximalen Umsetzungsrate in Kohlenstoffdioxid führen.

## 2 Normative Verweisungen

Nicht anwendbar.

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Prüfmateriale**

Verpackungsmateriale, welches aus organischen Bestandteilen hergestellt wurde und üblicherweise in seiner kompakten Form und in passender Größe der Prüfung unterzogen wurde

### 3.2

#### **vollständiger biologischer Abbau eines Prüfmateriale**

Grad des erreichten biologischen Abbaus, wenn das Prüfmateriale durch Mikroorganismen verwertet wurde, was zur Produktion von Kohlenstoffdioxid, Wasser, Mineralsalzen und neuer mikrobieller Zellmasse führt

### 3.3

#### **Trockenrückstand**

Menge an Rückstand, welche aus einer bekannten Menge an Prüfmateriale oder Kompost nach dem Trocknen bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz erhalten wird

### 3.4

#### **Glühverlust**

Gewichtsverlust, welcher sich aus einer bekannten Menge an Trockenrückstand eines Prüfmateriale oder Kompost nach dem Glühen bei 550 °C ergibt. Der Glühverlust ist ein Indikator für den Gehalt an organischer Substanz

### 3.5

#### **theoretische Menge an gebildetem Kohlenstoffdioxid**

##### **$ThCO_2$**

theoretische maximale Menge an Kohlenstoffdioxid, welche durch vollständige Oxidation einer chemischen Verbindung gebildet werden kann, berechnet aus der chemischen Summenformel; wird in diesem Fall ausgedrückt als mg Kohlenstoffdioxid je mg oder g Prüfmateriale

### 3.6

#### **lag-Phase**

Zeit vom Beginn der Prüfung bis zur Adaption und/oder zur Selektion der abbauenden Mikroorganismen und bis der Grad des biologischen Abbaus einer chemischen Verbindung oder des organischen Materials auf etwa 10 % des maximalen Grades der Abbaubarkeit angestiegen ist, ausgedrückt in Tagen

**3.7****maximaler Grad des biologischen Abbaus**

maximaler Grad des biologischen Abbaus einer chemischen Verbindung oder organischen Materials in der Prüfung, ausgedrückt in Prozent (%), ab dem kein weiterer biologischer Abbau während der Prüfung stattfindet

**3.8****Phase des biologischen Abbaus****Phase exponentiellen Wachstums**

Zeit vom Ende der lag-Phase einer Prüfung bis etwa 90 % des maximalen Grades des biologischen Abbaus erreicht wurden, ausgedrückt in Tagen

**3.9****Plateauphase**

Zeit vom Ende der Phase des biologischen Abbaus bis zum Ende der Prüfung, ausgedrückt in Tagen

**4 Grundlage des Verfahrens**

Das Prüfverfahren ist als optimierte Simulation einer intensiven aeroben Kompostierung ausgelegt und bestimmt die vollständige biologische Abbaubarkeit eines Prüfmateri als unter kontrollierten aeroben Kompostierungsbedingungen. Das Inokulum besteht aus stabilisiertem Reifekompost, sofern möglich einer Kompostierung der organischen Fraktion von festem Siedlungsabfall (Bioabfall) entstammend.

Das Prüfmateri wird, mit dem Inokulum vermischt, in statische Kompostierungsgefäße gefüllt, wo eine intensive Rotte unter optimalen Bedingungen hinsichtlich Sauerstoff, Temperatur und Feuchtigkeit während einer Prüfdauer von 45 oder mehr Tagen stattfindet.

Während des aeroben biologischen Abbaus des Prüfmateri entstehen Kohlenstoffdioxid, Wasser, Mineralsalze und neue mikrobielle Zellmasse (Biomasse) als finale Abbauprodukte. Der produzierte Kohlenstoffdioxid aus den Prüfbehältern und aus den Blindwertgefäßen wird entweder kontinuierlich oder in gleichmäßigen Intervallen gemessen, aufgezeichnet und zur Ermittlung der kumulativen Kohlenstoffdioxidproduktion aufsummiert. Die prozentuelle biologische Abbaubarkeit wird aus dem Vergleich der von der Prüfsubstanz tatsächlich produzierten mit der maximal möglichen Menge an Kohlenstoffdioxid errechnet, wobei Letztere aus dem analytisch bestimmten Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) berechnet wird. Dieser prozentuelle biologische Abbau beinhaltet jedoch nicht jene Menge an Kohlenstoff, die in die Biomasse eingebaut und somit im Verlauf der Prüfung nicht als Kohlenstoffdioxid freigesetzt wurde.

Zusätzlich kann zum Ende der Prüfung die Gewichtsabnahme des Prüfmateri ermittelt werden.

**5 Prüfungsumgebung**

Die Inkubation erfolgt im Dunkeln oder bei diffuser Beleuchtung in einer geschlossenen Vorrichtung bei einer konstanten Temperatur von  $(58 \pm 2)^\circ\text{C}$  und in Abwesenheit von Dämpfen (Gasen), die hemmend auf Mikroorganismen wirken.

**6 Reagenzien**

Es dürfen nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ verwendet werden.

Als Referenzsubstanz für eine positive Kontrolle ist Zellulose für die Dünnschichtchromatographie mit einer Korngröße kleiner als 20  $\mu\text{m}$  zu verwenden.

## 7 Geräte

### 7.1 Allgemeines

Es ist sicherzustellen, dass alle verwendeten Glasgeräte sorgfältig gereinigt und insbesondere frei von organischen oder toxischen Substanzen sind.

### 7.2 Kompostierungsgefäße

Einzusetzen sind Glasgefäße oder Flaschen, die einen gleichmäßigen Gasdurchsatz von unten nach oben zulassen.

**ANMERKUNG** Ein Mindestvolumen von 2 l sollte die in 8.2 und 8.3 angeführten Bedingungen erfüllen. Für Screeningversuche kann — in Abhängigkeit vom Prüfmateriale — auch mit kleineren Volumina gearbeitet werden. Sofern die Gewichtsabnahme des Prüfmateriale bestimmt werden soll, ist das Gewicht der leeren Kompostierungsgefäße zu bestimmen.

### 7.3 Belüftungssystem

Das Belüftungssystem ist so auszulegen, dass jedes Kompostierungsgefäß während der gesamten Prüfdauer mit trockener oder befeuchteter, falls erforderlich auch mit CO<sub>2</sub>-freier Luft eines voreingestellten, zur Sicherstellung aerober Bedingungen ausreichend hohen Durchflusses versorgt wird (Beispiel siehe Anhang A).

### 7.4 Vorrichtung zur Bestimmung von Kohlenstoffdioxid

Zu verwenden ist entweder ein Gerät zur direkten Bestimmung des Kohlenstoffdioxids oder eine Vorrichtung zur vollständigen Absorption in Lauge und zur Bestimmung des gelösten anorganischen Kohlenstoffs (DIC) (Beispiel siehe Anhang A). Wird das Kohlenstoffdioxid direkt in der Abluft gemessen, beispielsweise mittels einer kontinuierlich arbeitenden Infrarot-Messzelle oder mittels eines Gaschromatographen, ist ein genaues Dosiersystem oder die Messung des Gasflusses erforderlich.

### 7.5 Gasdichte Schläuche

Schläuche, welche zur Verbindung der Kompostierungsgefäße mit dem Belüftungssystem und mit der Vorrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffdioxids verwendet werden, müssen die Diffusion von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid unterbinden.

### 7.6 pH-Messgerät

### 7.7 Analysengeräte

Geräte zur Bestimmung des Trockenrückstands (bei 105 °C), des Glühverlustes (bei 550 °C), des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) oder zur Elementanalyse aus kompaktem Prüfmateriale und zur Bestimmung des gelösten anorganischen Kohlenstoffs (DIC), sofern erforderlich.

### 7.8 Waage

Messgerät zur Bestimmung des Gewichtes der Kompostierungsgefäße einschließlich Kompost und Prüfmateriale, üblicherweise in einem Bereich zwischen 3 kg und 5 kg.

### 7.9 Analysengeräte (optionale Analysen)

Geräte zur optionalen Bestimmung von Sauerstoff in der Luft, Feuchtigkeit, flüchtiger Fettsäuren und Gesamtstickstoff (z. B. nach Kjeldahl, ISO 5663).