

DIN EN 16640

ICS 13.020.55; 71.040.40; 83.040.01

Ersatz für
DIN CEN/TS 16640
(DIN SPEC 35800):2014-05

**Biobasierte Produkte –
Gehalt an biobasiertem Kohlenstoff –
Bestimmung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff mittels
Radiokarbonmethode;
Deutsche Fassung EN 16640:2017**

Bio-based products –
Bio-based carbon content –
Determination of the bio-based carbon content using the radiocarbon method;
German version EN 16640:2017

Produits biosourcés –
Teneur en carbone biosourcé –
Détermination de la teneur en carbone biosourcé par la méthode au radiocarbone;
Version allemande EN 16640:2017

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16640:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 411 „Biobasierte Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der DIN-Arbeitsausschuss NA 172-00-11 AA „Biobasierte Produkte“ im DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS).

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 16640 (DIN SPEC 35800):2014-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Angaben zu TOC-Parametern entfernt;
- b) Anhang A neu strukturiert;
- c) Anhang C überarbeitet;
- d) Anhang D überarbeitet;
- e) Anhang F zu Leistungskenngrößen aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 16640 (DIN SPEC 35800): 2014-05

Deutsche Fassung

**Biobasierte Produkte —
Gehalt an biobasiertem Kohlenstoff —
Bestimmung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff
mittels Radiokarbonmethode**

Bio-based products —
Bio-based carbon content —
Determination of the bio-based carbon content
using the radiocarbon method

Produits biosourcés —
Teneur en carbone biosourcé —
Détermination de la teneur en carbone biosourcé
par la méthode au radiocarbone

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 4. Dezember 2016 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Kurzbeschreibung	8
6 Bestimmung des ^{14}C -Gehalts	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Kurzbeschreibung	9
6.3 Probenahme	9
6.4 Verfahren für die Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in eine für die ^{14}C -Bestimmung geeignete Probe	10
6.5 Messungen	10
7 Berechnung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff	10
7.1 Allgemeines	10
7.2 Bezugswert für 100 % biobasierten Kohlenstoff	10
7.3 Berechnungsverfahren	11
7.3.1 Berechnung des Trockenmassenanteils an biobasiertem Kohlenstoff x_B	11
7.3.2 Berechnung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff x_{BTC} als Anteil des TC	12
7.3.3 Beispiele	12
7.3.4 Beispiele für die Berechnung von x_{BTC}	13
8 Leistungskenngrößen	13
9 Prüfbericht	13
Anhang A (informativ) Verfahren zur Probenahme von Produkten	15
A.1 Allgemeines	15
Anhang B (normativ) Verfahren zur Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in eine für die ^{14}C -Bestimmung geeignete Probe	16
B.1 Allgemeines	16
B.2 Probenvorbereitung	16
B.3 Vorbereitung zur ^{14}C -Messung	16
B.4 Verbrennung der Probe	18
B.5 Standardisierung von Ergebnissen der LSC- und BI-Messung	20
B.6 Standardisierung von Ergebnissen der AMS-Messung	20
B.7 Symbole und Abkürzungen	21
Anhang C (normativ) Verfahren A — Flüssigszintillationszählverfahren (LSC)	22
C.1 Allgemeines	22
C.2 Kurzbeschreibung	22
C.3 Reagenzien und Materialien	22

C.4	Geräte.....	23
C.5	Durchführung	23
C.6	Berechnung der Ergebnisse.....	24
Anhang D (informativ) Verfahren C — Beta-Ionisation (BI).....		25
D.1	Allgemeines	25
D.2	Grundsatz	25
D.3	Reagenzien und Materialien.....	25
D.4	Geräte.....	26
D.5	Durchführung	26
D.6	Berechnung der Ergebnisse.....	27
Anhang E (normativ) Verfahren B — Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS)		28
E.1	Allgemeines	28
E.2	Kurzbeschreibung.....	28
E.3	Reagenzien und Materialien.....	28
E.4	Geräte.....	29
E.5	Durchführung	29
E.6	Berechnung der Ergebnisse.....	30
Anhang F (informativ) Leistungskenngrößen		31
Literaturhinweise.....		33

Tabellen

Tabelle 1 — Vorteile und Nachteile der Verfahren.....	8
Tabelle 2 — Typische Werte für Biomasse-Anteile	11
Tabelle 3 — Beispiele.....	13
Tabelle A.1 — Probenahmeverfahren	15
Tabelle B.1 — Probenvorbereitungen.....	16
Tabelle F.1 — Beschreibung von Probenarten.....	31
Tabelle F.2 — Leistungsdaten für ¹⁴ C-Verfahren	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16640:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 411 „Biobasierte Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2017 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 16640:2014.

Dieses Dokument wurde unter dem Normungsauftrag M/492 „Normungsauftrag an CEN, CENELEC und ETSI zur Ausarbeitung europäischer horizontaler Normen und anderer Normungsprodukte für biobasierte Produkte“ erarbeitet.

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

Einleitung

Biobasierte Produkte aus der Land- und Forstwirtschaft, wie zum Beispiel Papier, Karton und verschiedene Chemikalien und Materialien, können auf eine lange Verwendungsgeschichte zurückblicken. In den letzten Jahrzehnten haben sich neue biobasierte Produkte am Markt etabliert. Einige Gründe für das gestiegene Interesse liegen in den Vorteilen, die biobasierte Produkte mit Blick auf die Erschöpfung der fossilen Ressourcen und den Klimawandel bieten. Biobasierte Produkte können zudem zusätzliche Produktfunktionalitäten bieten. Dies hat eine Innovationswelle ausgelöst, und die Schaffung von neuem Wissen sowie die Entwicklung neuer Technologien machen neue Umwandlungsprozesse und Produktentwicklungen möglich.

Unter der Berücksichtigung der Notwendigkeit für gemeinsame Normen zu biobasierten Produkten hat die Europäische Kommission den Normungsauftrag M/492¹⁾ erteilt, unter dem das CEN/TC 411 eine Reihe von Normen erarbeitet hat, deren Hauptaugenmerk auf biobasierten Produkten liegt, die nicht in die Bereiche Lebens- und Futtermittel sowie Biomasse für Energieanwendungen fallen.

Die Normen des CEN/TC 411 „Biobasierte Produkte“ bieten eine gemeinsame Grundlage für die folgenden Aspekte:

- gemeinsame Terminologie;
- Bestimmung des biobasierten Gehalts;
- Ökobilanz (LCA; en: Life Cycle Assessment);
- Nachhaltigkeitsaspekte;
- Deklarationsinstrumente.

Es ist wichtig zu verstehen, was durch den Begriff „biobasiertes Produkt“ abgedeckt wird und wie der Begriff verwendet wird. Der Begriff „biobasiert“ bedeutet „von Biomasse abgeleitet“. Biobasierte Produkte (Flaschen, Dämmwerkstoffe, Holz und Holzprodukte, Papier, Lösemittel, chemische Zwischenprodukte, Verbundwerkstoffe usw.) sind Produkte, die vollständig oder teilweise von Biomasse abgeleitet sind. Von erheblicher Bedeutung ist es, die Menge der im Produkt enthaltenen Biomasse zu charakterisieren, zum Beispiel den biobasierten Gehalt oder den Gehalt an biobasiertem Kohlenstoff.

Der biobasierte Gehalt eines Produkts bietet keine Informationen über die Umweltauswirkung oder Nachhaltigkeit; diese können anhand von Ökobilanzen und Nachhaltigkeitskriterien beurteilt werden. Darüber hinaus wird durch einen harmonisierten Rahmen für die Zertifizierung und Deklaration die transparente und eindeutige Kommunikation innerhalb biobasierter Wertschöpfungsketten erleichtert.

Diese Europäische Norm wurde mit dem Ziel entwickelt, das Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff in biobasierten Produkten unter Anwendung der ¹⁴C-Methode festzulegen. Das Verfahren, das die ¹⁴C-Methode anwendet, beruht auf den analytischen Prüfverfahren, die zur Altersbestimmung kohlenstoffhaltiger Objekte angewendet werden.

Diese Europäische Norm stellt die Referenzprüfverfahren für Laboratorien, Hersteller, Lieferanten und Käufer von biobasierten Materialien und Produkten zur Verfügung. Sie kann auch für Behörden und Prüfstellen hilfreich sein.

Teile der wissenschaftlichen Arbeiten, die zu diesem Dokument geführt haben, erfolgten im Rahmen des siebten EU-Forschungsrahmenprogramms (siehe <http://www.biobasedeconomy.eu/research/kbbpps/>). Dieses Dokument basiert auf EN 15440 [1], erarbeitet vom CEN/TC 343 „Feste Sekundärbrennstoffe“, auf EN ISO 13833 [2], erarbeitet vom ISO/TC 146 „Air quality“ und CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“, und auf CEN/TS 16137 [3], erarbeitet vom CEN/TC 249 „Kunststoffe“.

Die in dieser Europäischen Norm festgelegten analytischen Prüfverfahren sind mit den in ASTM D 6866-12 [4] beschriebenen Verfahren kompatibel.

1) Ein Normungsauftrag ist eine Normungsaufgabe, die in die europäischen Handelsgesetze eingebettet ist. Der Normungsauftrag M/492 richtet sich zur Erarbeitung horizontaler Europäischer Normen für biobasierte Produkte an die Europäischen Normungsinstitute CEN, CENELEC und ETSI.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff in Produkten auf der Grundlage der Messung des ^{14}C -Gehalts fest.

Diese Europäische Norm legt auch zwei Prüfverfahren fest, die zur Bestimmung des ^{14}C -Gehalts anzuwenden sind, aus dem der biobasierte Kohlenstoffgehalt berechnet wird:

- Verfahren A: Flüssigszintillationszählverfahren (LSC);
- Verfahren B: Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS).

Ein drittes Verfahren, Verfahren C: Beta-Ionisation (BI) kann auch zur Bestimmung des ^{14}C -Gehalts angewendet werden und wird in Anhang D (informativ) beschrieben.

Der biobasierte Kohlenstoffgehalt wird als Anteil der Masse der Probe angegeben oder als Anteil des gesamten Kohlenstoffgehalts. Dieses Berechnungsverfahren ist auf alle kohlenstoffhaltigen Produkte anwendbar einschließlich Bioverbundwerkstoffen.

ANMERKUNG Diese Europäische Norm bietet kein Verfahren für die Berechnung des Biomassegehalts einer Probe; diesbezüglich siehe prEN 16785-1 [5] und prEN 16785-2 [6].

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 15400, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Brennwertes*

EN ISO 1716, *Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten — Bestimmung der Verbrennungswärme des Brennwertes (ISO 1716)*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

organisches Material

Material, das eine Verbindung auf Kohlenstoffbasis enthält, in der das Element Kohlenstoff an andere Kohlenstoffatome, Wasserstoff, Sauerstoff oder andere Elemente in einer Ketten-, Ring- oder dreidimensionalen Struktur gebunden ist

3.2

Isotopenhäufigkeit

Anteil der Atome eines bestimmten Isotops eines Elements

3.3

prozentualer Anteil an rezentem Kohlenstoff

pMC

(en: percentage modern carbon)

normierter und standardisierter Wert für den Gehalt des ^{14}C -Isotops in einer Probe, berechnet in Bezug zur standardisierten und normierten ^{14}C -Isotopmenge im Standardreferenzmaterial Oxalsäure, NIST SRM 4990b oder NIST SRM 4990c, oder Saccharose (NIST SRM 8542)

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Jahr 2016 wurde der Wert von 100 % biobasiertem Kohlenstoff auf $(101,5 \pm 0,5)$ pMC festgesetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: SRM 4990c, SRM 4990b und SRM 8582 sind die Handelsnamen der Produkte, geliefert vom US National Institute of Standards and Technology. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung der genannten Produkte durch CEN. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

3.4

Laboratoriumsprobe

Teilmenge einer Probe, die für Laborprüfungen geeignet ist

3.5

Probe

Menge eines Materials, die repräsentativ für eine größere Menge ist, deren Eigenschaften zu bestimmen sind

3.6

Probenvorbereitung

alle Tätigkeiten, die zum Erhalt von repräsentativen Analysenproben oder Prüfmengen aus der ursprünglichen Probe ausgeführt werden

3.7

β -Teilchen

Elektron, das beim radioaktiven Zerfall emittiert wird

4 Symbole und Abkürzungen

^{14}C	Kohlenstoffisotop mit einer Atommasse von 14
AMS	Beschleuniger-Massenspektrometrie (en: accelerator mass spectrometry)
BI	Beta-Ionisation
Bq	Becquerel (Kernzerfälle je Sekunde)
C	Symbol für das Element Kohlenstoff
Cpm	Zählungen je Minute (en: counts per minute)
dpm	Kernzerfälle je Minute (en: disintegrations per minute)
GM	Geiger-Müller-Zählrohr
LLD	untere Nachweisgrenze (en: lower limit of detection)
LSC	Flüssigszintillationszähler oder Flüssigszintillationszählung (en: liquid scintillation-counter oder liquid scintillation-counting)
<i>m</i>	Trockenmasse einer Probe, angegeben in Gramm
MOP	3-Methoxy-1-propylamin
PE	Polyethylen
PLA	Polymilchsäure (en: poly(lactic acid))

pMC	prozentualer Anteil an rezentem Kohlenstoff
REF	Bezugswert für 100 % biobasierten Kohlenstoff, in Abhängigkeit von der Herkunft des organischen Kohlenstoffs, angegeben in pMC
TC	gesamter Kohlenstoff
x_B	Massenanteil des biobasierten Kohlenstoffs, angegeben als prozentualer Anteil der Masse der Probe (trocken)
x^{TC}	Gesamtkohlenstoffgehalt, angegeben als prozentualer Anteil der Masse der Probe (trocken)
x_B^{TC}	Gehalt an biobasiertem Kohlenstoff am Gesamtkohlenstoffgehalt, angegeben als prozentualer Anteil des Gesamtkohlenstoffgehalts

5 Kurzbeschreibung

Das in Produkten vorhandene ^{14}C hat seinen Ursprung in jüngstem atmosphärischem CO_2 (Kohlenstoffdioxid). Wegen seines radioaktiven Zerfalls ist es so gut wie nicht in fossilen Produkten enthalten, die älter als 20 000 Jahre bis 30 000 Jahre sind. Der ^{14}C -Gehalt darf daher als Indikator für Produkte angesehen werden, die in neuerer Zeit aus atmosphärischem CO_2 synthetisch gebildet wurden, besonders für unlängst produzierte Bioprodukte.

Die Bestimmung des Biomassegehalts beruht auf der Messung von ^{14}C in biobasierten Produkten, und erlaubt damit die Berechnung des biobasierten Kohlenstoffanteils.

Aus der Datierung archäologischer Objekte sind bereits umfangreiche Erfahrungen bei der ^{14}C -Bestimmung und mit Referenzproben verfügbar, auf denen die drei in dieser Europäischen Norm beschriebenen Verfahren basieren:

- Verfahren A: Proportionalzintillationszählverfahren (LSC);
- Verfahren B: Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS); oder
- Verfahren C: Beta-Ionisation (BI).

ANMERKUNG 1 Die Vorteile und Nachteile dieser Prüfverfahren werden in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Vorteile und Nachteile der Verfahren

Verfahren	Zusätzliche Anforderungen	Benötigte Messdauer	Relative Standardabweichung	Kosten für Geräte
Verfahren A (LSC)	Normales Laboratorium	4 h bis 12 h	0,2 % bis 5 %	Niedrig
Verfahren B (AMS)	– Laboratorium mit geringem Strahlungshintergrund – Gasreinigungseinheit	8 h bis 24 h	0,2 % bis 5 %	Niedrig
Verfahren C (BI)	– Große Anlage – Graphitumwandlungseinrichtung	10 min bis 30 min	0,2 % bis 2 %	Hoch

Für die ^{14}C -Messung mittels LSC muss ein Low-Level-Counter (Niedrig-Aktivitätspegel-Zähler) eingesetzt werden. Die statistische Streuung des radioaktiven Zerfalls legt sowohl bei Verfahren A als auch bei Verfahren B eine Grenze fest. Dadurch wird bei beiden Verfahren gereinigtes Kohlenstoffdioxid benötigt, andernfalls führen die Stickoxide aus der Verbrennung in der kalorimetrischen Bombe zu Zählverlusten durch Quenching und bei LSC zu einer Verfälschung des Cocktails. Bei der Anwendung von Verfahren A (LSC) können Proben mit geringem Gehalt an biobasiertem Kohlenstoff ($< 10\%$) nur unter Anwendung des Verfahrens der Umwandlung in Benzen oder, falls anwendbar, mit direkter LSC-Messung, wie in Anhang B beschrieben, mit ausreichender Messgenauigkeit gemessen werden.

ANMERKUNG 2 Zum jetzigen Zeitpunkt stehen neue kompakte Geräte für die AMS zu Verfügung. In einer Reihe von Fällen ist keine Graphitumwandlung mehr erforderlich.

6 Bestimmung des ^{14}C -Gehalts

6.1 Allgemeines

In dieser Europäischen Norm werden eine allgemeine Probenvorbereitung und drei Prüfverfahren zur Bestimmung des ^{14}C -Gehalts beschrieben. Diese modulare Herangehensweise ermöglicht es Laboratorien mit herkömmlicher Ausrüstung, Proben für die Bestimmung des ^{14}C -Gehalts vorzubereiten und den ^{14}C -Gehalt mit der laboreigenen Ausrüstung zu bestimmen oder die Bestimmung des ^{14}C -Gehalts an Laboratorien zu vergeben, die darauf spezialisiert sind.

Zur Ermittlung des ^{14}C -Gehalts der Probe werden allgemein anerkannte Verfahren beschrieben, mit denen der in der Probe vorhandene Kohlenstoff in CO_2 umgewandelt wird.

Zur Bestimmung des ^{14}C -Gehalts werden Verfahren ausgewählt, die bereits als Verfahren zur Altersbestimmung von Objekten allgemein anerkannt sind.

6.2 Kurzbeschreibung

Die Menge des biobasierten Kohlenstoffs ist in biobasierten Produkten proportional zum ^{14}C -Gehalt.

Eine vollständige Verbrennung (siehe Anhang B) wird so durchgeführt, dass die Anforderungen der nachfolgenden Messung des ^{14}C -Gehalts erfüllt werden; um gültige Ergebnisse zu erhalten, muss der gesamte in der Probe vorliegende Kohlenstoff als CO_2 quantitativ wiedererhalten werden.

Diese Messung muss nach einem der zwei folgenden Verfahren durchgeführt werden:

- Verfahren A: Flüssigszintillationszählverfahren (LSC): indirekte Bestimmung der Isotopenhäufigkeit von ^{14}C mittels seiner Emission von β -Teilchen (Wechselwirkung mit Szintillationsmolekülen), festgelegt in Anhang C, oder
- Verfahren B: Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS): direkte Bestimmung der Isotopenhäufigkeit von ^{14}C , festgelegt in Anhang E.

Möglicherweise kann diese Messung auch nach Verfahren C durchgeführt werden: Beta-Ionisation (BI): indirekte Bestimmung der Isotopenhäufigkeit von ^{14}C mittels seiner Emission von β -Teilchen (Geiger-Müller-Detektor), beschrieben in Anhang D.

6.3 Probenahme

In Anhang A sind die Probenahmeverfahren für die im Anwendungsbereich erwähnten Produkte angeführt.

Bei jedem Probenahmeverfahren müssen Proben gewonnen werden, die repräsentativ für das Material oder das Produkt sind, und die Menge oder Masse der Probe muss genau bestimmt werden.

6.4 Verfahren für die Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in eine für die ^{14}C -Bestimmung geeignete Probe

Die Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in eine für die Bestimmung des ^{14}C -Gehalts geeignete Probe muss nach Anhang B erfolgen.

6.5 Messungen

Die Messung des ^{14}C -Gehalts der Probe muss nach einem der Verfahren durchgeführt werden, die in den Anhängen C, D oder E beschrieben werden.

Wenn entnommene Proben an spezialisierte Laboratorien verschickt werden, müssen die Proben so aufbewahrt werden, dass kein CO_2 aus der Luft in die Absorptionslösung gelangen kann. Es ist zu überprüfen, ob CO_2 aus der Luft eingedrungen ist, indem während des Stadiums der Probenahme Laboratoriums-Blindwertproben hergestellt werden.

Zur Bestimmung des Biomassegehalts von 0 % darf die Verbrennung eines Kohle-Standards angewendet werden.

Für die Validierung des Biomassegehalts von 100 % darf das Standardreferenzmaterial Oxalsäure, NIST SRM 4990b oder NIST SRM 4990c, oder Saccharose (NIST SRM 8542) verwendet werden. Das Mischen des Referenzmaterials NIST 4990 mit einer bekannten Menge einer fossilen Verbrennungshilfe verbessert das Brennverhalten, da Oxalsäure aufgrund ihres geringen Brennwertes schwierig zu verbrennen ist. Für Routine-Überprüfungen ist eine gegen Standardreferenzmaterial kalibrierte Probe aus frischem Holz ausreichend.

7 Berechnung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff

7.1 Allgemeines

Die Berechnung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff umfasst die folgenden Schritte:

- Bestimmung des Gesamtkohlenstoffgehalts der Probe x^{TC} angegeben als prozentualer Anteil der Gesamttrockenmasse;
- Berechnung des Massenanteils an biobasiertem Kohlenstoff x_{B} unter Anwendung des Wertes für den ^{14}C -Gehalt, der nach einem der in 7.3 festgelegten Prüfverfahren und unter Anwendung der Korrekturfaktoren, auf die in 7.2 näher eingegangen wird, berechnet wird;
- Berechnung des Gehalts an biobasiertem Kohlenstoff als Anteil des Gesamtkohlenstoffgehalts x_{B}^{TC} (siehe 7.3.2).

7.2 Bezugswert für 100 % biobasierten Kohlenstoff

Vor der Durchführung von oberirdischen Wasserstoffbomben-Versuchen (Beginn etwa 1955 und Ende 1962) war der atmosphärische ^{14}C -Gehalt für das vergangene Jahrtausend innerhalb weniger Prozente konstant. Daher hat eine in dieser Zeit gewachsene Probe eine genau festgelegte „neuzeitliche“ Aktivität, und der fossile Beitrag könnte auf unkomplizierte Weise bestimmt werden. Das während der Bombenversuche entstandene ^{14}C hat den atmosphärischen ^{14}C -Gehalt jedoch auf bis zu 200 pMC im Jahr 1962 erhöht, im Jahr 2015 war ein Rückgang auf 102 pMC zu verzeichnen. Die ^{14}C -Aktivität einer seit 1962 gewachsenen Probe wird entsprechend dem durchschnittlichen ^{14}C -Gehalt im Wachstumszeitraum erhöht sein. Außerdem trägt die große Emission von fossilem C (Kohlenstoff) während der letzten Jahrzehnte zur Verringerung des Verhältnisses $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ in der Atmosphäre bei.