

## DIN EN ISO 21644



ICS 75.160.10

Ersatz für  
DIN EN 15440:2011-05 und  
DIN EN 15440  
Berichtigung 1:2012-10

**Feste Sekundärbrennstoffe –  
Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Biomasse (ISO 21644:2021,  
korrigierte Fassung 2021-03);  
Deutsche Fassung EN ISO 21644:2021**

Solid recovered fuels –

Methods for the determination of biomass content (ISO 21644:2021, Corrected  
version 2021-03);

German version EN ISO 21644:2021

Combustibles solides de récupération –

Méthode de détermination de la teneur en biomasse (ISO 21644:2021, Version corrigée  
2021-03);

Version allemande EN ISO 21644:2021

Gesamtumfang 62 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 21644:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 300 „Solid recovered materials, including recovered fuels“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 343 „Feste Sekundärbrennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SFS (Finnland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-05-83 AA „Sekundärbrennstoffe“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

|             |       |                    |
|-------------|-------|--------------------|
| ISO 5725-2  | siehe | DIN ISO 5725-2     |
| ISO 13833   | siehe | DIN EN ISO 13833   |
| ISO 21637   | siehe | DIN EN ISO 21637   |
| ISO 21645   | siehe | DIN EN ISO 21645   |
| ISO 21646   | siehe | E DIN EN ISO 21646 |
| ISO 21654   | siehe | DIN EN ISO 21654   |
| ISO 21656   | siehe | DIN EN ISO 21656   |
| ISO 21633   | siehe | E DIN EN ISO 21663 |
| ISO 21660-3 | siehe | DIN EN ISO 21660-3 |

Hinweis: „E DIN EN ISO“ steht für einen Entwurf einer DIN EN ISO. Die ISO-Normen wurden zum Teil gerade veröffentlicht bzw. befinden sich aktuell im Veröffentlichungsprozess. Dementsprechend werden nachfolgend die jeweiligen DIN EN ISO-Normen veröffentlicht, welche die zugehörigen Entwürfe ersetzen werden.

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

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 15440:2011-05 und DIN EN 15440 Berichtigung 1:2012-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überführung in eine internationale Norm, wobei die europäische Norm vollständig überarbeitet wurde;
- b) redaktionelle Änderungen vorgenommen.

## Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 15440: 2007-02  
DIN CEN/TS 15747: 2009-01  
DIN EN 15440: 2011-05  
DIN EN 15440 Berichtigung 1: 2012-10

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 13833, *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung des Verhältnisses von Kohlendioxid aus Biomasse (biogen) und aus fossilen Quellen — Probenahme und Bestimmung des radioaktiven Kohlenstoffs*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN EN ISO 21637, *Feste Sekundärbrennstoffe — Begriffe*

DIN EN ISO 21645, *Feste Sekundärbrennstoffe — Verfahren zur Probenahme*

DIN EN ISO 21654, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Brennwertes*

DIN EN ISO 21656, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Aschegehaltes*

DIN EN ISO 21663, *Feste Sekundärbrennstoffe — Verfahren zur instrumentellen Bestimmung von Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Stickstoff (N) und Schwefel (S)*

DIN EN ISO 21660-3, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Wassergehaltes unter Verwendung des Verfahrens der Ofentrocknung — Teil 3: Wassergehalt in gewöhnlichen Analysenproben*

E DIN EN ISO 21646, *Feste Sekundärbrennstoffe — Probenvorbereitung*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Feste Sekundärbrennstoffe —  
Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Biomasse  
(ISO 21644:2021, korrigierte Fassung 2021-03)**

Solid recovered fuels —  
Methods for the determination of biomass content  
(ISO 21644:2021, Corrected version 2021-03)

Combustibles solides de récupération —  
Méthode de détermination de la teneur en biomasse  
(ISO 21644:2021, Version corrigée 2021-03)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. November 2020 angenommen.

Diese Europäische Norm wurde korrigiert und vom CEN-CENELEC-Management-Zentrum am 31. März 2021 neu herausgegeben.

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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                                                                 | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                                                                      | 5     |
| Vorwort .....                                                                                                                                   | 6     |
| Einleitung .....                                                                                                                                | 7     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                       | 8     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                  | 8     |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                                | 8     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                                                                                                                 | 11    |
| 5 Kurzbeschreibung .....                                                                                                                        | 11    |
| 6 Bestimmung des Gehalts an Biomasse .....                                                                                                      | 12    |
| 6.1 Probenahme .....                                                                                                                            | 12    |
| 6.2 Probenvorbereitung .....                                                                                                                    | 12    |
| 6.3 Anwendbare Verfahren .....                                                                                                                  | 12    |
| 7 Angabe der Ergebnisse .....                                                                                                                   | 13    |
| 8 Leistungsmerkmale .....                                                                                                                       | 13    |
| 9 Prüfbericht .....                                                                                                                             | 14    |
| Anhang A (normativ) Bestimmung des Gehalts an Biomasse nach dem <sup>14</sup> C-Verfahren .....                                                 | 15    |
| A.1 Allgemeines .....                                                                                                                           | 15    |
| A.2 Kurzbeschreibung .....                                                                                                                      | 15    |
| A.3 Verfahrensgrenzen .....                                                                                                                     | 15    |
| A.4 Symbole .....                                                                                                                               | 15    |
| A.5 Reagenzien und Materialien .....                                                                                                            | 16    |
| A.6 Verfahren zur Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in CO <sub>2</sub> für die<br><sup>14</sup> C-Bestimmung durch PSM ..... | 17    |
| A.6.1 Allgemeines .....                                                                                                                         | 17    |
| A.6.2 Verbrennung der Probe in einem Bombenkalorimeter .....                                                                                    | 17    |
| A.6.3 Verbrennung der Probe in einem Bombenofen .....                                                                                           | 19    |
| A.6.4 Verbrennung der Probe in einem Verbrennungsgerät im Labormaßstab .....                                                                    | 19    |
| A.6.5 Messungen .....                                                                                                                           | 20    |
| A.7 Verfahren zur <sup>14</sup> C-Bestimmung mit dem Proportional-Szintillationszähler-<br>Verfahren (PSM) .....                                | 21    |
| A.7.1 Allgemeines .....                                                                                                                         | 21    |
| A.7.2 Kurzbeschreibung .....                                                                                                                    | 21    |
| A.7.3 Reagenzien und Materialien .....                                                                                                          | 21    |
| A.7.4 Prüfeinrichtung .....                                                                                                                     | 21    |
| A.7.5 Durchführung .....                                                                                                                        | 22    |
| A.7.6 Berechnung der Ergebnisse .....                                                                                                           | 24    |
| A.7.7 Beispiel für PSM-Messungen .....                                                                                                          | 24    |
| A.7.8 Beispiel für PSM-Messungen aus der Kalibrierung mit Referenzmaterialien .....                                                             | 24    |
| A.8 Verfahren zur Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in CO <sub>2</sub> für die<br><sup>14</sup> C-Bestimmung durch AMS ..... | 25    |
| A.8.1 Allgemeines .....                                                                                                                         | 25    |

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                                |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| A.8.2                                                                                                                                         | Verbrennung der Probe in einem Bombenkalorimeter.....                                                                                          | 25        |
| A.8.3                                                                                                                                         | Messungen .....                                                                                                                                | 28        |
| A.9                                                                                                                                           | Verfahren zur <sup>14</sup> C-Bestimmung durch die Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) .....                                               | 29        |
| A.9.1                                                                                                                                         | Allgemeines .....                                                                                                                              | 29        |
| A.9.2                                                                                                                                         | Kurzbeschreibung.....                                                                                                                          | 29        |
| A.9.3                                                                                                                                         | Reagenzien und Materialien.....                                                                                                                | 29        |
| A.9.4                                                                                                                                         | Prüfeinrichtung.....                                                                                                                           | 29        |
| A.9.5                                                                                                                                         | Durchführung .....                                                                                                                             | 30        |
| A.9.6                                                                                                                                         | Berechnung der Ergebnisse.....                                                                                                                 | 32        |
| A.10                                                                                                                                          | Berechnung der Ergebnisse.....                                                                                                                 | 32        |
| A.10.1                                                                                                                                        | Korrekturfaktoren.....                                                                                                                         | 32        |
| A.10.2                                                                                                                                        | Beispiel für die Umrechnung des Gehalts an biogenem Kohlenstoff in den Gehalt an Biomasse.....                                                 | 35        |
| A.10.3                                                                                                                                        | Beispiel für die Umrechnung des Gehalts an biogenem Kohlenstoff in den Energiegehalt der Biomasse mit einer gemischten Biomasse-Fraktion ..... | 35        |
| <b>Anhang B (normativ) Bestimmung des Gehalts an Biomasse unter Anwendung des Verfahrens der selektiven Auflösung (SDM) .....</b>             |                                                                                                                                                | <b>36</b> |
| B.1                                                                                                                                           | Allgemeines .....                                                                                                                              | 36        |
| B.2                                                                                                                                           | Kurzbeschreibung.....                                                                                                                          | 36        |
| B.3                                                                                                                                           | Verfahrensgrenzen .....                                                                                                                        | 36        |
| B.4                                                                                                                                           | Symbole.....                                                                                                                                   | 37        |
| B.5                                                                                                                                           | Reagenzien und Materialien.....                                                                                                                | 38        |
| B.6                                                                                                                                           | Prüfeinrichtung.....                                                                                                                           | 38        |
| B.7                                                                                                                                           | Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Biomasse, angegeben als Massenanteil in Prozent.....                                                   | 38        |
| B.7.1                                                                                                                                         | Allgemeines .....                                                                                                                              | 38        |
| B.7.2                                                                                                                                         | Durchführung .....                                                                                                                             | 39        |
| B.7.3                                                                                                                                         | Berechnung der Ergebnisse.....                                                                                                                 | 40        |
| B.8                                                                                                                                           | Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Biomasse, bezogen auf den Energiegehalt.....                                                           | 41        |
| B.8.1                                                                                                                                         | Allgemeines .....                                                                                                                              | 41        |
| B.8.2                                                                                                                                         | Durchführung .....                                                                                                                             | 41        |
| B.8.3                                                                                                                                         | Berechnung der Ergebnisse.....                                                                                                                 | 43        |
| B.9                                                                                                                                           | Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Biomasse, bezogen auf den TC .....                                                                     | 43        |
| B.9.1                                                                                                                                         | Allgemeines .....                                                                                                                              | 43        |
| B.9.2                                                                                                                                         | Berechnung der Ergebnisse.....                                                                                                                 | 45        |
| <b>Anhang C (normativ) Bestimmung des Gehalts an Biomasse unter Anwendung des Verfahrens der manuellen Sortierung (M<sub>sort</sub>).....</b> |                                                                                                                                                | <b>46</b> |
| C.1                                                                                                                                           | Allgemeines .....                                                                                                                              | 46        |
| C.2                                                                                                                                           | Kurzbeschreibung.....                                                                                                                          | 46        |
| C.3                                                                                                                                           | Verfahrensgrenzen .....                                                                                                                        | 46        |
| C.4                                                                                                                                           | Symbole.....                                                                                                                                   | 46        |
| C.5                                                                                                                                           | Prüfeinrichtung.....                                                                                                                           | 47        |
| C.6                                                                                                                                           | Durchführung .....                                                                                                                             | 47        |
| C.6.1                                                                                                                                         | Allgemeines .....                                                                                                                              | 47        |
| C.6.2                                                                                                                                         | Manuelle Sortierung.....                                                                                                                       | 47        |
| C.6.3                                                                                                                                         | Berechnung des Gehalts an Biomasse .....                                                                                                       | 50        |
| <b>Anhang D (informativ) Grenzen der Bestimmungsverfahren .....</b>                                                                           |                                                                                                                                                | <b>51</b> |
| D.1                                                                                                                                           | Allgemeines .....                                                                                                                              | 51        |
| D.2                                                                                                                                           | Einfluss der Löslichkeit verschiedener Materialien beim SDM.....                                                                               | 51        |
| D.3                                                                                                                                           | Einfluss der physikalischen Form und der Zusammensetzung der Materialien/Partikel beim M <sub>sort</sub> -Verfahren .....                      | 54        |
| D.4                                                                                                                                           | Beschränkungen des <sup>14</sup> C-Verfahrens.....                                                                                             | 54        |

Anhang E (informativ) Leistungsdaten..... 55

E.1 Leistungsdaten des SDM..... 55

E.2 Leistungsdaten des <sup>14</sup>C-Verfahrens..... 56

Literaturhinweise..... 58

## **Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 21644:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 300 „Solid recovered materials, including recovered fuels“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 343 „Feste Sekundärbrennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SFS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2021 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 EN 15440:2011.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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.

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 21644:2021, korrigierte Fassung 2021-03, wurde von CEN als EN ISO 21644:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 300, *Solid recovered fuels* erarbeitet.

Die korrigierte Fassung von ISO 21644:2021 enthält folgende Korrekturen:

- Korrektur von "4 ml/l" zu "4 mol/l" in Anhang A.
- Redaktionelle Korrekturen an mehreren Symbolen vorgenommen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html) zu finden.

## Einleitung

Der Biomassegehalt von festen Sekundärbrennstoffen ist für die Bewertung der Auswirkung der Energieerzeugung auf die Treibhausgasemission relevant. Für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energie stehen instrumentelle, nasschemische und manuelle Verfahren zur Verfügung. Instrumentelle Verfahren beruhen auf der Bestimmung des Gehalts an  $^{14}\text{C}$ , während die manuellen Verfahren auf der Trennung von unterschiedlichen Fraktionen durch visuelle Überprüfung beruhen. Das nasschemische Verfahren unterscheidet Biomasse- von Nicht-Biomasse-Materialien in Abhängigkeit vom Lösungsverhalten in Säure.

Der Anteil der Biomasse wird wie folgt angegeben:

- bezogen auf die Masse;
- bezogen auf den Energiegehalt (Brennwert oder Heizwert);
- bezogen auf den Kohlenstoffgehalt.

Dieses Dokument ist in erster Linie für Laboratorien, Hersteller, Lieferanten und Käufer von festen Sekundärbrennstoffen vorgesehen, ist aber auch für Behörden und Prüfstellen von Nutzen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt drei Verfahren zur Bestimmung des Biomassegehalts in festen Sekundärbrennstoffen fest: das Verfahren der Bestimmung des  $^{14}\text{C}$ -Gehalts, das Verfahren der selektiven Auflösung und das Verfahren der manuellen Sortierung.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ISO 21637:2020, *Solid recovered fuels — Terminology, definitions and descriptions*

ISO 21645<sup>1</sup>, *Solid recovered fuels — Methods for sampling*

ISO 21646<sup>2</sup>, *Solid recovered fuels — Sample preparation*

ISO 21654<sup>3</sup>, *Solid recovered fuels — Determination of calorific value*

ISO 21656<sup>4</sup>, *Solid recovered fuels — Determination of ash content*

ISO 21663, *Solid recovered fuels — Methods for the determination of total carbon (C), hydrogen (H), nitrogen (N) and sulphur (S) by the instrumental method*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 21637:2020 und die folgenden Begriffe.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

**3.1 Aschegehalt auf wasserfreier Bezugsbasis**  
Masse an anorganischem Rückstand, der nach der Verbrennung eines Brennstoffes unter festgelegten Bedingungen verbleibt, angegeben als Massenanteil in Prozent der Trockenmasse im Brennstoff, einschließlich entfernter, zur Asche beitragender Bestandteile

Anmerkung 1 zum Begriff: Er wird üblicherweise als Massenanteil in Prozent der Trockenmasse in der Brennstoffquelle angegeben.

---

1 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/FDIS 21645.

2 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/DIS 21646.

3 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/FDIS 21654.

4 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/FDIS 21656.

Anmerkung 2 zum Begriff: Abhängig von der Wirksamkeit der Verbrennung kann die Asche noch brennbare Stoffe enthalten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn eine vollständige Verbrennung durchgeführt wird, enthält die Asche nur anorganische, nicht brennbare Bestandteile.

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.3]

### 3.2

#### **biogen**

von lebenden Organismen in natürlichen Prozessen produziert, jedoch nicht versteinert oder von fossilen Ressourcen abgeleitet

### 3.3

#### **Biomasse**

Material biologischer Herkunft, mit Ausnahme von Material, das in geologische Formationen eingebettet und/oder in fossiles Material umgewandelt ist

[QUELLE: ISO 16559:2014, 4.32, modifiziert — Anmerkung 1 und Anmerkung 2 zum Begriff wurden gestrichen.]

### 3.4

#### **Energiegehalt**

Wärmemenge, die bei der vollständigen Verbrennung einer Volumen- oder Masseinheit von Gas bei konstantem Druck von 1 013,25 mbar erzeugt wird, wobei die Bestandteile des Brenngasgemisches unter den Bezugsbedingungen eingesetzt werden und die Verbrennungsprodukte auf dieselben Bedingungen gebracht werden

[QUELLE: EN 437: 2018, modifiziert — Der zweite Absatz (die Liste) wurde gestrichen.]

### 3.5

#### **Brennwert**

Energiegehalt, bei dem davon ausgegangen wird, dass das durch die Verbrennung erzeugte Wasser kondensiert

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.34]

### 3.6

#### **Isotopenhäufigkeit**

Anteil der Atome eines bestimmten Isotops eines Elementes

### 3.7

#### **Laboratoriumsprobe**

Teil der *Probe* (3.13), der an das Laboratorium geschickt oder von diesem erhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird die Laboratoriumsprobe durch Herstellen von Teilproben, Mischen, Zerkleinern oder Kombinationen dieser Arbeitsschritte weiter behandelt (geteilt), entsteht die Versuchsprobe. Ist keine Vorbehandlung der Laboratoriumsprobe erforderlich, dann ist die Laboratoriumsprobe die Versuchsprobe. Eine Prüfmenge wird zur Durchführung der Prüfung oder zur Analyse aus der Versuchsprobe entnommen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Laboratoriumsprobe ist die Endprobe aus der Sicht der Probenahme, jedoch die Erstprobe aus der Sicht des Laboratoriums.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es dürfen mehrere Laboratoriumsproben hergestellt und für unterschiedliche Zwecke an verschiedene Laboratorien oder ein einzelnes Laboratorium geschickt werden. Bei der Sendung an ein Laboratorium wird der Satz im Allgemeinen als eine einzige Laboratoriumsprobe betrachtet und als eine einzige Probe dokumentiert.

### 3.8

#### **Wasser**

Wasser, das unter spezifischen Bedingungen entfernbar ist

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.46]

### 3.9

#### **Heizwert bei konstantem Volumen**

Energiegehalt, bei dem davon ausgegangen wird, dass sich das durch die Verbrennung erzeugte Wasser im dampfförmigen Zustand befindet

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.47]

### 3.10

#### **nominelle Mindest-Partikelgröße**

Lochgröße des Siebes, die zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung fester Sekundärbrennstoffe verwendet wird und durch die nicht mehr als ein Massenanteil von 5 % des Materials hindurchgeht

### 3.11

#### **nominelle Siebgröße**

kleinste Lochgröße des Siebes, die zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung fester Sekundärbrennstoffe verwendet wird und durch die mindestens ein Massenanteil von 95 % des gesamten Materials hindurchgeht

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.48]

### 3.12

#### **prozentualer Anteil von rezentem Kohlenstoff Massenanteil an Kohlenstoff biogener Herkunft**

**pmC**, en: percentage modern Carbon

Kohlenstoff-Massenanteil biogenen Ursprungs

Anmerkung 1 zum Begriff: Der international anerkannte Referenzwert des Radiokarbonverfahrens beträgt 95 % der im Jahr 1950 vorhandenen Aktivität dieser NBS-Oxalsäure SRM 4990B.

Anmerkung 2 zum Begriff: 2015 wurde der Wert von 100 % biogenem Kohlenstoff auf 102 pmC festgesetzt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der biogene Ursprung wird in Prozent angegeben.

### 3.13

#### **Probe**

Menge eines Materials von einer größeren Menge, deren Qualität zu bestimmen ist

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.63, modifiziert — Anmerkung 1 bis Anmerkung 3 zum Begriff wurden gestrichen.]

### 3.14

#### **Probenvorbereitung**

zum Erhalt von repräsentativen *Laboratoriumsproben* (3.7) oder Prüfmengen aus der *Ausgangssprobe* (3.13) im Anlieferungszustand ausgeführte Tätigkeiten

[QUELLE: ISO 21637:2020, 3.66]

## 4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen:

|                   |                                                                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C                 | Symbol für das Element Kohlenstoff                                                                                                   |
| D                 | Durchmesser (mm)                                                                                                                     |
| $^{14}\text{C}$   | Kohlenstoffisotop mit einer Atommasse von 14 u                                                                                       |
| LSC               | Flüssigszintillationszähler (en: Liquid Scintillation Counter) oder Flüssigszintillationszählung (en: Liquid Scintillation Counting) |
| $M_{\text{sort}}$ | Verfahren der manuellen Sortierung (en: manual sorting method)                                                                       |
| RSD               | relative Standardabweichung (en: relative standard deviation)                                                                        |
| SDM               | Verfahren der selektiven Auflösung (en: selective dissolution method)                                                                |
| SRF               | fester Sekundärbrennstoff (en: solid recovered fuel)                                                                                 |
| TC                | Gesamt-Kohlenstoffgehalt (en: total carbon content)                                                                                  |
| u                 | atomare Masseneinheit                                                                                                                |
| w                 | Massenanteil in Prozent                                                                                                              |
| $w_{\text{cal}}$  | Gehalt, angegeben als Prozentwert des Energiegehalts                                                                                 |
| $w_{\text{TC}}$   | Gehalt, angegeben als Prozentwert des Gesamt-Kohlenstoffgehalts                                                                      |

Die in diesem Dokument verwendeten verschiedenen Bezugsbasen werden durch folgende Indizes angegeben:

- $(\text{ad})$  für lufttrocken (getrocknet bei Raumtemperatur, 20 °C bis 25 °C, für 24 h)
- $(\text{ar})$  für im Anlieferungszustand;
- $(\text{d})$  für wasserfrei;
- $(\text{daf})$  für wasser- und aschefrei, falls zutreffend.

BEISPIEL  $w_{\text{cal,NB}(\text{d})}$  bedeutet der Anteil des Energiegehalts in der Nicht-Biomasse-Fraktion in Form des Energiegehalts auf wasserfreier Bezugsbasis.

## 5 Kurzbeschreibung

Die Bestimmung des Gehalts an Biomasse beruht auf der selektiven Auflösung, der manuellen Sortierung oder der  $^{14}\text{C}$ -Messung der Biomasse in festen Sekundärbrennstoffen. Die Auswahl des anzuwendenden Verfahrens ist im Abschnitt 6 beschrieben. Der Biomassegehalt führt zu einem Schätzwert für den Gehalt der biogenen Fraktion von festen Sekundärbrennstoffen.

## 6 Bestimmung des Gehalts an Biomasse

### 6.1 Probenahme

Probenahme, Transport, Lagerung von festen Sekundärbrennstoffen sowie die Probenvorbereitung vor Ort müssen nach ISO 21645 und ISO 21646 durchgeführt werden.

### 6.2 Probenvorbereitung

Die Vorbereitung der Versuchsprobe für das  $^{14}\text{C}$ -Verfahren oder SDM muss nach ISO 21646 erfolgen. Für das  $M_{\text{sort}}$  wird keine Probenvorbereitung durchgeführt.

Da ein SRF als heterogenes Material erachtet wird, muss die für jede Prüfung verwendete Mindestprobenmenge wie folgt sein:

- $^{14}\text{C}$ -Verfahren: eine von der zur Verbrennung verwendeten Einrichtung (Bombenkalorimeter, Verbrennungsrohrföfen oder Elementaranalysator) abhängige Menge zwischen 0,4 g und 2 g des Materials mit einer nominellen Siebgröße von 1 mm oder kleiner oder die vom Konstrukteur angegebene Menge im Falle der Verwendung eines Verbrennungsgerätes im Labormaßstab;
- Verfahren der selektiven Auflösung (SDM): mindestens 5 g des Materials mit einer nominellen Siebgröße von 1 mm oder kleiner;
- Verfahren der manuellen Sortierung ( $M_{\text{sort}}$ ): mindestens so groß wie der Proben-Mindestumfang nach ISO 21645 (im Anlieferungszustand), wie in ISO 21646 berechnet.

### 6.3 Anwendbare Verfahren

Für die Bestimmung des Gehalts an Biomasse stehen drei Verfahren zur Verfügung:

- 1) Das instrumentelle  $^{14}\text{C}$ -Verfahren muss Anhang A entsprechen. Dieses Verfahren beruht auf der Bestimmung des Verhältnisses des  $^{14}\text{C}$ -Gehalts zum Gesamt-Kohlenstoffgehalt; der  $^{14}\text{C}$ -Gehalt ist proportional zum Biomassegehalt des SRF. Dieses Verfahren ist für Proben aller Arten von Brennstoff geeignet und muss nach Anhang A erfolgen. Ein Wert von 10 % biogenem Kohlenstoff kann als unterer Geltungsbereich des  $^{14}\text{C}$ -Verfahrens mittels Flüssigszintillationszähler (LSC) betrachtet werden.
- 2) Das Verfahren der selektiven Auflösung (SDM) muss Anhang B entsprechen. Die Bestimmung des Biomassegehalts mit dem SDM beruht auf der Eigenschaft von Biomasse, dass sie in einem Schwefelsäure-Wasserstoffperoxid-Gemisch gelöst werden kann. Dieses Verfahren weist Grenzen auf, durch die es weniger geeignet ist, wenn der Gehalt an natürlichen und/oder künstlichen Kautschuk- oder Gummirückständen im SRF mehr als 10 % beträgt oder wenn die Summe der Gehalte an Steinkohle, Koks, Braunkohle, Lignit, abbaubaren Kunststoffen fossiler Herkunft, nicht abbaubaren Kunststoffen biogener Herkunft, Öl oder Fett, das als Bestandteil der Biomasse vorliegt, Wolle, Viskose, Nylon, Polyurethan oder anderen Polymeren, die molekulare Aminogruppen enthalten, und Silikonkautschuk 5 % überschreitet. Weitere Informationen zu diesen Grenzen sind in Anhang D enthalten. Das Verfahren der selektiven Auflösung (SDM) ist für prozentuale Biomassegehalte zwischen 10 % und 90 % anwendbar.
- 3) Das Verfahren der manuellen Sortierung ( $M_{\text{sort}}$ ) muss Anhang C entsprechen. Die Bestimmung des Biomassegehalts mit dem Verfahren der manuellen Sortierung beruht auf der visuellen Untersuchung der Fraktionen und deren Trennung auf Grundlage ihrer Art und ihres Ursprungs. Das Verfahren ist geeignet für Proben mit einer Partikelgröße  $> 10 \text{ mm}$ .

Bezüglich der Grenzen der drei Verfahren siehe Anhang D.

## 7 Angabe der Ergebnisse

Für die Angabe des Gehalts an Biomasse werden je nach Verwendung der Ergebnisse drei verschiedene Größen verwendet:

- a) Biomasse als Massenanteil in Prozent ( $w_B$ );
- b) Biomasse als prozentualer Anteil des Energiegehalts ( $w_{B,cal}$ );
- c) Biomasse als prozentualer Anteil des Gesamt-Kohlenstoffgehalts ( $w_{B,TC}$ ).

Die Angabe der Ergebnisse des  $^{14}C$ -Verfahrens muss Anhang A entsprechen.

Die Angabe der Ergebnisse des SDM-Verfahrens muss Anhang B entsprechen.

Die Angabe der Ergebnisse des  $M_{sort}$ -Verfahrens muss Anhang C entsprechen.

## 8 Leistungsmerkmale

Externe Daten zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheit sind im Anhang E angeführt, in dem die Ergebnisse von Ringversuchen und Validierungsstudien zusammengefasst sind. Diese Werte sollten in Kombination mit den individuellen Leistungsmerkmalen des jeweiligen Laboratoriums und einem gewünschten Erweiterungsfaktor verwendet werden, um die Gesamtunsicherheit zu erhalten.

Praktische Beispiele für die Anwendung der Daten aus Anhang E:

### BEISPIEL 1

Ein Laboratorium möchte die erweiterte Messunsicherheit des SDM (in Massenanteil in Prozent) bestimmen.

Die Vergleichpräzision innerhalb dieses Laboratoriums, berechnet aus internen Validierungsstudien und Qualitätsregelkarten, wurde mit 2,5 % (RSD) ermittelt.

Die Ergebnisse des Ringversuchs aus der QUOVADIS [3]-Studie (Tabelle E.2) ergeben einen RSD-Wert von 3,43 % (bei einem 67,79 %-Niveau).

$$u_{c,rel} = \sqrt{(2,5^2 + 3,43^2)} = 4,24 \%$$

$$U_{rel} = 2 \times u_{c,rel} = 8,48 \%$$

Dabei ist  $u_{c,rel}$  die kombinierte Messunsicherheit und  $U_{rel}$  die erweiterte Messunsicherheit unter Anwendung eines Erweiterungsfaktors von 2 (~ 95 %-Vertrauensintervall).

### BEISPIEL 2

Ein Laboratorium misst den Biomassegehalt mit dem  $^{14}C$ -Verfahren – LSC B (in % vom TC).

Die Vergleichpräzision innerhalb dieses Laboratoriums, berechnet aus internen Validierungsstudien und Qualitätsregelkarten, wurde mit 2,4 % (RSD) ermittelt.

Die Ergebnisse des Ringversuchs aus der QUOVADIS [3]-Studie (Tabelle E.6) ergeben einen RSD-Wert von 2,5 % (bei einem 55,5 %-Niveau).

$$u_{c,rel} = \sqrt{(2,4^2 + 2,5^2)} = 3,5 \%$$

$$U_{rel} = 2 \times u_{c,rel} = 7,0 \%$$

Dabei ist  $u_{c,rel}$  die kombinierte Messunsicherheit und  $U_{rel}$  die erweiterte Messunsicherheit unter Anwendung eines Erweiterungsfaktors von 2 (~ 95 %-Vertrauensintervall).

## **9 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Name des Laboratoriums, das die Prüfung durchführt;
- b) Datum der Prüfung;
- c) Bezeichnung des geprüften Produkts (der geprüften Probe);
- d) Probenvorbereitung (z. B. Verfahren zur Reduktion der Probenmenge, Trocknung, Teilung);
- e) Lagerungsbedingungen;
- f) Datum des Eingangs der Laboratoriumsprobe und Daten der Prüfung (Beginn und Ende);
- g) eine Verweisung auf dieses Dokument (ISO 21644:2021) und das angewendete Verfahren;
- h) bei dem  $^{14}\text{C}$ -Verfahren die Ergebnisse der Prüfung, einschließlich der Bezugsbasis, hinsichtlich der sie angegeben sind, und die Anwendung der Isotopenkorrektur;
- i) Gehalt an Biomasse als Massenanteil in Prozent, auf den Energiegehalt bezogener Biomasseanteil und/oder auf den Kohlenstoffgehalt bezogener Biomasseanteil, auf 0,1 % gerundet;
- j) sämtliche Arbeitsschritte, die nicht in diesem Dokument enthalten sind oder als wahlfrei betrachtet werden;
- k) alle ungewöhnlichen Vorkommnisse, die während der Durchführung der Prüfung bemerkt wurden.

## Anhang A (normativ)

### Bestimmung des Gehalts an Biomasse nach dem $^{14}\text{C}$ -Verfahren

#### A.1 Allgemeines

Die beiden vorgeschlagenen Verfahren für die  $^{14}\text{C}$ -Messung, das Proportional-Szintillationszähler-Verfahren (PSM, en: Proportional Scintillation Method) oder die Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS, en: Accelerated Mass Spectrometry), erfordern spezialisiertes Personal und eine spezielle Messausrüstung/Geräteausstattung. Der Vorbereitungsschritt für die instrumentelle Analyse kann jedoch als normale Routine-Labortätigkeit erfolgen. Zur Ermittlung des  $^{14}\text{C}$ -Anteils aus der Probe werden allgemein anerkannte Verfahren zur Umwandlung des in der Probe vorhandenen Kohlenstoffs in  $\text{CO}_2$  beschrieben.

#### A.2 Kurzbeschreibung

Die Verfahren zur Bestimmung des Biomassegehalts, die in diesem Anhang festgelegt sind, beruhen auf der Bestimmung des  $^{14}\text{C}$ -Gehalts. Die Menge des Biomasse-Kohlenstoffs in festen Sekundärbrennstoffen ist proportional zu diesem  $^{14}\text{C}$ -Gehalt.

Der in der Probe vorhandene Kohlenstoff wird durch Verbrennung in  $\text{CO}_2$  umgewandelt. Die Verbrennung wird so durchgeführt, dass die Anforderungen der nachfolgenden Messung des  $^{14}\text{C}$ -Gehalts erfüllt werden. Diese Messung erfolgt nach einem der beiden folgenden Verfahren, dem Proportional-Szintillationszähler-Verfahren (PSM) oder der Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS). Diese Verfahren werden als gleichwertig betrachtet, da sie die gleichen Ergebnisse innerhalb des Anwendungsbereiches dieses Dokuments erbringen. Die Ergebnisse werden als prozentualer Anteil des Biomasse-Kohlenstoffs am Gesamt-Kohlenstoffgehalt angegeben. Der Anteil des auf die Masse bezogenen Gehalts an Biomasse und der Anteil des auf den Energieinhalt bezogenen Biomassegehalts werden aus dem Kohlenstoffgehalt der Biomasse unter Verwendung des Kohlenstoffgehalts und des Energiegehalts der in der Probe vorhandenen Biomasse-Fraktion berechnet.

#### A.3 Verfahrensgrenzen

Bezüglich der Grenze dieses Verfahrens siehe Anhang D.

#### A.4 Symbole

Für die Anwendung dieses Anhangs gelten die folgenden Symbole:

|                 |                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| C               | Symbol für das Element Kohlenstoff                                    |
| $^{14}\text{C}$ | Kohlenstoffisotop mit einer Atommasse von 14                          |
| AMS             | Beschleuniger-Massenspektrometrie (en: Accelerator Mass Spectrometry) |
| $\beta$         | Beta-Partikel, Elektron, das beim radioaktiven Zerfall emittiert wird |
| Bq              | Becquerel, Zerfälle je Sekunde                                        |
| d               | auf wasserfreier Bezugsbasis                                          |