

DIN EN 17983



ICS 13.020.55

**Algen und Algenprodukte –
Messungen nachwachsender Algenrohmaterialien für Energie- und
Nichtenergieanwendungen;
Deutsche Fassung EN 17983:2024**

Algae and algae products –
Measurement for renewable algal raw material for energy and non-energy applications;
German version EN 17983:2024

Algues et produits à base d'algues –
Mesure de la matière première algale renouvelable pour les applications énergétiques et
non énergétiques;
Version allemande EN 17983:2024

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS)

Nationales Vorwort

Das Dokument EN 17983:2024 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 454 „Algen und Algenprodukte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 172-00-16 AA „Algen und Algenprodukte“ im DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS).

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

ISO 13065 siehe DIN ISO 13065

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

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 13065, *Nachhaltigkeitskriterien für Bioenergie*

- Leerseite -

Deutsche Fassung

**Algen und Algenprodukte —
Messungen nachwachsender Algenrohmaterialien für
Energie- und Nichtenergieanwendungen**

Algae and algae products —
Measurement for renewable algal raw material for
energy and non-energy applications

Algues et produits à base d'algues —
Mesure de la matière première algale renouvelable
pour les applications énergétiques et non énergétiques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Mai 2024 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, 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	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Messung bei erneuerbarem Algenrohmaterial	11
4.1 Allgemeines	11
4.1.1 Allgemeines	11
4.1.2 Green-Box-Inputs und -Outputs	11
4.1.3 Grenzen der Green-Box	12
4.2 Energiebilanz von Algenanlagen und Algenprodukten für die Ökobilanz und techno-ökonomische Analyse	14
4.2.1 Allgemeines	14
4.2.2 Energieinput und -output	14
4.2.3 Energieinput	14
4.2.4 Energieoutput	15
4.2.5 Vereinfachte Energiebilanz, landgebundene Kultivierung	15
4.2.6 Energiebilanz, Kultivierung in Meer	16
4.3 Massenbilanz der Hauptelemente der Algenbiomasse	17
4.3.1 Gasaustausch	17
4.3.2 Kohlenstoff	17
4.3.3 Stickstoff	21
4.3.4 Phosphor	22
4.3.5 Wasserstoff	23
4.3.6 Sauerstoff	23
4.3.7 Sonstige Nährstoffe und Mikronährstoffe	23
4.3.8 Mineralischer Anteil der Algenbiomasse	24
4.4 Kohlenstoffquellenparameter, die für Algen als biobasierte Produkte spezifisch sind . .	24
4.4.1 Algen als Ausgangsmaterial für biogene Brennstoffe	24
4.4.2 Algen als Ausgangsmaterial für nicht der Ernährung dienende, andere Anwendungen als biogene Brennstoffe	25
4.5 Wassermanagement	26
4.5.1 Wasser in geschlossenen Systemen	26
4.5.2 Algenkultivierung im Meer	28
4.6 Luftmanagement	28
4.6.1 Atmosphärisches Gleichgewicht in Photosynthesesystemen	28
4.6.2 Atmosphärisches Gleichgewicht in heterotrophen Systemen	29
Anhang A (informativ) Berechnungsbeispiel für die Messung der Energie- und Hauptelementbilanzen von Algensystemen	30
A.1 Energie	30
A.2 Kohlenstoff	30
A.3 Stickstoff	30
Anhang B (informativ) Überblick über die Kohlenstoff-/CO ₂ -Neutralität	32
Anhang C (informativ) Überblick über die Ökobilanz (LCA)	33
C.1 Allgemeines	33
C.2 Vorhandene Normen zur Ökobilanz	33
C.3 Zusammenhang zwischen diesem Dokument und EN 16760	33
C.4 Anwendungen von Ökobilanzen auf die Produktion von Algenbiomasse	33
Anhang D (informativ) Algen als Ausgangsmaterial für biogene Brennstoffe	35
Literaturhinweise	36

Bilder

Bild 1 — Green-Box für die Messung von erneuerbarem Algenrohmaterial	12
Bild 2 — Grenzen der Green-Box bei natürlichen Standorten	12
Bild 3 — Grenzen der Green-Box bei offener landgebundener Kultivierung	13
Bild 4 — Grenzen der Green-Box bei geschlossener Kultivierung	13
Bild 5 — Überblick über den gesamten Energieinput und -output für die landgebundene Kultivierung	14
Bild 6 — Vereinfachte Energiebilanz einer landgebundenen Kultivierung	16
Bild 7 — Allgemeine Energiebilanz für die Kultivierung im Meer	16
Bild 8 — Vereinfachte Energiebilanz für die Kultivierung im Meer	17
Bild 9 — Kohlenstoffbilanz in der geschlossenen Kultivierung	17
Bild 10 — Vereinfachte Kohlenstoffbilanz	18
Bild 11 — Vereinfachte Kohlenstoffbilanz von Spirulina	18
Bild 12 — Beispiel für Heterotrophie bei geschlossener Kultivierung	19
Bild 13 — Beispiel für Mixotrophie bei geschlossener Kultivierung	20
Bild 14 — Beispiel für die Kultivierung im offenen Wasser	20
Bild 15 — Vereinfachte Kohlenstoffbilanz bei der Kultivierung in offenem Wasser	21
Bild 16 — Stickstoffbilanz in der geschlossenen Kultivierung	21
Bild 17 — Beispiel für die vereinfachte Stickstoffbilanz bei der Kultivierung in offenem Wasser	22
Bild 18 — Vereinfachte Phosphorbilanz bei der Kultivierung in offenem Wasser	23
Bild 19 — Flussdiagramm für Algen als biobasierte Produkte	25
Bild 20 — Wasserströme in der geschlossenen Kultivierung	26
Bild 21 — Parameter der betreffenden Stellen im Meerwasser	28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17983:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 454 „Algen und Algenprodukte“ 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 Januar 2025, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2025 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 wurde im Rahmen eines Normungsauftrags erarbeitet, den die Europäische Kommission CEN erteilt hat. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten genehmigt anschließend diese Aufträge für seine Mitgliedstaaten.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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.

Einleitung

Dieses Dokument wurde vom CEN/TC 454 „Algen und Algenprodukte“ erarbeitet.

Das Europäische Komitee für Normung (CEN) wurde von der Europäischen Kommission (EK) beauftragt, europäische Normen oder europäische Normungsergebnisse zu erarbeiten, um die Umsetzung von Artikel 3 der Richtlinie 2009/28/EG für Algen und algenbasierte Produkte oder Zwischenprodukte zu unterstützen.

Dieser als Normungsauftrag M/547 vorgelegte Auftrag trägt auch zum Informationsaustausch über „Innovation für nachhaltiges Wachstum: Eine Bioökonomie für Europa“ bei.

Die frühere Arbeitsgruppe 218 „Algen“ des Technischen Lenkungsausschusses von CEN wurde 2016 gegründet, um ein Arbeitsprogramm als Teil dieses Normungsauftrags zu erarbeiten. Das Technische Komitee CEN/TC 454 „Algen und Algenprodukte“ wurde gebildet, um das Arbeitsprogramm auszuführen, mit dem eine Normenreihe erarbeitet wird.

Das Interesse an Algen und algenbasierten Produkten oder Zwischenprodukten als wertvolle Quelle u. a. von Kohlenhydraten, Proteinen, Lipiden und verschiedenen Pigmenten hat in Europa deutlich zugenommen. Diese Stoffe eignen sich für ein breites Spektrum an Anwendungen, von Lebensmitteln und Futtermitteln bis hin zu anderen Bereichen wie Textilien, Kosmetika, Biopolymeren, biogenen Brennstoffen und Dünger/Biostimulanzien. Es wurde festgestellt, dass die Normung eine wichtige Rolle bei der Förderung der Nutzung von Algen und Algenprodukten spielt.

Die Arbeit des CEN/TC 454 sollte die Zuverlässigkeit der Lieferkette verbessern und so das Vertrauen der Industrie und der Verbraucher in Algen steigern, zu denen Makroalgen, Mikroalgen, Cyanobakterien, Labyrinthulomyceten (Netzschleimpilze), algenbasierte Produkte oder Zwischenprodukte gehören, und wird die Kommerzialisierung der europäischen Algenindustrie fördern und unterstützen.

Bei industriellen und wissenschaftlichen Untersuchungen treten zahlreiche methodische Unterschiede hinsichtlich der Massen- und Energiebilanzen auf. Dies stellt ein erhebliches Problem dar, da der Vergleich der Ergebnisse häufig schwierig ist.

Das Ziel dieses Dokumentes besteht darin, grundlegende Maße für die Kohlenstoffbilanzierung von Algen festzulegen, um einen wissenschaftlich fundierten Vergleich zwischen Algensystemen und anderen Biomasse-Ausgangsmaterialien zu ermöglichen.

Die Notwendigkeit solcher Maße und einer solchen Methodik steht mit den großen vorhandenen Unterschieden von Algenzuchtstätten und -strategien in Zusammenhang. So gibt es beispielsweise erhebliche Unterschiede bei der Anwendung des „Green-Box-Konzeptes“ auf geschlossene Kultivierungsanlagen und die Algenernte der wilden Aufzucht. Es werden jedoch gemeinsame Ansätze in Bezug auf die Nachhaltigkeit und Ökobilanz (LCA, en: life cycle analysis) benötigt.

Diese Maße können verwendet werden, um vorhandene Normen zur Ökobilanz auf Algensysteme anzuwenden.

Ein Überblick von Normen zur Ökobilanz ist in Anhang C angegeben.

Der Zweck dieses Dokumentes besteht darin, spezielle Anforderungen für die Ökobilanz und Anleitungen für die Algenzucht zur Verfügung zu stellen, die auf EN ISO 14040, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Grundsätze und Rahmenbedingungen*, EN ISO 14044, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Anforderungen und Anleitungen* und EN 16760, *Biobasierte Produkte — Ökobilanzen*, beruhen. All diese Normen sind auf algenbasierte Produkte anwendbar, der Themenbereich, der in diesen Normen jedoch nicht eindeutig festgelegt ist, ist die Bilanzierung der Hauptparameter von Algenkultivierungsanlagen. Die mit der Algenkultivierung in Zusammenhang stehenden Nachhaltigkeitsaspekte können entweder mit EN 16751, *Biobasierte Produkte — Nachhaltigkeitskriterien*, bewertet werden, wenn es sich bei dem Ergebnis um ein Produkt handelt, oder mit ISO 13065, *Nachhaltigkeitskriterien für Bioenergie*, wenn es sich bei dem Ergebnis um Energie handelt. Diese beiden Dokumente enthalten einen Rahmen für umweltbezogene, soziale und wirtschaftliche Überlegungen, die zur Erleichterung der Bewertung und Vergleichbarkeit der Biomasse für Produkte bzw. Energie genutzt werden können.

Dieses Dokument behandelt das Problem des Verwendens von fossilem CO₂ als Ausgangsmaterial für die Photosynthese von Algen nach EN 16785-1, *Biobasierte Produkte — Biobasierter Gehalt — Teil 1: Bestimmung des biobasierten Gehalts unter Verwendung der Radiokarbon- und Elementaranalyse*. Diese Situation erfordert angemessene Anwendungskriterien gegenüber der pflanzlichen Photosynthese. Eine ähnliche Situation kann bei der Stickstoff- und Phosphorabscheidung im offenen Meer entstehen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren zur Messung des Energiegehaltes und Bilanzierung der Hauptbestandteile von kultivierten oder wild aufgezogenen Algen und Algenprodukten fest, die Biomasse liefern und für erneuerbares Algenrohmaterial zur Verwendung als Bioenergie- und biobasierte Produkte vorgesehen sind.

Dieses Dokument legt auch Kohlenstoffquellenparameter fest, die für Algen als biobasiert spezifisch sind, und gilt für Studien, die die Ökobilanz der Algenproduktion, z. B. bei der Zucht von Algenbiomasse oder Ernte der wilden Aufzucht, behandeln.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für Verfahren der Probenahme, Ernte und Vor-/Nachverarbeitung von Algen und Algenprodukten.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für Algen und Algenprodukte, die für die Lebensmittel und Futtermittelindustrie vorgesehen sind.

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).

EN 14268, *Bewässerungsverfahren — Zähler für Bewässerungswasser*

EN 17399, *Algen und Algenprodukte — Begriffe*

EN 17480, *Algen und Algenprodukte — Methoden für die Bestimmung der Produktivität von Algenproduktionsstandorten*

EN 17605, *Algen und Algenprodukte — Methoden zur Probeentnahme und Analyse — Probebehandlung*

EN ISO 4064-1, *Wasserzähler zum Messen von kaltem Trinkwasser und heißem Wasser — Teil 1: Metrologische und technische Anforderungen (ISO 4064-1)*

EN ISO 16948, *Biogene Festbrennstoffe — Bestimmung des Gesamtgehaltes an Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff (ISO 16948)*

EN ISO 18125, *Biogene Festbrennstoffe — Bestimmung des Heizwertes (ISO 18125)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 17399, EN 17480, EN 17605 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 <https://www.electropedia.org/>

3.1

Trocken-Biomasse

Material, das nach der Beseitigung des Wassers unter spezifischen Bedingungen verbleibt

Anmerkung 1 zum Begriff Dieses wird durch Bestimmung des Feuchtegehaltes gemessen.

[QUELLE: EN ISO 16559:2022, 3.71 – modifiziert: „Bio“- zum Begriff hinzugefügt, Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt]

3.2

Aschegehalt der Biomasse

Masse des Mikroalgen- und Makroalgenrückstands, der vorliegt, nachdem sich die Probe in einen Muffelofen mit einer Temperatur von $(575 \pm 10)^\circ\text{C}$ befunden hat

3.3

Beleuchtung

Bestrahlung mit Licht, bei dem es sich nicht um Sonnenlicht handelt

3.4

photosynthetische Produktionsfläche

sonnenbeschienene horizontale Fläche der Kultivierungsanlage, in der die Photosynthese durch natürliches Licht in natürlichen Becken, an natürlichen Standorten und in sonnenbeschienenen Becken stattfindet

Anmerkung 1 zum Begriff Die Produktionsfläche von nicht horizontalen Systemen ergibt auf verschiedene Weise interpretierbare Ergebnisse, weshalb bei nicht horizontalen Systemen zur Berechnung der Produktivität die Gleichung für die volumetrische Produktivität angewendet wird.

Anmerkung 2 zum Begriff Flächen mit wilder Aufzucht sind ausgenommen.

Anmerkung 3 zum Begriff Bei Systemen, die mit Beleuchtung (siehe 3.11) arbeiten, wird zur Berechnung der Produktivität die Gleichung für die volumetrische Produktivität angewendet.

3.5

Fläche des Algenzuchtstandortes

Fläche einer einzelnen oder mehrerer Algenkultivierungsanlage(n) oder eines einzelnen oder mehrerer natürlicher Standorte(s) einschließlich jeglicher Hilfsausrüstungen, die für den Betrieb der Einheit und des Versorgungsbereiches benötigt werden

Anmerkung 1 zum Begriff Die Kultivierungsanlage umfasst Becken, Blasensäulen, Röhren-Photobioreaktoren, „Green-Wall-Panels“ oder jegliche Arten von Vorrichtungen, die zur Algenzucht verwendet werden, alle Ausrüstungsteile, Röhren und Verbindungen, die benötigt werden, damit die spezifische Einheit funktioniert (z. B. die Fläche, die von den Pumpen und dem Umlaufbehälter/Entgaser in einem Röhren-Photobioreaktor belegt wird), sowie den angrenzenden Versorgungsbereich. Wenn der Versorgungsbereich nicht eindeutig festgelegt ist, beträgt er standardmäßig 1 m um die Kultivierungsanlage herum.

Anmerkung 2 zum Begriff Die Fläche der Kultivierungsanlage umfasst nicht die der Kultivierungsanlage vor- und nachgelagerten Einrichtungen, z. B. die Behälter für die Wasseraufbereitung und/oder die Ernte.

Anmerkung 3 zum Begriff Die Festlegung der Fläche an einem Standort mit wilder Aufzucht, an dem Makroalgen in der Natur ohne menschliches Eingreifen mit Ausnahme der Ernte wachsen, ist in Bezug auf die Berechnung der Produktivität irreführend, da viele Faktoren das Wachstum beeinflussen (z. B. Strömungen, Artenmischung, natürliche Regenerationszyklen usw.).

3.6

gesamter Kohlenstoff

TC, en: total carbon

Menge an Kohlenstoff in einem Produkt, in Form von organischem, anorganischem und elementarem Kohlenstoff

[QUELLE: EN 16575:2014, 2.17]