

Dezember 2019

ICS 13.080.30

Deutsche Fassung

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Wirkungen von  
Schadstoffen auf die Bodenflora - Zusammensetzung von  
Fettsäuren in Blättern zur Beurteilung der  
Bodenbeschaffenheit (ISO 21479:2019)

Soil quality - Determination of the effects of pollutants  
on soil flora - Leaf fatty acid composition of plants to  
assess soil quality (ISO 21479:2019)

Qualité du sol - Détermination des effets des polluants  
sur la flore du sol - Composition en acides gras foliaires  
des plantes utilisées pour évaluer la qualité du sol (ISO  
21479:2019)

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 444 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN-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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC-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.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

**Warnvermerk** : Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäischen Norm in Bezug genommen werden.



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 .....	3
Vorwort .....	4
Einleitung .....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe und Abkürzungen .....	6
3.1 Begriffe .....	6
3.2 Abkürzungen.....	7
4 Kurzbeschreibung des Verfahrens.....	7
5 Geräte und Reagenzien.....	7
5.1 Geräte.....	7
5.2 Reagenzien.....	8
6 Probenahmestrategien.....	8
7 Probenahme von Blattgewebe.....	9
8 Gewinnung, Extraktion und Analyse von Fettsäure-Methylestern (FAME) .....	9
8.1 Prüfung auf Verunreinigungen.....	9
8.2 Gewinnung und Extraktion von FAME aus Pflanzenblättern .....	9
8.3 Analyse der FAME.....	10
9 Prüfbericht.....	11
9.1 Verweisung auf dieses Dokument, d. h. ISO 21479 .....	11
9.2 Beschreibung des Standorts und der analysierten Flächen .....	11
9.3 Blattprobenahme.....	12
9.4 Fettsäurezusammensetzung.....	12
9.5 Schlussfolgerung.....	12
Anhang A (informativ) Ergebnisse des Ringversuchs.....	13
Anhang B (informativ) Beurteilung der Bodenbeschaffenheit durch Bestimmen des Omega-3-Index von <i>Lactuca-sativa</i> -Keimlingen, die <i>ex situ</i> unter kontrollierten Bedingungen gezogen werden.....	21
Anhang C (informativ) Pflanzenarten, die bereits erfolgreich zur Beurteilung der Böden von (durch organische Verbindungen und/oder Metalle) verunreinigten Standorten verwendet wurden.....	23
Anhang D (informativ) Veränderung des Omega-3-Index in Abhängigkeit von Entnahmezeit, Pflanzengröße und Blattentwicklung.....	24
Anhang E (informativ) Einfluss der Blattgewebemenge auf die FAME-Zusammensetzung.....	26
Anhang F (informativ) Beispiel für ein Chromatogramm, das bei der FAME-Analyse von Blattgewebe erhalten wurde .....	27
Anhang G (informativ) Empfohlenes mathematisches Verfahren zur Bewertung von Böden verschiedener Flächen, wenn einige der beprobten Pflanzenarten nicht auf allen Flächen vorkommen.....	28
Literaturhinweise.....	31

## Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 21479:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 21479:2019 durch das Technische Komitee CEN/TC 444 „Prüfverfahren für die umweltbezogene Charakterisierung fester Matrices“ übernommen, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 21479:2019 wurde von CEN als prEN ISO 21479:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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 190, *Soil quality*, Unterkomitee SC 4, *Biological characterization*, erarbeitet.

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

Von den mehr als 150 erarbeiteten ISO-Normen zur Bodenbeschaffenheit befassen sich weniger als 40 mit lebenden Organismen und darunter nur fünf mit höheren Pflanzen. Dabei ist es wichtig, die negativen Auswirkungen der Bodenbeschaffenheit auf lebende Organismen zu überwachen.

Eine dieser fünf Normen befasst sich mit der Genotoxizität [1], und die vier anderen befassen sich mit dem Saatauflauf und/oder der Wachstumshemmung [2]-[5]. Damit konzentrieren sich diese Internationalen Normen offenbar entweder auf einen sehr spezifischen Effekt (Genotoxizität) oder auf Effekte, die groß genug sind, um mit der Entwicklung zusammenhängende (und damit sichtbare) Phänotypen (Saatauflauf- oder Wachstumshemmung junger Keimlinge) in Böden, die im Freiland als Proben genommen wurden, hervorzurufen. Daher sind empfindlichere bzw. frühzeitigere Bioindikatoren für die negativen Auswirkungen von Schadstoffen auf Pflanzen erforderlich, wie etwa der „Omega-3-Index“.

Die Beurteilung der Auswirkung einer Bodenkontamination anhand des Omega-3-Index basiert auf der Zusammensetzung von Fettsäuren in Blättern von Angiospermenarten, die an den problematischen Standorten wachsen. Der Omega-3-Index hat sich als geeignet erwiesen, das Vorhandensein von metallischen und organischen Kontaminanten (Herbiziden usw.) in Böden aufzuzeigen. Zu diesem Zweck sollten auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften (pH-Wert, N/P/K-Gehalt) der Böden bestimmt werden, denn die Fettsäurezusammensetzung der Pflanzen kann in Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt variieren [12] und der pH-Wert kann die Bioverfügbarkeit chemischer Verbindungen beeinflussen. Es sollte beachtet werden, dass sich dieser Bioindikator als empfindlicher (d. h. auf niedrigere Dosen von Kontaminanten reagierend) erwiesen hat als die biometrischen Parameter Keimungsrate und Biomasse [6] [14]. Somit wird ermöglicht, Nachweise für negative Auswirkungen von Böden auf Pflanzen zu gewinnen, die anhand der Keimungsrate oder der Biomasse nicht aufgezeigt werden konnten. Zudem kann es bei einer Beurteilung *in situ* schwierig sein, offensichtliche Auswirkungen auf die Keimungsrate und/oder Biomasse von Pflanzen zu messen.

Es sollte beachtet werden, dass der Omega-3-Index aus praktischer Sicht insbesondere bei Pflanzenarten, die im Freiland geerntet werden, und im Vergleich zu anderen Bioindikatoren verschiedene Vorteile bietet.

- Für die Fettsäureanalyse werden nur 20 mg bis 50 mg frisches Blattgewebe je Probe benötigt. Dadurch werden die Pflanzen nicht zerstört, und es ist unproblematisch, auf einer bestimmten Fläche genügend Gewebe von einer Art zu erhalten.
- Proben von Pflanzengewebe können vor der Analyse mehrere Tage in Methanol bei Raumtemperatur aufbewahrt werden.
- Es ist nicht erforderlich, an einem Standort eine bestimmte Art zu suchen, und grundsätzlich kann jede Art beprobt werden (wobei oft unter den repräsentativsten ausgewählt wird) (Abschnitt 6).

In Anhang A sind die Ergebnisse eines Ringversuchs dargestellt, der von sechs einzelnen Laboratorien durchgeführt wurde, um die Vergleichspräzision und die Wiederholpräzision des Verfahrens zu beurteilen. Die Ergebnisse, die jeweils von demselben Untersuchenden anhand derselben Probe und mit demselben Messgerät während eines kurzen Zeitraums erhalten wurden, sind in Anhang B dargestellt.

**WARNUNG** — Verunreinigte Böden können unbekannte Gemische von giftigen, mutagenen oder anderweitig schädlichen Chemikalien oder infektiösen Mikroorganismen enthalten. Durch Staub und verdunstete Chemikalien können Arbeitsschutzrisiken entstehen. Außerdem könnten Pflanzen Chemikalien aus dem Boden aufnehmen. Deshalb sollten beim Umgang mit den Prüfpflanzen entsprechende Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden.

## 1 Anwendungsbereich

Gegenstand dieses Dokuments ist ein Verfahren zum Vergleichen der Beschaffenheit von Böden durch Bestimmen der Fettsäurezusammensetzung in den Blättern von Pflanzen, die auf diesen Böden wachsen.

Dieses Verfahren ermöglicht keine Bestimmung des optimalen Werts des Omega-3-Index. Daher kann es nicht dazu verwendet werden, die intrinsische Qualität des Bodens auf einer bestimmten (als homogen angesehenen) Fläche zu bestimmen. Das Verfahren kann nur dazu verwendet werden, die Beschaffenheit von Böden auf verschiedenen Flächen miteinander zu vergleichen.

Das Verfahren ist anwendbar auf:

- Böden von verunreinigten Standorten;
- verbesserte Böden;
- Böden nach Altlastensanierungen;
- Böden, auf die Abfallprodukte (z. B. Flüssigmist, Gülle, Schlamm oder Kompost) aufgebracht wurden.

Alternativ kann die Beschaffenheit von Böden beurteilt werden, indem der Omega-3-Index von *Lactuca-sativa*-Keimlingen bestimmt wird, die in diesen Böden unter kontrollierten Bedingungen (d. h. in einer Wachstumskammer) gezogen werden, und diese Werte mit den bei Kontrollböden erhaltenen Werten verglichen werden (siehe Anhang B).

## 2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

## 3 Begriffe und Abkürzungen

### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten 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/>

#### 3.1.1

##### **Omega-3-Index**

$\% C18:3 / (\% C18:0 + \% C18:1 + \% C18:2)$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Omega-3-Index ist einheitenlos.