



Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN ISO 23470:2018

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der effektiven Kationenaustauschkapazität (KAK) und der austauschbaren Kationen mit

Qualité du sol - Détermination de la
capacité d'échange cationique (CEC)
effective et des cations échangeables à
l'aide d'une solution de trichlorure de

Soil quality - Determination of effective
cation exchange capacity (CEC) and
exchangeable cations using a
hexamminecobalt trichloride solution

10/2018

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN ISO 23470:2018 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN ISO 23470:2018 übernommen.

Alle interessierten Personen, welche Mitglied einer luxemburgischen Organisation sind, können sich kostenlos an der Entwicklung von luxemburgischen (ILNAS), europäischen (CEN, CENELEC) und internationalen (ISO, IEC) Normen beteiligen:

- Inhalt der Normen beeinflussen und mitgestalten
- Künftige Entwicklungen vorhersehen
- An Sitzungen der technischen Komitees teilnehmen

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

DIESES WERK IST URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne schriftliche Einwilligung weder vervielfältigt noch in sonstiger Weise genutzt werden - sei es elektronisch, mechanisch, durch Fotokopien oder auf andere Art!

Deutsche Fassung

**Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der effektiven
Kationenaustauschkapazität (KAK) und der austauschbaren
Kationen mit Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung (ISO
23470:2018)**

Soil quality - Determination of effective cation exchange
capacity (CEC) and exchangeable cations using a
hexammincobalt trichloride solution (ISO
23470:2018)

Qualité du sol - Détermination de la capacité d'échange
cationique (CEC) effective et des cations échangeables à
l'aide d'une solution de trichlorure de
cobaltihexammine (ISO 23470:2018)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. September 2018 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: 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	6
4 Kurzbeschreibung	6
5 Reagenzien	7
6 Geräte	8
7 Durchführung	9
7.1 Prüfmenge	9
7.2 Austauschreaktion	9
7.3 Bestimmung der KAK	9
7.3.1 Allgemeines	9
7.3.2 Bestimmung von Ammoniumstickstoff durch Destillation	9
7.3.3 Spektralphotometrische Bestimmung	11
7.3.4 Spektrometrische Bestimmung von Cobalt	12
7.4 Bestimmung von Cobalt und austauschbaren Kationen	13
7.4.1 Allgemeines	13
7.4.2 Standardlösungen für austauschbare Kationen	13
7.4.3 Standardlösungen für Cobalt	14
7.4.4 Spektrometrische Bestimmung von austauschbaren Kationen	15
7.4.5 Spektrometrische Bestimmung von Cobalt	15
7.4.6 Berechnung austauschbarer Kationen	16
8 Prüfbericht	16
9 Validierung	16
Anhang A (informativ) Vergleich verschiedener Verfahren zur Bestimmung der effektiven KAK	17
Anhang B (informativ) Ergebnisse der Vergleichsprüfung zwischen Laboratorien für die Extraktion mit Hexammincobalt(III)chlorid	21
Anhang C (informativ) Ergebnisse der Vergleichsprüfung zwischen Laboratorien für die Extraktion mit calcitgesättigter Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung	24
Anhang D (informativ) Carbonat- und Sulfat-Feldmodell	25
Anhang E (informativ) Auswirkung der Minimierung von Ca-Fehlern bei Calcitsättigung von Hexammincobalt	27
Literaturhinweise	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 23470:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 444 „Prüfverfahren für die umweltbezogene Charakterisierung fester Matrices“ 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 April 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2019 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 ISO 23470:2011.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 23470:2018 wurde von CEN als EN ISO 23470:2018 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).

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).

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

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190, *Soil quality*, Unterkomitee SC 3 *Chemical and physical characterization* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 23470:2007), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- der Anwendungsbereich wurde für Böden mit einem pH-Wert > 6,5 erweitert;
- ein neuer Anhang C wurde hinzugefügt;
- ein neuer Anhang D wurde hinzugefügt;
- ein neuer Anhang E wurde hinzugefügt;
- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

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 zu finden.

Einleitung

Die Kationenaustauschkapazität (KAK) von Böden und Tonen sowie die austauschbare Kation-Grundgesamtheit sind wesentliche Eigenschaften der Bodenfruchtbarkeit. In der Literatur wurden verschiedenste Versuche unternommen, um diese Parameter genau und effizient zu messen. Die Vollständigkeit des Kationenaustauschs ist andererseits nicht absolut, sollte aber zwischen den verschiedenen Verfahren vergleichbar sein. Konventionelle Verfahren verwendeten Ammonium oder Barium als austauschbare Kationen, dies verlangt jedoch wiederholte Behandlungen, um den vollständigen Kationenaustausch sicherzustellen. Das älteste Einschnitt-KAK-Verfahren basiert auf der Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung, die eine wesentlich stärkere Affinität zu Boden-Ton-Mineralien aufweist als die typischen Kationen der Bodenlösung (in der Regel Ca, Mg, Na und K). Das Prinzip dieses Verfahrens wurde von Morel (1958) [11] veröffentlicht und wurde von Ciesielski und Sterckeman (1997) abgewandelt [7]. Dieses Verfahren, wie in dieser ISO-Norm beschrieben, ist äußerst effizient und mit etablierten KAK-Verfahren vergleichbar. Es bestimmt die effektive KAK beim Einsatz für Böden mit einem pH-Wert $< 6,5$.

Alle KAK-Verfahren einschließlich Hexammincobalt(III)chlorid haben typische Einschränkungen, wie die Inflation austauschbarer Kationen, verursacht durch die Auflösung von Carbonaten, Sulfaten oder anderen löslichen Mineralien (vgl. auch ISO 13536). Die Carbonatlösung ist eine der am häufigsten auftretenden Fehlerquellen (z. B. im in ISO 13536 beschriebenen Verfahren), daher konzentrierten sich viele Studien auf die Reduzierung der Auflösung oder die Berichtigung des aufgelösten Bruchteils. Literaturhinweis [13] fasste die Diskussion zusammen und stellte Lösungen für dieses analytische Problem vor. Für kalkhaltige Böden oder Tone verwendeten die Autoren Austauschlösungen, die zuvor mit Calcit equilibriert wurden. Im Verlauf der Extraktion wurde die Auflösung von Carbonaten, die in den Proben vorhanden waren, weitestgehend minimiert und die daraus resultierenden austauschbaren Ca-Werte waren nahezu fehlerfrei. Im Vergleich zu den in der Vergangenheit verwendeten Verfahren war das ein großer Erfolg (Anhang E). Dieses Verfahren, das calcitgesättigte Hexammincobalt(III)chlorid-Austauschlösungen verwendet, wurde als VDLUFA-Verfahren publiziert [6]. Die daraus resultierenden Kationwerte passten gut zur gesamten KAK bei der Prüfung im Ringversuch (Anhang C), das einen guten Anhaltspunkt für die Plausibilität der Ergebnisse darstellt. Unter Verwendung verschiedener Lösungs-/Feststoff-Verhältnisse wurden identische austauschbare Kationenwerte gemessen, die die Abwesenheit von systematischen Messabweichungen angaben, die wiederum verursacht wurden durch minerale Auflösung (vergleiche das in Literaturhinweis [12] für die Bestimmung überhöhter austauschbarer Ca-Werte beschriebene Modell, wie in Anhang D erläutert). Diese calcitgesättigte Hexammincobalt(III)chlorid-Austauschlösung sollte nur für kalkhaltige Böden und Tone verwendet werden, praktisch für Böden mit pH-Werten $\geq 6,5$, in denen nur Ca, Mg, Na und K als „austauschbare Basen“ vorhanden sind. Daher sind die Ergebnisse mit der Bestimmung potentieller KAK vergleichbar (z. B. nach ISO 13563). Dieses Verfahren wurde eingeführt, um fehlerhafte (überhöhte) Ca-Werte zu vermeiden.

Hexammincobalt(III)chlorid ist als Extraktionsmittel für nicht kalkhaltige Böden mit einem pH-Wert $\leq 6,5$ empfohlen. Da der pH-Wert einer Bodensuspension in der Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung in der Nähe des pH-Wertes der Suspension in Wasser liegt, wird bei diesem Verfahren davon ausgegangen, dass es die effektive KAK, d. h. die KAK bei dem pH-Wert des Bodens, ergibt (z. B. nach ISO 11260).

WARNUNG — Anwender dieses Dokuments sollten mit der üblichen Laborpraxis vertraut sein. Dieses Dokument gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundenen Sicherheitsaspekte anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, angemessene Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zu treffen.

WICHTIG — Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach diesem Dokument Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Kationenaustauschkapazität (KAK) und des Gehaltes an austauschbaren Kationen (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na) in Böden unter Verwendung einer Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung als Extraktionsmittel fest. Bei Böden, die Calciumcarbonat enthalten, ist eine calcitgesättigte Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung besonders für die Bestimmung des austauschbaren Ca angegeben. Dieses Dokument gilt für alle Arten von lufttrockenen Bodenproben, die nach ISO 11464 vorbereitet wurden.

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 11464, *Soil quality — Pretreatment of samples for physico-chemical analysis*

ISO 11465, *Soil quality — Determination of dry matter and water content on a mass basis — Gravimetric method*

3 Begriffe

Es werden keine Begriffe in diesem Dokument angegeben.

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

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

4 Kurzbeschreibung

Kationen, die von einer Bodenprobe adsorbiert werden, werden unter Schütteln bei einer Temperatur von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ für (60 ± 5) min mit den Hexammincobalt-Ionen in einer wässrigen Lösung ausgetauscht. Die KAK wird aus der Differenz zwischen der Anfangsmenge von Hexammincobalt in der Lösung und der nach der Austauschreaktion im Extrakt verbliebenen Menge ermittelt. Die Messung der Hexammincobalt-Konzentration im Extrakt kann durch Bestimmung des gesamten Ammonium-Stickstoffs (siehe 7.3.2), durch direkte spektralphotometrische Messung (siehe 7.3.3) oder durch Bestimmung der gesamten Cobalt-Konzentrationen (siehe 7.3.4) erfolgen.

Die Mengen der ausgetauschten Kationen werden unter Anwendung spektrometrischer Verfahren, wie z. B. Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES), an demselben Extrakt bestimmt. Falls die calcitgesättigte Hexammincobalt(III)chlorid-Lösung verwendet wird, muss die ursprüngliche Ca-Konzentration der reinen Austauschlösung bestimmt und von jeder Austauschlösung, die mit Boden oder Ton in Kontakt war, abgezogen werden.