

DIN EN 12390-19

ICS 91.100.30

Einsprüche bis 2021-11-10

Entwurf**Prüfung von Festbeton –
Teil 19: Bestimmung des elektrischen Widerstands;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12390-19:2021**

Testing of hardened concrete –
Part 19: Determination of resistivity;
German and English version prEN 12390-19:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-09-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 43 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12390-19:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SN (Norwegen) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-07-05 AA „Prüfverfahren für Beton“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

IEC 62631-3-1:2016 siehe DIN EN 62631-3-1 (VDE 0307-3-1):2017-01
DIN EN 62631-3-1 Berichtigung 1 (VDE 0307-3-1 Berichtigung 1):2018-09

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 EN 62631-3-1 (VDE 0307-3-1):2017-01, *Dielektrische und resistive Eigenschaften fester Isolierstoffe — Teil 3-1: Bestimmung resistiver Eigenschaften (Gleichspannungsverfahren) — Durchgangswiderstand und spezifischer Durchgangswiderstand — Basisverfahren (IEC 62631-3-1:2016); Deutsche Fassung EN 62631-3-1:2016*

DIN EN 62631-3-1 Berichtigung 1 (VDE 0307-3-1 Berichtigung 1):2018-09, *Dielektrische und resistive Eigenschaften fester Isolierstoffe — Teil 3-1: Bestimmung resistiver Eigenschaften (Gleichspannungsverfahren) — Durchgangswiderstand und spezifischer Durchgangswiderstand — Basisverfahren (IEC 62631-3-1:2016); Deutsche Fassung EN 62631-3-1:2016; Berichtigung 1*

Titel de: Prüfung von Festbeton — Teil 19: Bestimmung des elektrischen Widerstands

Titel en: Testing of hardened concrete — Part 19: Determination of resistivity

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole	8
4 Kurzbeschreibung.....	9
5 Prüfeinrichtung	9
6 Herstellung von Probekörpern.....	11
6.1 Mindestanzahl an Probekörpern/Ablesewerten, die erforderlich sind, um ein Prüfergebnis für einen Beton zu erhalten.....	11
6.2 Vorbereitung der Probekörper	12
7 Durchführung des Volumenverfahrens (Referenzverfahren).....	12
7.1 Bestimmung des Volumenwiderstandes	12
7.2 Zwei-Elektroden-Anordnung.....	14
8 Durchführung des Oberflächenverfahrens.....	15
8.1 Messungen	15
8.2 Berechnung des spezifischen Widerstandes	17
8.2.1 Allgemeines.....	17
8.2.2 Volumenverfahren.....	17
8.2.3 Oberflächenverfahren	17
9 Prüfbericht	18
10 Präzision	19
Anhang A (informativ) Bestimmung der Präzision der Prüfeinrichtung	20
Literaturhinweise	21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12390-19:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“, Unterkomitee SC 1 „Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe EN 12390 ist auf der CEN-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Dieses Prüfverfahren ist Teil einer Reihe von Prüfverfahren, die sich mit der Prüfung von Festbeton befassen.

Dieses Dokument basiert auf aktuellen Nationalen Normen und im Besonderen auf der spanischen Norm UNE PNE 83988 Teil 1 und Teil 2.

Der spezifische Widerstand ist eine Eigenschaft, die quantifiziert, welchen Widerstand ein bestimmter Werkstoff dem Fließen eines elektrischen Stroms entgegensetzt. Beim spezifischen Widerstand handelt es um den auf eine Volumeneinheit (von z. B. 1 m^3) eines Betons bezogenen elektrischen Widerstand. Er ist der Kehrwert der Leitfähigkeit und wird aus dem Verhältnis zwischen Spannungsabfall und Stromstärke (nach dem Ohmschen Gesetz) errechnet.

Der spezifische Widerstand eines wassergesättigten Betons hängt in erster Linie von der Porengrößenverteilung und der Verbundenheit/Tortuosität des Porensystems ab. Er hängt außerdem von der Zusammensetzung der Porenlösung ab, die ihrerseits in hohem Maße durch den Zementtyp, die Zusatzstoffe, das Wasser/Zement-Verhältnis, den Zuschlagtyp und den Grad der Hydratation des Zements bestimmt wird.

Der spezifische Widerstand ist auch temperaturabhängig, und bei Prüfungen zu Qualitätskontrollzwecken sollte die Temperatur der Betonprobekörper innerhalb eines festgelegten Bereichs gehalten werden, um zu vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen.

Diese Norm wird auf wassergesättigte Betone angewendet, weil der spezifische Widerstand durch den Grad der Wassersättigung beeinflusst wird. Eine Verringerung des Feuchtegehalts führt zu einer Erhöhung des spezifischen Widerstandes. Durch die Trocknung bedingte Verluste in Bezug auf die Kontinuität des Porensystems können gegebenenfalls stärkere Auswirkungen auf den Wert des spezifischen Widerstandes haben als eine Änderung des Volumens der Kapillarporosität, weil die Trocknung zu Änderungen von mehr als einer Zehnerpotenz führen kann, während sich eine Änderung der Kapillarporosität in Änderungen von etwa dem Zwei- oder Dreifachen niederschlagen kann.

In der vorliegenden Norm wird eine Anordnung mit 4 Elektroden empfohlen, weil eine solche den frequenzabhängigen Spannungsabfall verhindert, der durch den Beton/Elektroden-Grenzflächenwiderstand hervorgerufen wird. Ein derartiger Grenzflächenwiderstand kann auftreten, wenn nur zwei Elektroden verwendet werden, die in den Parallelflächen des Probekörper angeordnet werden, wobei diese Elektroden den Strom im selben geometrischen Punkt anlegen an dem sie auch die Spannung messen. Für den Fall, dass zwei Elektroden verwendet werden, wird eine Kalibrierung mit Hilfe der in der vorliegenden Norm beschriebenen 4-Elektroden-Anordnung empfohlen.

Der gemessene spezifische Widerstand wird auch durch die bei der Prüfung angewendete elektrische Frequenz beeinflusst ([1] [2] [3] [4]) und so könnte auch der gemessene spezifische Widerstand durch eine Verringerung der elektrischen Frequenz erhöht werden. Darüber hinaus hängt der bei derselben elektrischen Frequenz gemessene spezifische Widerstand auch vom spezifischen Verteilungsmuster des elektrischen Feldes über den Probekörper ab. Ungeachtet dieser Unterschiede, bei denen der spezifische elektrische Widerstand unter denselben Bedingungen bestimmt wird, spiegeln Änderungen des spezifischen Widerstandes in einem Frequenzbereich, in dem die Elektrodenpolarisationsphänomene unabhängig von dessen Veränderung sind, im Beton auftretende Änderungen wider.

Die Größenordnung des spezifischen Widerstandes des Betons wird auch davon beeinflusst, ob der Zuschlag elektrisch leitfähig oder porös ist. Dieser Tatsache sollte bei der Festlegung von Schwellenwerten Rechnung getragen werden. Sie verhindert den Vergleich der Werte des spezifischen Widerstandes zwischen Betonen, wenn die Zuschläge Unterschiede von etwa einer halben Zehnerpotenz des spezifischen Widerstandes (höher oder niedriger) aufweisen. Die gleiche Wirkung der Verringerung des gemessenen spezifischen Widerstandes entsteht, wenn Metallfasern oder -partikel oder Fasern bzw. Partikel, die Elektrizität erzeugen, enthalten sind.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument wird ein Verfahren zur Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstandes von Beton in wassergesättigtem Zustand beschrieben. Es werden zwei Verfahren zur Messung des spezifischen Widerstandes genormt: das Volumenverfahren (siehe 3.1.3), bei dem es sich um das Referenzverfahren handelt, und das Oberflächenverfahren (siehe 3.1.4).

ANMERKUNG Das Volumenverfahren ist auf gegossene Probekörper oder Bohrkern anwendbar, während sich das Oberflächenverfahren für die Anwendung auf gegossene Probekörper, Bohrkern und Ortbetone eignet, es werden jedoch nicht alle diese Anwendungen in diesem Dokument behandelt.

Das Verfahren kann auf die übliche Bandbreite der von den aktuellen Normen abgedeckten Betone angewendet werden. Es gilt nicht für Betone, die unter Verwendung porenhaltiger Zuschläge hergestellt wurden oder die metallische Bestandteile enthalten.

Die Verwendung des spezifischen Widerstandes zur Beurteilung des Korrosionspotentials von Bewehrungen in bestehenden Tragwerken wird in diesem Dokument nicht festgelegt.

Die Verwendung des spezifischen Widerstandes zur Beurteilung von aus bestehenden Tragwerken entnommenen Bohrkernen, bei denen eine Vorbehandlung zur Erzielung der Wassersättigung notwendig ist, wird in diesem Dokument nicht direkt festgelegt.

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 12390-2, *Prüfung von Festbeton — Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen*

3 Begriffe

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:

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

3.1.1

elektrischer Widerstand

R_e

Quotient aus Spannungsabfall und Stromstärke (in Ohm)

$$R_e = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Dabei ist:

- U die Differenz des Spannungsabfalls vor und nach dem Anlegen des Stroms zwischen den Spannungselektroden; und
- I die Stromstärke des durch die Stromelektroden fließenden Stroms.

3.1.2

spezifischer Widerstand eines Betons

ρ

von der Probekörpergeometrie unabhängiger Werkstoffparameter, der den Widerstand des Werkstoffs gegen das Fließen eines elektrischen Stroms anzeigt (in Ohm·m)

$$\rho = R_e \times A/l \quad (2)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Es handelt sich dabei um die Proportionalitätskonstante zwischen dem elektrischen Widerstand und der Probekörpergeometrie. Unter der Annahme einer regelmäßigen Geometrie wie der eines Würfels ist der spezifische Widerstand gleich dem elektrischen Widerstand multipliziert mit der Querschnittsfläche (A) und geteilt durch die Breite des Würfels (l).

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einigen im Handel erhältlichen Geräten wird der spezifische Widerstand in alternativen Einheiten, wie z. B. in kOhm·cm, angegeben. Zwischen Ohm·m und kOhm·cm wird wie folgt umgerechnet: 1 Ohm·m = 0,1 kOhm·cm.

3.1.3

spezifischer Volumenwiderstand

ρ_v

spezifischer Widerstand, wenn die Elektroden, um den Strom anzulegen, an der Ober- und der Unterseite eines zylindrischen, würfelförmigen oder prismatischen Probekörpers angebracht werden und diese beiden Flächen jeweils vollständig bedecken

$$\rho_v = R_e \cdot F_{gv} = R_e \cdot \frac{\text{Querschnittsfläche}}{\text{Abstand zwischen den Spannungselektroden}} \quad (3)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Sein Wert ergibt sich durch Multiplikation des gemessenen Widerstandes R_e mit dem volumengeometrischen Faktor F_{gv} . Der spezifische Volumenwiderstand gilt als Bezugswert für den spezifischen Widerstand eines Betons.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der volumengeometrische Faktor F_{gv} ist gleich der Beziehung A/l in Gleichung (2). Die Spannungselektroden sind die Klemmen, wie in Bild 2 dargestellt.

3.1.4

Medium mit unendlichem spezifischen Oberflächenwiderstand

$\rho_{s,inf}$

Wert des spezifischen Widerstandes, der bei Verwendung von vier in gleichen Abständen an der Oberfläche des Probekörpers angebrachten Elektroden von zylindrischer Form erhalten wird

$$\rho_{s,inf} = R_e \cdot F_{gs} = R_e \cdot 2 \cdot \pi \cdot d \quad (4)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Sein Wert ergibt sich durch Multiplikation des gemessenen Widerstandes mit dem oberflächengeometrischen Faktor F_{gs} , der gleich 2π multipliziert mit dem Abstand (d) zwischen den vier abstandsgleich angeordneten Elektroden ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dabei handelt es sich um den spezifischen elektrischen Widerstand, der für ein quasi-unendliches Medium nach einem Verfahren ermittelt wird, das als Wenner-Verfahren bekannt ist.

3.1.5

Medium mit endlichem spezifischen Oberflächenwiderstand

ρ_s

spezifischer Widerstand, der bei Verwendung von vier in gleichen Abständen an der Oberfläche des Probekörpers angebrachten Elektroden erhalten und mit einem Formfaktor F_f multipliziert wird, der von der Geometrie und Größe des Probekörpers abhängt und erforderlich ist, um den spezifischen Volumenwiderstand in den spezifischen Oberflächenwiderstand umrechnen zu können

$$\rho_s = \rho_{s,inf} \cdot F_f = \rho_v \quad (5)$$

3.1.6

volumengeometrischer Faktor

F_{gv}

Beziehung zwischen dem im Volumenverfahren gemessenen elektrischen Widerstand und dem spezifischen Widerstand

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei diesem Faktor handelt es sich um die Querschnittsfläche des Probekörpers (A) geteilt durch den Abstand zwischen den Spannungselektroden (d):

$$F_{gv} = \frac{\text{Querschnittsfläche}}{\text{Abstand zwischen den Spannungselektroden}} \quad (6)$$

3.1.7

oberflächengeometrischer Faktor

F_{gs}

in einem unendlichen Medium beträgt dieser Faktor bei Verwendung der Anordnung mit vier abstandsgleich angeordneten Elektroden das 2π -Fache des Abstandes d zwischen den Elektroden [siehe Gleichung (4)]

$$F_{gs} = 2 \cdot \pi \cdot d \quad (7)$$

3.1.8

Formfaktor

F_f

Faktor, der beim Oberflächenverfahren gleich dem spezifischen Volumenwiderstand und dem spezifischen Oberflächenwiderstand ist, wie in Gleichung (8) dargestellt

$$F_f = \frac{\rho_s}{\rho_{s,inf}} \quad (8)$$

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole:

- | | |
|---|---|
| A | Querschnittsfläche des Probekörpers beim Volumenverfahren [m^2]; |
| d | Abstand zwischen den Spannungselektroden beim Volumenverfahren (siehe Bild 2, Abstand in Zoll); beim Oberflächenverfahren der Abstand zwischen den Mittellinien aller vier Elektroden (siehe Bild 3) [m]; |
| I | Stromstärke des nach Einspeisung über das äußere Stromelektrodenpaar im Betonprobekörper fließenden Stroms [A]; |
| U | Differenz des Potenzialabfalls vor und nach dem Anlegen des Stroms zwischen den beiden inneren Spannungselektroden [V]. |

4 Kurzbeschreibung

Beim Volumenverfahren [Gleichung (1) und Gleichung (3)] wird der elektrische Widerstand eines Betonzylinders, -prismas oder -würfels gemessen, indem ein Strom von bekannter Größenordnung (I) durch das gesamte Volumen des wassergesättigten Probekörpers geleitet und der sich über den mittleren Teil des Probekörpers ergebende Spannungsabfall (U) gemessen wird. Dieses Verfahren der Anordnung der Spannungselektroden im mittleren Teil des Probekörpers verhindert den anderenfalls möglichen nichtlinearen Ohmschen Abfall an der Beton/Elektroden-Grenzfläche.

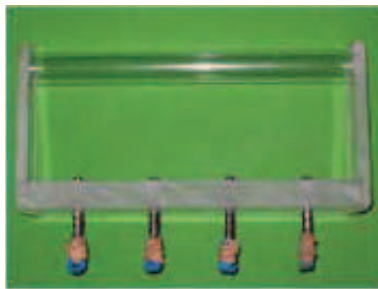
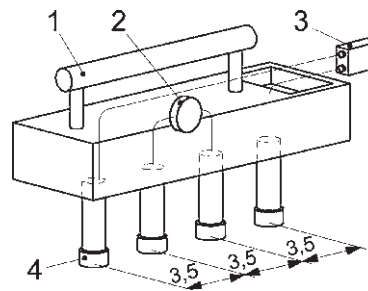
Beim Oberflächenverfahren [Gleichung (4) und Gleichung (5)] erfolgt die Bestimmung des spezifischen Widerstandes des Betons durch Anlegen eines Stroms zwischen den beiden äußeren Elektroden und Messen der Differenz des Spannungsabfalls zwischen den beiden inneren Elektroden, die zwischen den beiden äußeren Elektroden angeordnet und an ihnen ausgerichtet sind. Alle vier Elektroden werden an der Oberfläche des Zylinders, Prismas oder Würfels angebracht. Die Messung ergibt den elektrischen Widerstand (R_e) des Betons für diese Elektrodenanordnung. Mit Hilfe des bekannten Abstandes zwischen den Elektroden und der ebenfalls bekannten Maße des Probekörpers werden der oberflächengeometrische Faktor und der Formfaktor angewendet, um den spezifischen Widerstand zu berechnen. Danach wird der spezifische Oberflächenwiderstand durch Multiplikation des für die 4-Elektroden-Anordnung erhaltenen spezifischen Widerstandes mit dem Formfaktor ermittelt [siehe Gleichung (5)].

5 Prüfeinrichtung

5.1 Widerstandsmessgerät oder geeignete Spannungsquellen und Vielfachmessgeräte zum Messen des Spannungsabfalls und der Stromstärke zwischen den Elektroden. Falls die Prüfeinrichtung mit Wechselstrom arbeitet, sollte dessen Frequenz zwischen 40 Hz und 10 000 Hz liegen. Wird ein Gleichstrom angelegt, so sollte die Dauer der Messung so kurz wie möglich sein, und in diesem Fall muss die Prüfeinrichtung in der Lage sein, die Ergebnisse mindestens einmal je Sekunde anzuzeigen/aufzuzeichnen. Die Messung wird im Zeitraum zwischen 2 s und 5 s vorgenommen, wenn ein ausreichend stabiler Wert gemessen wird. Bild 1 zeigt ein Beispiel für die Anordnung eines basierend auf einer Batterie und zwei Vielfachmessgeräten handgefertigten Widerstandsmessgeräts zusätzlich zur Vier-Punkte-Sonde.

ANMERKUNG 1 Gleichstrom lässt sich für diese Messung nur dann verwenden, wenn die Dauer sehr kurz ist, um eine Polarisierung der Elektroden zu vermeiden. Bei den Gleichstrommessungen wird üblicherweise eine Mindestspannung $\geq 4,5$ V angelegt.

ANMERKUNG 2 Die Umrechnung vom Zeitbereich (Gleichstrommessung) in den Frequenzbereich (Wechselstrommessung) ist nicht ganz einfach, weswegen sich die äquivalente Frequenz nicht aus der Wartezeit errechnen lässt, es sei denn, die Amplitude des Wechselstromsignals oder die angelegte Spannung ist bekannt. Die Äquivalenz der Gleichstromwerte des spezifischen Widerstandes zu den Wechselstromwerten basiert auf empirischen Korrelationen.



Legende

- 1 Stromstärke
- 2 Spannung
- 3 Batterie $\geq 4,5$ V
- 4 Schwämme

ANMERKUNG 3 Das Bild auf der linken Seite zeigt ein handgefertigtes Widerstandsmessgerät mit zwei Vielfachmessgeräten und einer Batterie. Das Bild in der Mitte zeigt die Sonde mit kleinen Schwämmen, die in das Unterteil der Elektroden eingeführt und mit einem Gummiband befestigt sind. Das Bild auf der rechten Seite zeigt die Verbindungen.

Bild 1 — Handgefertigtes Widerstandsmessgerät

5.2 Datenerfassungsgerät für die gleichzeitige Aufzeichnung von Spannungsabfall und Stromstärke. Dieses ist optional, wird aber empfohlen.

ANMERKUNG 4 Prüfeinrichtungen, die die in 5.1 und 5.2 festgelegten Anforderungen erfüllen, sind im Handel erhältlich.

5.3 Elektroden aus nicht rostendem Stahl oder Kupfer, die frei von Oberflächenverunreinigungen (z. B. Rost, anderen Oxiden) sind. Für das Volumenverfahren ist ein Gitter oder Flachblech mit Maßen größer oder gleich der Größe/dem Durchmesser der Kontaktflächen des Probekörpers zu verwenden, d. h. dass die Elektrode im Falle eines Zylinders mit einem Durchmesser von 150 mm einen Durchmesser ≥ 150 mm haben muss. Für die Messung des Spannungsabfalls beim Volumenverfahren müssen zwei Klemmen aus nicht rostendem Stahl mit einer Öffnungsweite von etwa 1 cm oder Kupferdrähte mit einem Durchmesser von 1 mm bis 2 mm so angeordnet werden, dass ein guter elektrischer Kontakt mit der Betonoberfläche sichergestellt ist. Falls zur Messung des spezifischen Widerstandes eine Sonde vom Typ der 4-Elektroden-Anordnung zu verwenden ist, sind im Falle des Volumenverfahrens 4 Kabel mit den entsprechenden Steckern erforderlich, um die 4 Elektroden der Sonde mit den beiden Strom- und den beiden Spannungselektroden zu verbinden.

Im Falle des Oberflächenverfahrens müssen die vier Elektroden Rundstäbe aus nicht rostendem Stahl, Kohlenstoffstahl, Kupfer oder einem anderen leitenden Metall mit einem Durchmesser im Bereich von 4 mm bis 10 mm sein, die frei von Oberflächenverunreinigungen (z. B. Rost, anderen Oxiden) und in einem nicht leitenden starren Rahmen mit einem Mittellinienabstand im Bereich von 35 mm bis 50 mm eingebettet sind.

Die Breite bzw. der Durchmesser des für das Volumenverfahren verwendeten Probekörpers und der Abstand zwischen den Stromelektroden müssen mindestens das 2,5-Fache der maximalen Korngruppe betragen.

5.4 Schwämme (oder gleichwertiges Beton-Kontaktmaterial, wie z. B. einige porenhaltige Polymere), vier Kunststoffschwämme oder gleichwertige Leiter, die die Spitzen der vier Elektroden im Oberflächenverfahren abdecken. Im Falle des Volumenverfahrens zwei dünne Kunststoffschwämme mit einer Fläche gleich der der Elektroden.

5.5 Benetzungsflüssigkeit an der Schwamm-/Beton-Grenzfläche. Üblicherweise reicht die Verwendung von Trinkwasser aus, es ist aber auch zulässig, eine Substanz zur Verbesserung der Benetzbarkeit zu verwenden (siehe ANMERKUNG 5). Diese Substanz darf weder Korrosion der Elektrode verursachen noch die Oberfläche des Probekörpers beeinträchtigen oder in den Probekörper eindringen und so dessen spezifischen Widerstand beeinflussen.

ANMERKUNG 5 Nach IEC 62631-3-1:2016 [6] ist ein pharmazeutisch erhältliches Gel mit der folgenden Zusammensetzung als leitfähiges Klebemittel geeignet:

- wasserfreies Polyethylenglykol mit einer Molmasse von 600 bis 800 Massenanteilen;
- Wasser: 200 Massenanteile;
- Schmierseife (pharmazeutische Qualität): 1 Massenanteil;
- Kaliumchlorid: 10 Massenanteile.

Die Schmierseife ist eine nicht korrosive neutrale Seife für medizinische Zwecke.

6 Herstellung von Probekörpern

6.1 Mindestanzahl an Probekörpern/Ablesewerten, die erforderlich sind, um ein Prüfergebnis für einen Beton zu erhalten

Die Mindestanzahl an Probekörpern und Ablesewerten, die erforderlich sind, um ein Prüfergebnis für einen bestimmten Beton mit einem bestimmten Alter zu erhalten, ist in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Mindestanzahl an Probekörpern und Ablesewerten, die erforderlich sind, um ein Prüfergebnis zu erhalten

Volumenverfahren	Mindestanzahl an Probekörpern	Anzahl an gemittelten Ablesewerten je Probekörper^a	Bemerkungen
Zylinder	3	1	
Würfel	2	1	
Prisma	2	1	
Oberflächenverfahren			
Zylinder	1	6	Jeder Probekörper wird durch den Mittelwert von sechs Messungen repräsentiert, die an der Zylinderoberfläche in Abständen von jeweils 60° vorzunehmen sind. ^a
Würfel	1	6	Die Größe der Seitenfläche des Würfels sollte größer sein als der Abstand zwischen den beiden äußeren Elektroden.
Prisma	2	4	
^a Handelsübliche Prüfeinrichtungen geben häufig ein Ergebnis aus, bei dem es sich um den Mittelwert der gegebenen Reihe einzelner Ablesewerte handelt. Falls dies nicht der Fall ist und die Prüfeinrichtung einzelne Ablesewerte ausgibt, wird die Messung an jeder Messstelle mindestens dreimal wiederholt und der Mittelwert des spezifischen Widerstandes dieser Messstelle genommen.			