

DIN EN 12504-4



ICS 91.100.30

Einsprüche bis 2019-10-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12504-4:2004-12

Entwurf

**Prüfung von Beton in Bauwerken –
Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12504-4:2019**

Testing concrete in structures –
Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity;
German and English version prEN 12504-4:2019

Essais pour béton dans les structures –
Partie 4: Détermination de la vitesse de propagation du son;
Version allemande et anglaise prEN 12504-4:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-08-30 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, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 35 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12504-4:2019) 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12504-4:2004-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Möglichkeit zur Anwendung von Geräten mit transversalen Wellen hinzugefügt.

Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit

Essais pour béton dans les structures — Partie 4 : Détermination de la vitesse de propagation du son

Testing concrete in structures — Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	4
5 Prüfeinrichtung	5
5.1 Allgemeines	5
5.2 Leistungsanforderungen	5
5.3 Signalwandler	5
5.4 Gerät zur Bestimmung der Empfangszeit des Impulses	6
6 Durchführung	6
6.1 Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit	6
6.1.1 Faktoren, welche die Messungen der Impulslaufzeit beeinflussen	6
6.1.2 Anordnung der Signalwandler	6
6.1.3 Messung der Weglänge	7
6.1.4 Anbringen der Signalwandler auf dem Beton	7
6.1.5 Messung der Laufzeit	8
7 Prüfergebnisse	8
8 Prüfbericht	9
9 Präzision	9
Anhang A (informativ) Bestimmung der Schallgeschwindigkeit — Indirekte Durchschallung	10
Anhang B (informativ) Einfluss der Prüfbedingungen auf die Ultraschallgeschwindigkeit	11
B.1 Allgemeines	11
B.2 Feuchtegehalt	11
B.3 Temperatur des Betons	11
B.4 Weglänge	11
B.5 Form und Größe des Probekörpers	12
B.6 Einfluss von Bewehrungsstählen	12
B.7 Risse und Hohlstellen	12
Anhang C (informativ) Korrelation von Schallgeschwindigkeit und Festigkeit	14
C.1 Allgemeines	14
C.2 Korrelation mit in Formen hergestellten Probekörpern	14
C.3 Korrelation durch Prüfungen von Bohrkernen	15
C.4 Korrelation mit der Festigkeit von Betonfertigteilen	15
Literaturhinweise	16

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12504-4:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12504-4:2004 ersetzen.

Diese Norm ist Teil einer Reihe von Normen zur Prüfung von Beton.

EN 12504, *Prüfung von Beton in Bauwerken* besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1: *Bohrkernproben — Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit;*
- Teil 2: *Zerstörungsfreie Prüfung — Bestimmung der Rückprallzahl;*
- Teil 3: *Bestimmung der Ausziehkraft;*
- Teil 4: *Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit.*

Dieses Dokument beruht auf der Internationalen Norm ISO 1920-7, *Testing of concrete — Part 7: Non-destructive tests on hardened concrete*. Es ist festzustellen, dass die mit Hilfe des vorliegenden Dokuments ermittelte Ultraschallgeschwindigkeit insofern als „anerkannt“ gilt, als die Weglänge des Impulses nicht immer genau bekannt ist.

Die Messung der Schallgeschwindigkeit kann für die Bestimmung der Gleichmäßigkeit des Betons, die Bestimmung des Vorhandenseins oder des Auftretens von Rissen oder Hohlstellen, die Bestimmung zeitbedingter Eigenschaftsänderungen sowie die Bestimmung der schwingungsphysikalischen Eigenschaften des Betons genutzt werden. Diese Fragestellungen gehören zwar nicht zum Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments, einige Angaben sind hierzu jedoch in Anhang B enthalten, und weitere Informationen finden sich in der technischen Literatur. Die Messung kann auch zur Abschätzung von Festigkeitseigenschaften von Bauteilen oder Probekörpern aus Ortbeton nach EN 13791, *Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen* genutzt werden. Sie ist jedoch nicht als Alternative zur direkten Messung der Druckfestigkeit von Beton gedacht und geeignet.

Die Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Wahlmöglichkeit, Geräte zur Nutzung von Transversalwellen zu verwenden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Ultraschall-Longitudinalwellen oder Ultraschall-Transversalwellen aus der Laufzeit von Schallimpulsen in Festbeton für eine Anzahl von Anwendungsfällen fest.

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 206, *Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 206 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1 Laufzeit

Zeit, die ein Ultraschallimpuls benötigt, um sich vom Sender durch den Beton zum Empfänger auszubreiten

3.2 Einsetzen

vom Messgerät registrierte Anstiegsflanke des Impulses

3.3 Eigenschwingungsdauer

Dauer, welche die Anstiegsflanke des ersten Impulses benötigt, um von 10 % auf 90 % ihrer Höchstamplitude zu steigen

4 Kurzbeschreibung

Mit einem elektroakustischen Signalwandler (Sender), der während der Prüfung Kontakt mit einer der Betonoberflächen hat, wird ein Longitudinal- oder Transversalschwingungsimpuls erzeugt. Nachdem der Schwingungsimpuls eine bekannte Weglänge im Beton zurückgelegt hat, wird er mit Hilfe eines zweiten Wandlers (Empfänger) in ein elektrisches Signal umgewandelt, wobei durch elektronische Zeitschalter die Laufzeit des Impulses gemessen wird.

5 Prüfeinrichtung

5.1 Allgemeines

Das Prüfgerät besteht aus einem elektrischen Impulserzeuger, zwei Signalwandlern (Sender und Empfänger), einem Verstärker und einem elektronischen Zeitschalter zur Messung der Zeitspanne zwischen dem Einsetzen des im Sender erzeugten Impulses und seinem Eintreffen am Empfänger. Es wird ein Referenzstab oder -prisma verwendet, um das Messgerät auf null zu stellen oder eine Bezugsgröße für die Messung der Impulslaufzeit bereitzustellen.

ANMERKUNG 1 Dies ist in der Regel dann notwendig, wenn der Anwender die verwendete(n) Kabellänge(n) ändert.

Es stehen drei Arten von elektronischen Zeitmessgeräten zur Verfügung:

- a) ein Oszilloskop, auf dem die erste Impulsfront in einem entsprechenden Zeitmaßstab dargestellt wird;
- b) ein Zeitimpulsgeber mit direkt ablesbarer Digitalanzeige;
- c) eine direkt in das Messgerät eingebaute A-Bild-Anzeige.

ANMERKUNG 2 Ein Oszilloskop oder eine eingebaute A-Bild-Anzeige ermöglicht die Untersuchung der Wellenform des Schallimpulses; dies kann in komplexen Prüfsituationen oder bei automatischen Systemmessungen von Vorteil sein.

5.2 Leistungsanforderungen

Das Gerät muss die folgenden Leistungsanforderungen erfüllen:

- Es muss Laufzeiten im Referenzstab oder -prisma mit einer Grenzabweichung von $\pm 0,1 \mu\text{s}$ bzw. von 2 % messen können.
- Die Anstiegszeit des auf den Ultraschall-Sendekopf übertragenen elektronischen Erregungsimpulses darf ein Viertel seiner Eigenschwingungsdauer nicht überschreiten. Dies dient dazu, ein scharfes Einsetzen des Impulses sicherzustellen.
- Die Impulsfrequenz muss so niedrig sein, dass sichergestellt ist, dass beim Einsetzen des empfangenen Signals keine Echointerferenzen auftreten.

Die Bedienung des Geräts muss nach den Herstelleranweisungen erfolgen.

5.3 Signalwandler

Die Eigenfrequenz der Signalwandler sollte üblicherweise im Bereich von 20 kHz bis 150 kHz liegen.

ANMERKUNG Im Falle von Longitudinalwellen können in einigen Fällen niedrigere Frequenzen von bis zu 10 kHz und höhere Frequenzen von bis zu 200 kHz verwendet werden. Hochfrequenzimpulse haben eine gut definierte Einschwingung, beim Durchgang durch Beton werden sie jedoch schneller abgeschwächt als Impulse mit niedrigerer Frequenz. Daher werden für kurze Weglängen (bis 50 mm) vorzugsweise hochfrequente Signalwandler (60 kHz bis 200 kHz) und für lange Weglängen (bis höchstens 15 m) niederfrequente Signalwandler (10 kHz bis 40 kHz) verwendet. Signalwandler mit einer Frequenz zwischen 40 kHz und 60 kHz haben sich für die meisten Anwendungsfälle als nützlich erwiesen. Für Ultraschall-Impulsechomessungen unter Verwendung von Transversalwellen werden typischerweise ebenfalls Wandlerfrequenzen von 40 kHz bis 60 kHz verwendet, in diesem Fall ist aber die Weglänge auf einen Höchstwert von etwa 2,5 m begrenzt.

5.4 Gerät zur Bestimmung der Empfangszeit des Impulses

Das Gerät muss die Bestimmung der Empfangszeit der ersten Impulsfront beim kleinstmöglichen Schwellenwert ermöglichen, auch wenn ihre Amplitude wesentlich kleiner als die der ersten Halbwelle des Impulses sein kann.

6 Durchführung

6.1 Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit

6.1.1 Faktoren, welche die Messungen der Impulslaufzeit beeinflussen

Um vergleichbare Messungen der Impulslaufzeit zu erzielen, ist es notwendig, verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, welche die Messungen beeinflussen können. Diese Faktoren sind in Anhang B angegeben.

6.1.2 Anordnung der Signalwandler

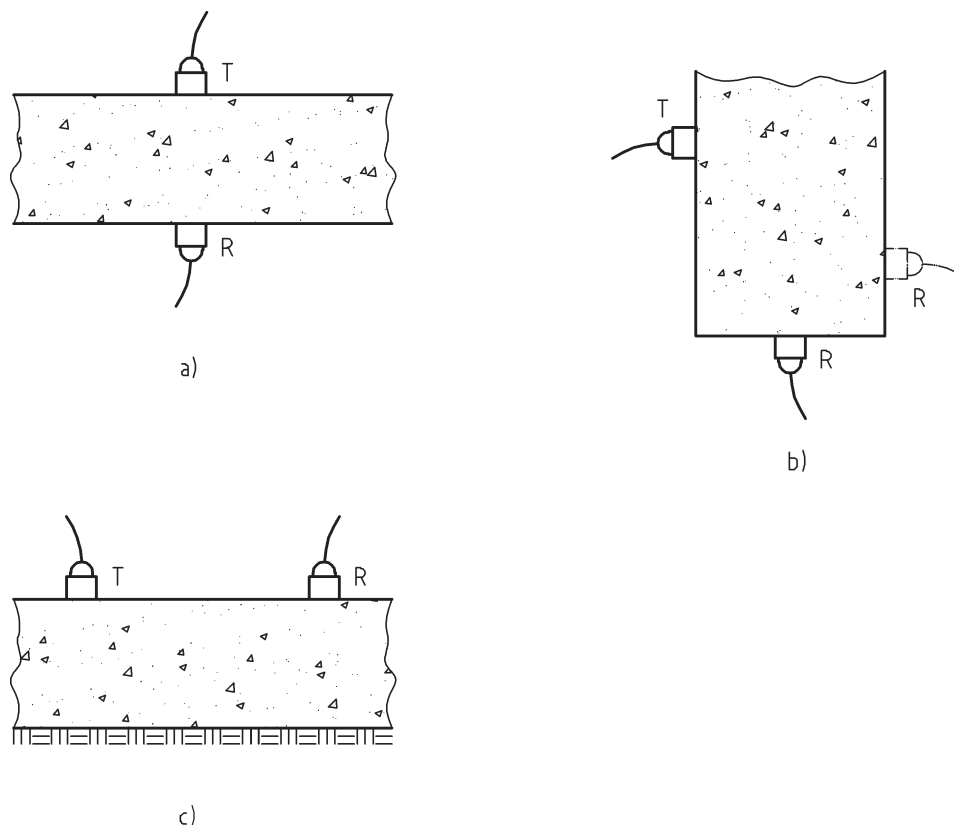
Obwohl sich die höchste Impulsenergie senkrecht zur Stirnseite des Senders ausbreitet, ist es möglich, Impulse, die sich durch den Beton in anderen Richtungen ausbreiten, zu erfassen. Somit kann die Laufzeit gemessen werden, indem die beiden Signalwandler entweder an den gegenüberliegenden Seitenflächen (direkte Durchschallung), an angrenzenden Seitenflächen (diagonale Durchschallung) oder auf ein und derselben Seite (indirekte oder Oberflächendurchschallung; Impulsecho-Durchschallung) des Betontragwerks oder des Prüfkörpers angebracht werden (siehe Bild 1). Im Falle der Impulsecho-Durchschallung erkennt der Empfänger Impulse, die den Beton bis zur gegenüberliegenden Seite durchlaufen haben und dann wieder zur ersten Fläche reflektiert wurden.

Falls es notwendig ist, die Signalwandler an gegenüberliegenden Flächen, jedoch nicht direkt einander gegenüberliegend anzuordnen, ist eine derartige Anordnung als halbdirekte Durchschallung anzusehen (siehe Bild 1 b)).

ANMERKUNG 1 Die Anordnung der Signalwandler für indirekte Durchschallung ist die am wenigsten empfindlichste und wird dann angewendet, wenn nur eine Seitenfläche des Betons zugänglich ist oder wenn die Betongüte an der Oberfläche mit der Gesamtgüte des Betons verglichen werden soll.

ANMERKUNG 2 Die halbdirekte Durchschallungsanordnung wird dann angewendet, wenn die direkte Anordnung unbrauchbar ist, z. B. an den Ecken von Tragwerken.

ANMERKUNG 3 Impulsecho-Durchschallung ist eine Alternative zur indirekten Durchschallung, wenn nur eine Seitenfläche des Betons zugänglich ist. Die Empfindlichkeit ist der von direkter Durchschallung vergleichbar.



Legende

R Empfänger
T Sender

Bild 1 — Anordnung der Signalwandler

6.1.3 Messung der Weglänge

Bei der direkten Durchschallung entspricht die kürzeste Weglänge dem Abstand zwischen den Signalwandlern. Die Weglänge ist mit einer Grenzabweichung von $\pm 1\%$ zu messen und aufzuzeichnen.

Bei der halbindirekten Durchschallung ist es hinsichtlich der Genauigkeit im Allgemeinen ausreichend, die Weglänge als Abstand von Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Signalwandler zu messen. Die Genauigkeit der Weglänge hängt von der Größe der Signalwandlerfläche im Verhältnis zum Abstand von Mittelpunkt zu Mittelpunkt ab.

Bei der indirekten Durchschallung wird nicht die Weglänge gemessen, sondern eine Messreihe durchgeführt, bei der die Signalwandler in verschiedenen Abständen angeordnet werden (siehe Anhang A).

Bei der Impulsecho-Durchschallung beträgt die Weglänge das Zweifache des Abstandes zwischen der Seitenfläche, an der der Signalwandler angebracht ist, und der gegenüberliegenden Seitenfläche. Die Weglänge ist wie bei der direkten Durchschallung aufzuzeichnen.

6.1.4 Anbringen der Signalwandler auf dem Beton

Eine ausreichende akustische Ankopplung zwischen dem Beton und der Oberfläche des jeweiligen Signalwandlers muss hergestellt werden. Die Beschaffenheit der meisten Betonoberflächen ist ausreichend glatt; um eine gute Schallübertragung sicherzustellen, sollte ein Kontaktmittel verwendet werden, wie z. B. Petrolat, Flüssigseife oder Kaolin-/Glycerinpaste, um den Signalwandler auf die Betonoberfläche drücken zu können.

Die Laufzeit sollte wiederholt abgelesen werden, bis ein Mindestwert erreicht ist, der anzeigt, dass die Kontaktschicht auf ein Minimum reduziert wurde.

Wenn die Betonoberfläche sehr rau und uneben ist, sollte sie durch Schleifen oder Verwendung eines schnellhärtenden Epoxidharzes geglättet und geebnet werden.

ANMERKUNG 1 Für sehr raue Oberflächen stehen besondere Signalwandler zur Verfügung.

ANMERKUNG 2 Impulsecho-Signalwandler können Punktkontaktelemente trocken nutzen, ohne ein Kontaktmittel zu erfordern. In diesem Fall werden üblicherweise mehrere Signalwandlerelemente parallel angeschlossen, um eine ausreichende Signalstärke sicherzustellen.

6.1.5 Messung der Laufzeit

Mit Hilfe des elektronischen Zeitmessgeräts ist die Laufzeit nach den Angaben des Geräteherstellers zu bestimmen (siehe 5.2).

7 Prüfergebnisse

Bei direkten, halbdirekten und Impulsecho-Durchschallungen ist die Schallgeschwindigkeit nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$V = \frac{L}{T}$$

Dabei ist

V die Schallgeschwindigkeit, in km/s;

L die Weglänge, in mm;

T die vom Impuls benötigte Zeit zur Zurücklegung der Weglänge, in μs .

Zur Geschwindigkeit bei indirekter Durchschallung siehe Anhang A.

Die berechnete Schallgeschwindigkeit ist auf 0,01 m/s anzugeben.

8 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des geprüften Betontragwerks oder Probekörpers;
- Prüfort;
- Prüfdatum;
- Beschreibung des Betons einschließlich seiner Zusammensetzung (falls bekannt);
- Alter des Betons zum Zeitpunkt der Prüfung (falls bekannt);
- Temperatur des Betons zum Zeitpunkt der Prüfung (falls zutreffend, siehe B.3);
- Art und Ausführung des verwendeten Geräts, einschließlich:
 - a) Maße der Kontaktflächen der Signalwandler;
 - b) Eigenfrequenz der Signalwandler;
 - c) alle besonderen Eigenschaften;
- Anordnungen der Signalwandler und Durchschallungsverfahren (gegebenenfalls Skizze);
- Einzelheiten des Bewehrungsstahls oder der -rohre in der Nähe der Prüfflächen (falls bekannt);
- Oberflächenbedingungen und Vorbereitung an den Prüfstellen;
- Messwerte der Weglänge (bei direkter, halbdirekter und Impulsecho-Durchschallung), einschließlich:
 - a) Messverfahren;
 - b) Messgenauigkeit;
- berechnete Werte der Schallgeschwindigkeit für die jeweilige Weglänge;
- Erklärung der für die Prüfung in technischer Hinsicht verantwortlichen Person, dass die Prüfung in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Dokument durchgeführt wurde;
- jede Abweichung von dem im vorliegenden Dokument festgelegten Prüfverfahren.

9 Präzision

Es liegen keine Angaben zur Präzision für diese Prüfung vor.