

ILNAS

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

ILNAS-EN 12504-4:2021

Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 4: Bestimmung der Ultraschall- Impulsgeschwindigkeit

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

Essais pour béton dans les structures -
Partie 4 : Détermination de la vitesse de
propagation des ultrasons

07/2021



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 12504-4:2021 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN 12504-4:2021 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!

EUROPÄISCHE NORM

ILNAS-EN 12504-4:2021

EN 12504-4

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

Juli 2021

ICS 91.100.30

Ersetzt EN 12504-4:2004

Deutsche Fassung

Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 4: Bestimmung der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit

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

Essais pour béton dans les structures - Partie 4 :
Détermination de la vitesse de propagation des
ultrasons

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Mai 2021 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	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 Wandler.....	5
6 Durchführung.....	6
6.1 Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit.....	6
6.1.1 Faktoren, welche die Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit beeinflussen.....	6
6.1.2 Anordnung der Wandler	6
6.1.3 Messung der Weglänge.....	7
6.1.4 Anbringen der Wandler auf dem Beton	8
6.1.5 Messung der Laufzeit.....	8
7 Prüfergebnisse.....	8
8 Prüfbericht.....	9
9 Präzision	9
Anhang A (informativ) Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit — Indirekte Durchschallung.....	10
Anhang B (informativ) Einflussfaktoren der Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit.....	12
B.1 Allgemeines	12
B.2 Feuchtegehalt.....	12
B.3 Temperatur des Betons	12
B.4 Weglänge	12
B.5 Form und Größe des Probekörpers.....	13
B.6 Einfluss von Bewehrungsstählen.....	13
B.7 Risse und Hohlstellen.....	13
Anhang C (informativ) Korrelation von Impulsgeschwindigkeit und Druckfestigkeit	15
C.1 Allgemeines	15
C.2 Korrelation mit in Formen hergestellten Probekörpern.....	15
C.3 Korrelation durch Prüfungen von Bohrkernen.....	16
C.4 Korrelation mit der Festigkeit von Betonfertigteilen	16
Literaturhinweise.....	17

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12504-4:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2022 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 12504-4:2004.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Wahlmöglichkeit, Geräte, die Transversalwellen nutzen, zu verwenden.

Dieses Dokument 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 Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit*

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 Ultraschallimpulsgeschwindigkeit insofern als „anerkannt“ gilt, als dass die Weglänge des Impulses nicht immer genau bekannt ist.

Die Messung der Impulsgeschwindigkeit kann für die Bestimmung der Gleichmäßigkeit des Betons, die Bestimmung des Vorhandenseins 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 Fachliteratur. Die Messung kann auch zur Abschätzung von Festigkeitseigenschaften von Bauwerksbeton oder Probekörpern 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 vorgesehen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist auf der CEN-Website zu finden.

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.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Ultraschallimpulsen aus Longitudinal- oder Transversalwellen in Festbeton fest, welches in einer Vielzahl von Anwendungsfällen Verwendung findet.

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

3.1

Laufzeit

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Laufzeit (en: transit time) wird in EN ISO 5577 ebenfalls als Laufzeit (jedoch, en: time of flight) bezeichnet.

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 Ultraschallsignalwandler (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 Ultraschallsignalwandlers (Empfänger) in ein elektrisches Signal umgewandelt, wobei durch eine elektronische Zeitmesseinrichtung die Laufzeit des Impulses gemessen wird.

5 Prüfeinrichtung

5.1 Allgemeines

Die Ultraschallprüfausrüstung besteht aus einem elektrischen Impulserzeuger, zwei Wandlern (Sender und Empfänger), einem Verstärker und einer elektronischen Zeitmesseinrichtung 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 Messungen mit Automatiksystem von Vorteil sein.

5.2 Leistungsanforderungen

Die Ultraschallprüfausrüstung muss die folgenden Leistungsanforderungen erfüllen:

- Es muss Laufzeiten im Referenzstab oder -prisma mit einer Grenzabweichung von $\pm 0,1 \mu\text{s}$ messen können.
- Die Anstiegszeit des auf den Sender 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 Ultraschallprüfausrüstung 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.

Die Ultraschallprüfausrüstung muss innerhalb des vom Hersteller festgelegten Einsatzbereiches verwendet werden.

5.3 Wandler

Die Eigenfrequenz der Wandler 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 ein gut definiertes Einsetzen, beim Durchgang durch Beton werden sie jedoch schneller abgeschwächt als Impulse mit niedrigerer Frequenz. Daher werden für kurze Weglängen (bis 50 mm) vorzugsweise hochfrequente Wandler (60 kHz bis 200 kHz) und für lange Weglängen (bis höchstens 15 m) niederfrequente Wandler (10 kHz bis 40 kHz) verwendet. Wandler 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.

6 Durchführung

6.1 Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit

6.1.1 Faktoren, welche die Bestimmung der Impulsgeschwindigkeit beeinflussen

Um vergleichbare Bestimmungen der Impulsgeschwindigkeit 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 Wandler

Obwohl sich die höchste Impulsenergie senkrecht zur Stirnseite des Wandlers 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 Wandler entweder an den gegenüberliegenden Seitenflächen (direkte Durchschallung), an angrenzenden Seitenflächen (halbdirekte 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 Oberfläche durchlaufen haben und dann wieder zur ersten Oberfläche reflektiert wurden.

Falls es notwendig ist, die Wandler 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 Wandler 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 mit der von direkter Durchschallung vergleichbar.