

DIN EN 13791

ICS 91.080.40

**Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in
Bauwerksteilen;
Deutsche Fassung EN 13791:2007**

Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete
components;

German version EN 13791:2007

Evaluation de la résistance à la compression sur site des structures et des éléments
préfabriqués en béton;

Version allemande EN 13791:2007

Gesamtumfang 38 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung von EN 13791:2007, die vom Technischen Komitee CEN/TC 104 "Beton und zugehörige Produkte" (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet wurde, sowie einen nationalen Anhang dazu, der eine Reihe Festlegungen regelt, die nach der Norm auf nationaler Ebene zulässig sind und in der vorliegenden Deutschen Fassung gekennzeichnet sind.

Auf nationaler Ebene wurden die Arbeiten vom NA 005-07-05 AA „Prüfverfahren für Beton“ begleitet, der auch für die Erarbeitung des nationalen Anhangs verantwortlich ist.

Ein Entwurf zum nationalen Anhang war bereits als E DIN 18999-15:2005-06 veröffentlicht worden; eingegangene Einsprüche sind in das vorliegende Dokument eingearbeitet worden.

Nationaler Anhang NA (normativ)

Nationale Anwendungsregeln

NA.1 Einleitung

Dieser nationale Anhang beinhaltet diejenigen Regeln für die Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen, die nach EN 13791 in nationalen Vorschriften zu regeln sind bzw. zusätzliche Regeln für Anwendungen, die ausdrücklich in der Europäischen Norm nicht geregelt sind (siehe hierzu Abschnitt 1 der Norm EN 13791). Die entsprechenden Stellen sind in der nachfolgenden Deutschen Fassung durch nationale Anmerkungen (N...) gekennzeichnet.

NA.2 Anwendungsbereich

Dieser nationale Anhang beschreibt die Anwendung und Bewertung der zerstörungsfreien und der zerstörenden Prüfung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken für folgende Fälle:

- wenn indirekte Prüfverfahren ohne Korrelation mit der Bohrkernfestigkeit angewendet werden (siehe NA.4.5);
- wenn Bezugskurven aus anderen allgemein anerkannten Beziehungen, die nicht in EN 13791, Abschnitt 8 enthalten sind, angewendet werden sollen (siehe NA 4.6);
- Bewertung der tatsächlichen örtlichen Druckfestigkeit anhand von weniger als drei Bohrkernen (siehe NA.4.4).

Die Verfahren nach dieser Norm dienen nicht als Ersatz der Überprüfung der Konformität nach DIN EN 206-1:2001-07/DIN 1045-2:2001-07, 8.2.1 bzw. der Identität nach DIN 1045-3:2001-07, A.2. Sofern mit den dort genannten Verfahren eine hinreichende Druckfestigkeit nicht nachgewiesen werden konnte, darf die Bauwerksdruckfestigkeit für den Tragfähigkeitsnachweis nach der vorliegenden Norm bewertet werden.

Ein Schema für die Anwendung von DIN EN 13791 in Deutschland ist im Ablaufplan NA.1 angegeben.

NA.3 Begriffe und Symbole

$f_{c, is, Bohrkern50}$	Prüfergebnis des luftgelagerten Bohrkerns mit einem Durchmesser von 50 mm
$cal f_c$	die durch die Bezugsgerade dem R_m -Wert zugeordnete, auf den Würfel mit 150 mm Kantenlänge bezogene Druckfestigkeit
R_m	Medianwert aus 9 an einem Würfel gemessenen Rückprallwerten
f_{cm}, R_{mm}	Mittelwert der Druckfestigkeiten bzw. Medianwert der Rückprallwerte aller Würfel
s_f, s_R	Standardabweichung der Druckfestigkeiten bzw. Rückprallwerte
r_{fR}	Korrelationskoeffizient für den Stichprobenumfang n

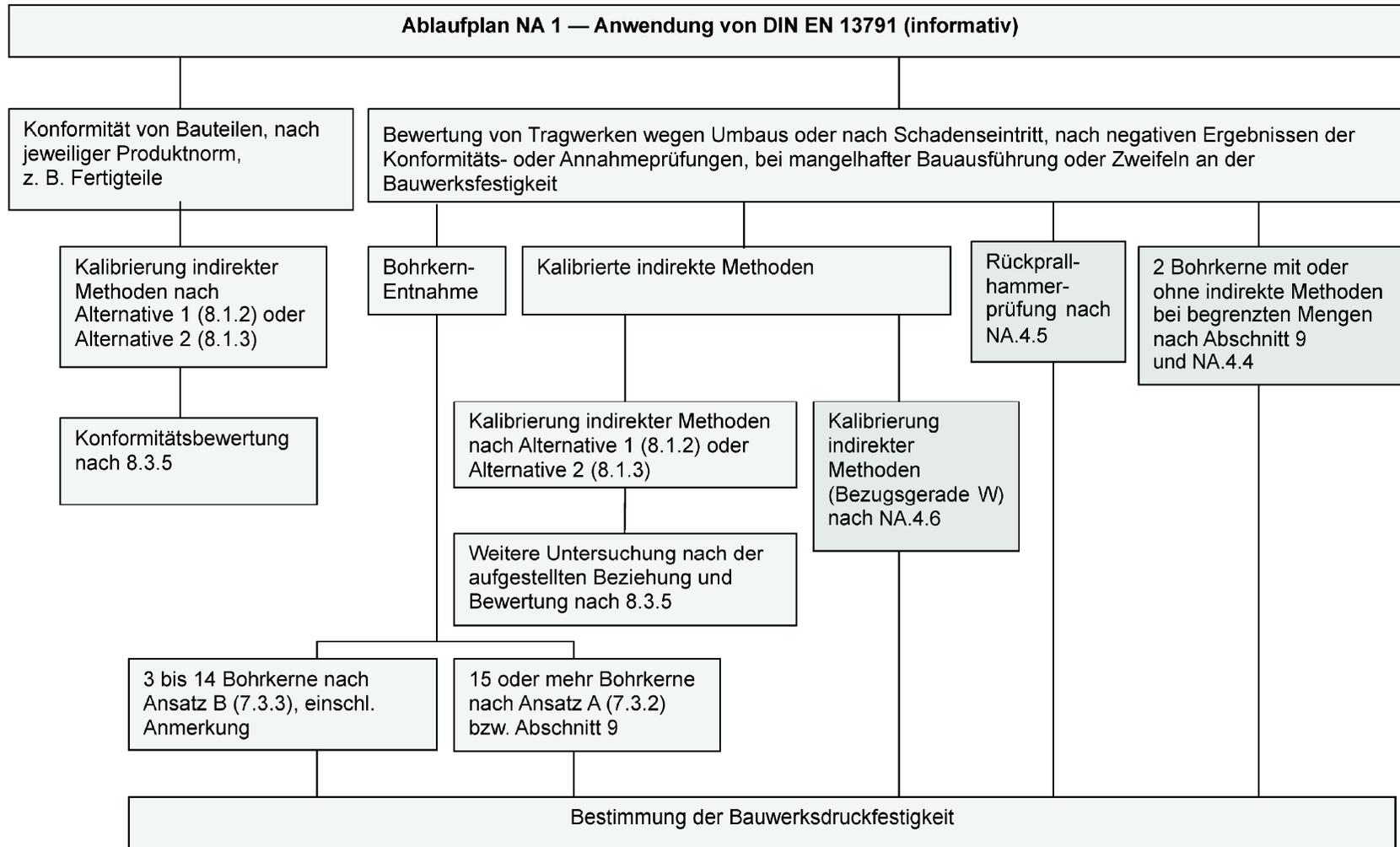


Bild NA.1

NA.4 Anwenden der Prüfverfahren

NA.4.1 Charakteristische Mindest-Druckfestigkeit von gefügedichtem Leichtbeton im Bauwerk

Tabelle NA.1 — Charakteristische Mindest-Druckfestigkeit von gefügedichtem Leichtbeton im Bauwerk für die Druckfestigkeitsklassen nach DIN EN 206-1

Druckfestigkeitsklasse nach DIN 206-1	Verhältnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton zur charakteristischen Druckfestigkeit von genormten Probekörpern	Charakteristische Mindest-Druckfestigkeit von gefügedichtem Leichtbeton im Bauwerk N/mm ²	
		$f_{ck, is, Zylinder}$	$f_{ck, is, Würfel}$
LC8/9	0,85	7	8
LC12/13	0,85	10	11
LC16/18	0,85	14	15
LC20/22	0,85	17	19
LC25/28	0,85	21	24
LC30/33	0,85	26	28
LC35/38	0,85	30	32
LC40/44	0,85	34	37
LC45/50	0,85	38	43
LC50/55	0,85	43	47
LC55/60	0,85	47	47
LC60/66	0,85	51	56
LC70/77	0,85	60	65
LC80/88	0,85	68	75

ANMERKUNG 1 Die Druckfestigkeit von Bauwerksbeton kann niedriger sein als derjenige, die an genormten Probekörpern derselben Betoncharge gemessen wurde.

ANMERKUNG 2 Das Verhältnis 0,85 ist Teil von γ_c nach EN 1992-1-1:2004

NA.4.2 Regeln zur Prüfung von Bohrkernen und deren Bewertung

Abschnitt 7.1 ist zu ergänzen:

Der Durchmesser von Bohrkernen sollte 100 mm oder 150 mm betragen, in Sonderfällen jedoch nicht weniger als 50 mm sein.

Die Probekörperhöhe einschließlich der gegebenenfalls aufgetragenen Abgleichschichten sollte oder muss gleich dem Durchmesser des Probekörpers sein. Grenzabweichungen im Einzelnen von $\pm 10\%$ ist zulässig.

Die Prüfung auf Druckfestigkeit erfolgt an luftgelagerten Bohrkernen. Bei der Entnahme aus weitgehend trockenen Bauteilen mit anschließendem Nasssägen bzw. -schleifen sind die Bohrkern vor der Prüfung mindestens 12 h im Laborklima zu lagern. Andere Größen- und Lagerungsverhältnisse sind zu vereinbaren und zu dokumentieren.

Die Druckfestigkeit eines luftgelagerten Bohrkerns mit dem Nenndurchmesser 100 mm bzw. 150 mm darf der Druckfestigkeit eines bis zur Prüfung wassergelagerten Würfels mit 150 mm Kantenlänge gleichgesetzt werden. Für Bohrkern mit einem Nenndurchmesser von 50 mm gilt:

$$f_{c, is, \text{Würfel}} = 0,9 f_{c, is, \text{Bohrkern50}}$$

NA.4.3 Anzahl der Messstellen

Für die Festlegung von Art und Umfang der Prüfungen und die für die Bewertung der Ergebnisse ist ein Sachverständiger hinzuzuziehen, der über Erfahrung in der Bewertung von Bauwerksbeton verfügt.

Die Mindestanzahl der aus dem Bauwerk zu entnehmenden Bohrkern richtet sich nach DIN 1045-3:2001-07, A.2.

Bei zerstörender Prüfung sind mindestens notwendig:

- a) die einfache Anzahl der Proben bei Probekörpern mit einem Durchmesser ≥ 100 mm,
- b) die anderthalbfache Anzahl der Proben bei Probekörpern mit einem Durchmesser < 100 mm und einem Größtkorn der Gesteinskörnung ≤ 16 mm,
- c) die doppelte Anzahl der Proben bei Probekörpern mit einem Durchmesser < 100 mm und einem Größtkorn der Gesteinskörnung > 16 mm.

Bei zerstörungsfreier Prüfung ist mindestens die dreifache Anzahl von Messstellen gegenüber der in DIN 1045-3:2001-07, A.2 festgelegten Probekörperanzahl zu prüfen.

NA.4.4 Zerstörendes Prüfverfahren an zwei Bohrkernen

Zwei Bohrkern mit oder ohne Kombination mit indirekten Prüfungen dürfen zur Bewertung nach Abschnitt 9 herangezogen werden, wenn sichergestellt ist, dass der zu bewertende Beton aus einer begrenzten Menge in einem eingegrenzten Bereich stammt.

NA.4.5 Rückprallhammerprüfung ohne Korrelation mit der Bohrkernfestigkeit

Mit dem Rückprallhammer wird ein Kennwert für das elastische Verhalten des Betons in oberflächennahen Schichten ermittelt, aus dem unter bestimmten Voraussetzungen auf die Druckfestigkeit geschlossen werden kann.

Die Prüfung ist nach DIN EN 12504-2 durchzuführen.

Bei Betonflächen, die durch besondere Einwirkungen verändert sind, z. B. durch Feuer, Frost oder chemischen Angriff, sind Rückprallhammerprüfungen zur Beurteilung der vorhandenen Druckfestigkeit nicht anwendbar.

Bei älteren Betonbauteilen muss vor der Rückprallhammerprüfung die Karbonatisierungstiefe gemessen werden. Wenn die Karbonatisierungstiefe größer als 5 mm ist, kann eine Bewertung nach Tabelle NA.1 nicht erfolgen.

Bauwerksbeton darf für den Tragfähigkeitsnachweis einer Festigkeitsklasse nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 zugeordnet werden, wenn die Ergebnisse der Rückprallhammerprüfungen den Werten der Tabelle NA.2 entsprechen.

Tabelle NA.2 — Rückprallzahlen und vergleichbare Druckfestigkeiten nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2

Druckfestigkeitsklasse	Mindestmedian für jede Messstelle	Mindestmedian für jeden Prüfbereich
	Skalenteile	Skalenteile
C8/10	26	30
C12/15	30	33
C16/20	32	35
C20/25	35	38
C25/30	37	40
C30/37	40	43
C35/45	44	47
C40/50	46	49
C45/55	48	51
C50/60	50	53

Das Prüfverfahren ist nicht für Leichtbetone und hochfeste Betone geeignet.

NA.4.6 Bezugsgerade W

Ergänzend zu E DIN EN 13791, 8.4 darf eine Bezugsgerade W (Prüfung an Würfeln) aufgestellt werden. Als Probekörper für das Aufstellen der Bezugsgeraden W dienen nach DIN EN 12390-2:2001-06, Anhang NA ($f_{c,dry}$) hergestellte und gelagerte Würfel von 150 mm Kantenlänge.

Vor Beginn der Schlagprüfung ist der Würfel in die Druckprüfmaschine einzusetzen und mit etwa 2,5 N/mm² zu belasten. Mit mindestens 30 mm Kantenabstand und mindestens 25 mm Mittenabstand sind auf zwei frei einander gegenüber liegenden Seitenflächen des Würfels jeweils 4 bis 5 Einzelschläge auszuführen und aus 9 gemessenen Rückprallwert der Wert R_m als Medianwert zu bestimmen. Anschließend ist nach DIN EN 12390-3 die Würfeldruckfestigkeit f_c zu bestimmen.

Für jede Bezugsgerade müssen einander zugeordnete Punktwerte f_c und R_m an mindestens 10 Würfeln ermittelt werden. Die Druckfestigkeiten der Würfel sollten sich möglichst gleichmäßig über den zu untersuchenden Bereich verteilen.

Der Höchstwert und der Mindestwert f_c der Würfel sollten sich um mindestens 20 N/mm² und in der Regel um nicht mehr als 30 N/mm² unterscheiden. Zu diesem Zweck darf

- a) bei sonst gleich bleibender Betonzusammensetzung und gleicher Altersstufe des Betons der Wassergehalt oder
- b) bei gleich bleibender Betonzusammensetzung das Prüffalter der Würfel verändert werden.

Die in ein Koordinatensystem (siehe Bild NA.2) mit f_c als Ordinate und R_m als Abszisse einzutragende Bezugsgerade ist zu berechnen nach der Gleichung

$$\text{cal } f_c = f_{cm} + r_{fR} \cdot s_f / s_R (R_m - R_{mm})$$

Dabei ist

cal f_c die durch die Bezugsgerade dem R_m -Wert zugeordnete, auf den Würfel mit 150 mm Kantenlänge bezogene Druckfestigkeit;

R_m Medianwert aus 9 an einem Würfel gemessenen Rückprallwerten;

f_{cm}, R_{mm} Mittelwert der Druckfestigkeiten bzw. Medianwert der Rückprallwerte aller Würfel;

s_f, s_R Standardabweichung der Druckfestigkeiten bzw. Rückprallwert;

r_{fR} Korrelationskoeffizient für den Stichprobenumfang n mit

$$r_{fR} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (R_m - R_{mm})(f_c - f_{cm})}{s_R \cdot s_f}$$

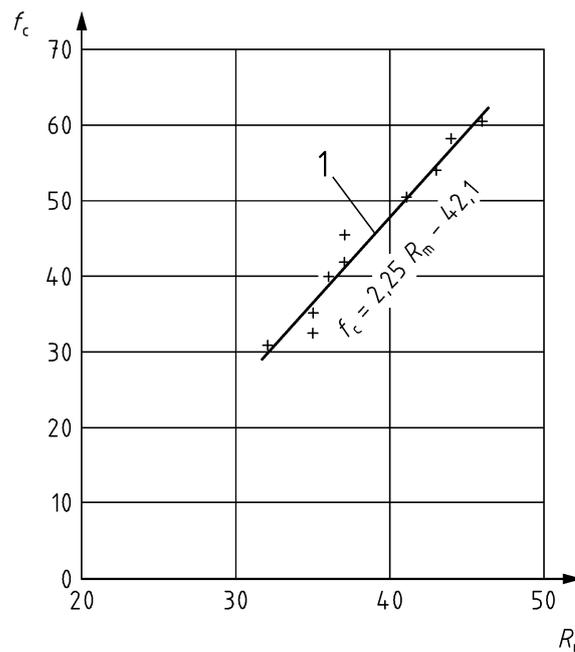


Bild NA.2 — Beispiel für das Aufstellen der Bezugsgeraden W

Die berechnete Bezugsgerade darf nur angewendet werden, wenn der Korrelationskoeffizient r_{fR} gleich oder größer als der in Tabelle NA.3 in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang n angegebene Korrelationskoeffizient r ist. Hierbei dürfen Zwischenwerte geradlinig interpoliert werden.

Table NA.3 — Mindestens erforderlicher Korrelationskoeffizient

Anzahl der Proben <i>n</i>	Korrelationskoeffizient <i>r</i>
10	0,89
12	0,87
14	0,86
16	0,85
18	0,84
20	0,83
25	0,82
30	0,81
≥ 35	0,80

Für die Bewertung der charakteristischen Druckfestigkeit des Bauwerksbetons gilt EN 13791:2007; 8.2.4.

NA.4.7 Änderungen des Teilsicherheitsbeiwertes

Eine Änderung des Teilsicherheitsbeiwertes ist nicht zulässig.

— Leerseite —

ICS 91.080.40

Deutsche Fassung

Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen

Assessment of in-situ compressive strength in structures
and precast concrete components

Evaluation de la résistance à la compression sur site des
structures et des éléments préfabriqués en béton

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. November 2006 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 Management-Zentrum des CEN 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Grundlagen.....	9
6 Charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons in Bezug auf die Druckfestigkeitsklasse.....	10
7 Bewertung der charakteristischen Druckfestigkeit von Bauwerksbeton durch Bohrkernprüfungen	10
7.1 Probekörper.....	10
7.2 Anzahl der Probekörper	11
7.3 Bewertung	11
7.3.1 Allgemeines.....	11
7.3.2 Ansatz A.....	12
7.3.3 Ansatz B.....	12
8 Bewertung der charakteristischen Druckfestigkeit von Bauwerksbeton durch indirekte Prüfverfahren	13
8.1 Allgemeines.....	13
8.1.1 Prüfverfahren	13
8.1.2 Wahlmöglichkeit 1 – Direkter Vergleich mit Bohrkernen	13
8.1.3 Wahlmöglichkeit 2 – Kalibrierung an Bohrkernen für einen eingeschränkten Druckfestigkeitsbereich unter Anwendung einer zuvor aufgestellten Beziehung	13
8.2 Indirekte Prüfungen in Korrelation zur Druckfestigkeit des Bauwerksbetons (Wahlmöglichkeit 1).....	14
8.2.1 Anwendung	14
8.2.2 Prüfverfahren	14
8.2.3 Aufstellung der Beziehung zwischen dem Prüfergebnis und der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons	14
8.2.4 Beurteilung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons.....	14
8.3 Anwendung der aus einer begrenzten Anzahl von Bohrkernen und einer Bezugskurve ermittelten Beziehung (Wahlmöglichkeit 2)	15
8.3.1 Allgemeines.....	15
8.3.2 Prüfverfahren	15
8.3.3 Durchführung.....	15
8.3.4 Geltungsbereich der Beziehungen	19
8.3.5 Abschätzung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton	19
8.4 Kombination von Prüfergebnissen der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, die nach verschiedenen Prüfverfahren ermittelt werden	19
9 Beurteilung in Fällen, in denen Zweifel über die auf der Grundlage von Standardprüfungen ermittelte Konformität von Beton bestehen	20
10 Beurteilungsbericht.....	21
Anhang A (informativ) Faktoren mit Einfluss auf die Bohrkerndruckfestigkeit.....	22
A.1 Allgemeines.....	22
A.2 Betoneigenschaften	22
A.2.1 Feuchtegehalt.....	22
A.2.2 Porenvolumen.....	22

	Seite
A.2.3 Prüfrichtung in Bezug auf die Betonierichtung	22
A.2.4 Fehlstellen	22
A.3 Prüfung von Variablen	23
A.3.1 Bohrkerndurchmesser	23
A.3.2 Verhältnis Länge/Durchmesser	23
A.3.3 Ebenheit der Stirnflächen	23
A.3.4 Abgleichschicht auf Stirnflächen	23
A.3.5 Auswirkungen des Bohrens	23
A.3.6 Bewehrung	23
Anhang B (informativ) Faktoren mit Einfluss auf die unter Anwendung indirekter Prüfverfahren erhaltenen Ergebnisse	24
B.1 Rückprallhammer-Prüfungen	24
B.2 Messungen der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit.....	24
B.3 Ausziehprüfungen	24
Anhang C (informativ) Konzepte bezüglich des Verhältnisses zwischen der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons und der Druckfestigkeit genormter Probekörper	25
Anhang D (informativ) Anleitung für die Planung, Probenahme und Beurteilung der Ergebnisse bei der Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton	26
D.1 Planung.....	26
D.2 Probenahme	26
D.3 Prüfprogramm.....	26
D.4 Bewertung	27
Literaturhinweise	28

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13791:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2007 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm legt Verfahren zur Abschätzung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und Fertigteilen (Bauwerksbeton) fest. Mit der Prüfung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton werden die Auswirkungen sowohl von Materialeigenschaften als auch der Ausführung (Verdichtung, Nachbehandlung usw.) erfasst.

Diese Prüfungen sind kein Ersatz für die Prüfung des Betons nach EN 206-1.

EN 206-1 nimmt Bezug auf die in dieser Norm angegebene Anleitung zur Bewertung der Druckfestigkeit in Bauwerken und Fertigteilen.

Die folgenden Beispiele erläutern, wann diese Abschätzung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton erforderlich sein kann:

- bei Veränderung und Umnutzung des bestehenden Bauwerkes;
- bei Bewertung der baustatischen Eignung, wenn aufgrund mangelhafter Güte der Arbeitsausführung oder aufgrund eines durch Feuer oder andere Ursachen hervorgerufenen Schadens Zweifel hinsichtlich der Druckfestigkeit im Bauwerk aufkommen;
- falls während der Errichtung des Bauwerks die Druckfestigkeit des Bauwerksbetons bewertet werden muss;
- zur Bewertung der baustatischen Eignung, wenn die an genormten Probekörpern festgestellte Druckfestigkeit nicht die Anforderungen der Norm erfüllt;
- falls in einer Spezifikation oder in einer Produktnorm festgelegt ist, dass die Konformität der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton zu bewerten ist.

Eine Übersicht des Vorgehens bei den verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten dieser Norm gibt der Ablaufplan 1.

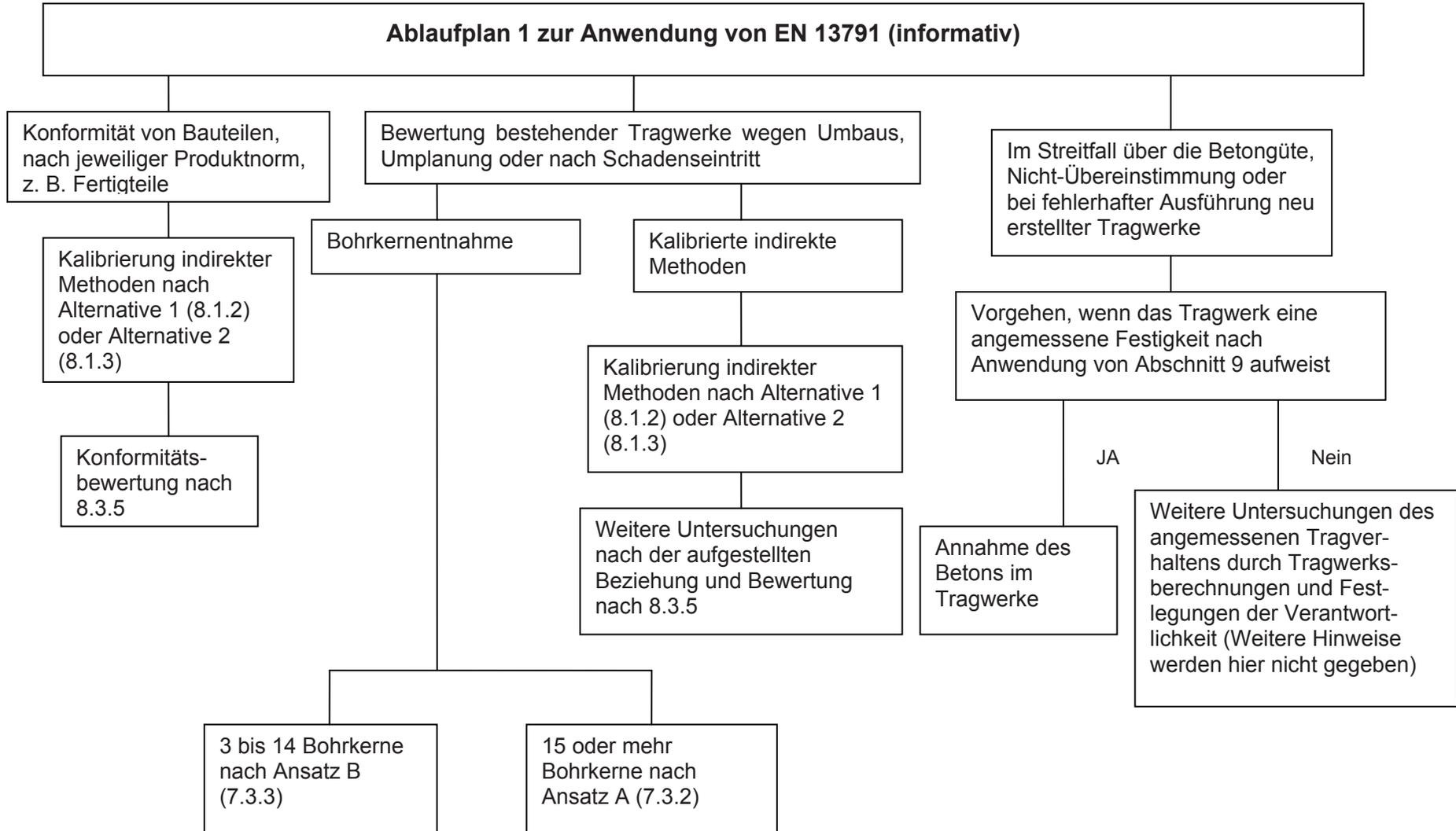
N1) Nationale Anmerkung: Zum Ablaufplan 1 – siehe Nationaler Anhang, NA.2

Die Notwendigkeit oder die Möglichkeit der Anwendung nationaler Regeln ist in dieser Norm durch entsprechende Anmerkungen angezeigt.

Für bestimmte Herstellungsbedingungen oder bestimmte Ausgangsstoffe kann die Entwicklung einer wirtschaftlichen Bemessung durch die Abschätzung von Teilsicherheitsbeiwerten γ_c infolge der Kenntnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton im Verhältnis zur Festigkeit von Probekörpern möglich sein, sofern die nationalen Bestimmungen dies zulassen.

Wird eine Beurteilung der Druckfestigkeit in anderen Fällen als zur Überprüfung der Betongüte oder der Güte der Ausführung der Betonarbeiten vor Abnahme des Tragwerks vorgenommen, sollte die angenommene Abweichung der Teilsicherheitsbeiwerte nach Vereinbarung oder in Übereinstimmung mit den nationalen Bestimmungen erfolgen.

N2) Nationale Anmerkung: Anwendungsregeln siehe Nationaler Anhang, NA.4.6



1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm

- enthält Methoden und Verfahren zur Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und Fertigteilen;
- enthält die Grundlagen und Anleitungen zur Aufstellung der Beziehungen zwischen Prüfergebnissen bei Anwendung indirekter Prüfverfahren und der Druckfestigkeit von aus Bauwerksbeton entnommenen Bohrkernen;
- enthält eine Anleitung zur Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder Fertigteilen durch indirekte oder kombinierte Prüfverfahren.

Diese Europäische Norm gilt nicht für folgende Fälle:

- wenn indirekte Prüfverfahren ohne Korrelation mit der Bohrkernfestigkeit angewendet werden;
- Bewertungen auf der Grundlage von Bohrkernen mit einem Durchmesser < 50 mm;
- Bewertungen auf der Grundlage von weniger als 3 Bohrkernen;
- Verwendung von Mikrokernen.

ANMERKUNG In diesen Fällen gelten die am Ort der Verwendung geltenden Vorschriften.

N3) Nationale Anmerkung: Zusätzliche nationale Regelungen zum vierten und sechsten Spiegelstrich siehe Nationaler Anhang, NA.2, NA.4.3, NA.4.4 und NA.4.5

Diese Europäische Norm ist nicht für die Bewertung der Konformität der Druckfestigkeit des Betons mit EN 206-1 oder EN 13369 vorgesehen, es sei denn, dies ist nach EN 206-1:2000, 5.5.1.2 oder 8.4 gefordert.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 206-1, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 12350-1, *Prüfung von Frischbeton — Teil 1: Probenahme*

EN 12390-1, *Prüfung von Festbeton — Teil 1: Form, Maße und andere Anforderungen für Probekörper und Formen*

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

EN 12390-3, *Prüfung von Festbeton — Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern*

EN 12504-1, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 1: Bohrkernproben — Herstellung, Untersuchung und Prüfung unter Druck*

EN 12504-2, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung — Bestimmung der Rückprallzahl*

EN 12504-3, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 3: Bestimmung der Ausziehkraft*

EN 12504-4, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 206-1 und die folgenden Begriffe.

3.1 Norm-Druckfestigkeit
Druckfestigkeit, die für genormte (würfelförmige oder zylindrische) Probekörper ermittelt wurde, sofern diese in Übereinstimmung mit EN 12350-1, EN 12390-2 und EN 12390-3 entnommen, hergestellt, gelagert und geprüft wurden

3.2 Bohrkerndruckfestigkeit
in Übereinstimmung mit EN 12504-1 bestimmte Druckfestigkeit eines Bohrkerns

3.3 Druckfestigkeit von Bauwerksbeton
Druckfestigkeit des Betons in einem Bauwerksteil oder in einem Fertigteil, anzugeben als äquivalente Druckfestigkeit eines genormten würfelförmigen oder zylindrischen Probekörpers

3.4 charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons
derjenige Wert für die Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, der von 5 % der Grundgesamtheit aller möglichen Druckfestigkeitsergebnisse der zu untersuchenden Betonmenge unterschritten wird

ANMERKUNG Es ist unwahrscheinlich, dass die oben erwähnte Grundgesamtheit der Grundgesamtheit entspricht, die zur Bestimmung der Übereinstimmung des Frischbetons mit EN 206-1 verwendet wird.

3.5 Messstelle
begrenzte Fläche, die für Messungen gewählt wurde, anhand deren Ergebnisse die Abschätzung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton erfolgen soll

3.6 Prüfbereich
ein oder mehrere Bauwerksteil(e) oder Betonfertigteil(e), von denen bekannt ist oder vermutet wird, dass sie aus Beton derselben Grundgesamtheit stammen. Ein Prüfbereich umfasst mehrere Messstellen.

4 Symbole und Abkürzungen

Δf	Verschiebung der Kurve der grundlegenden Beziehung (Bezugskurve)
δf	Differenz zwischen der Bohrkerndruckfestigkeit und dem anhand der grundlegenden Beziehung ermittelten Druckfestigkeitswert
$\bar{\delta f}_{m(n)}$	Mittelwert von n Werten für δf
F	Prüfergebnis der Ausziehenkraft
f_{is}	Prüfergebnis der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons
$f_{is,niedrigst}$	niedrigstes Prüfergebnis der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons
$\bar{f}_{m(n),is}$	Mittelwert von n Prüfergebnissen der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons
f_{ck}	charakteristische Druckfestigkeit von genormten Probekörpern
$f_{ck,is}$	charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons

$f_{ck, is, \text{Würfel}}$	charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons bei Angabe als äquivalente Festigkeit eines Würfels von 150 mm Kantenlänge, siehe 7.1
$f_{ck, is, \text{Zylinder}}$	charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons bei Angabe als äquivalente Festigkeit eines Zylinders mit den Maßen 150 mm × 300 mm, siehe 7.1
$f_{is, l}$	geschätztes Prüfergebnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, das unter Anwendung indirekter Prüfverfahren ermittelt wurde, wenn mit Hilfe von Bohrkernprüfungen eine bestimmte Beziehung aufgestellt wurde (Wahlmöglichkeit 1)
$f_{is, F}$	geschätztes Prüfergebnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, das in durch Bohrkernprüfungen kalibrierten Ausziehprüfungen erhalten wurde (Wahlmöglichkeit 2)
$f_{is, R}$	geschätztes Prüfergebnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, das in durch Bohrkernprüfungen kalibrierten Rückprallhammer-Prüfungen erhalten wurde (Wahlmöglichkeit 2)
$f_{is, v}$	geschätztes Prüfergebnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, das in durch Bohrkernprüfungen kalibrierten Ultraschall-Impulsgeschwindigkeitsprüfungen erhalten wurde (Wahlmöglichkeit 2)
f_F	Anfangswert der Druckfestigkeit, der aus der Kurve der grundlegenden Beziehung (Bezugskurve) für die Ausziehungskraft ermittelt wurde (Bild 4); das Prüfergebnis F wird zur Bestimmung der Verschiebung verwendet
f_R	Anfangswert der Druckfestigkeit, der aus der Kurve der grundlegenden Beziehung (Bezugskurve) für die Rückprallfestigkeit ermittelt wurde (Bild 2); das Prüfergebnis R wird zur Bestimmung der Verschiebung verwendet
f_V	Anfangswert der Druckfestigkeit, der aus der Kurve der grundlegenden Beziehung (Bezugskurve) für die Impulsgeschwindigkeitsfestigkeit ermittelt wurde (Bild 3); das Prüfergebnis v wird zur Bestimmung der Verschiebung verwendet
γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für Beton
k	Spanne, die einer kleinen Anzahl von Prüfergebnissen zugeordnet ist
k_1	Koeffizient, der von der Anzahl der Prüfergebnispaare abhängt
k_2	Koeffizient, der von den am Nutzungsort gültigen Bestimmungen abhängt; wenn keine Bestimmungen angegeben sind, gilt ein Koeffizient mit einem Wert von 1,48
n	Anzahl der Prüfergebnisse
R	Ergebnis der Rückprallhammer-Prüfung
s	Standardabweichung
v	Ergebnis der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeitsprüfung

5 Grundlagen

Die Bestimmung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton direkt durch Prüfungen an Bohrkernen stellt das Referenzverfahren dar, siehe Abschnitt 7. Die Druckfestigkeit kann aber auch indirekt durch andere Prüfungen (siehe 8.2 und 8.3) oder durch eine Kombination mehrerer Verfahren (siehe 8.4) beurteilt werden. Werden indirekte Prüfungen herangezogen, so ist die mit der Beziehung zwischen der betreffenden Prüfung und der Bohrkernprüfung verbundene Unsicherheit zu berücksichtigen.

Die Prüfergebnisse dürfen zur Abschätzung der charakteristischen Druckfestigkeit des Bauwerksbetons und zur Einordnung in die entsprechende Festigkeitsklasse nach EN 206-1 verwendet werden.

6 Charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons in Bezug auf die Druckfestigkeitsklasse

Tabelle 1 erhält die Anforderungen an die charakteristische Mindest-Druckfestigkeit von Bauwerksbeton in Bezug auf die Festigkeitsklassen nach EN 206-1.

Tabelle 1 — Charakteristische Mindest-Druckfestigkeit von Bauwerksbeton für die Druckfestigkeitsklassen nach EN 206-1

Druckfestigkeitsklasse nach EN 206-1	Verhältnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton zur charakteristischen Druckfestigkeit von genormten Probekörpern	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Bauwerksbeton N/mm ²	
		$f_{ck, is, Zylinder}$	$f_{ck, is, Würfel}$
C8/10	0,85	7	9
C12/15	0,85	10	13
C16/20	0,85	14	17
C20/25	0,85	17	21
C25/30	0,85	21	26
C30/37	0,85	26	31
C35/45	0,85	30	38
C40/50	0,85	34	43
C45/55	0,85	38	47
C50/60	0,85	43	51
C55/67	0,85	47	57
C60/75	0,85	51	64
C70/85	0,85	60	72
C80/95	0,85	68	81
C90/105	0,85	77	89
C100/115	0,85	85	98

ANMERKUNG 1 Die Druckfestigkeit von Bauwerksbeton kann niedriger sein als diejenige, die an genormten Probekörpern derselben Betoncharge gemessen wurde.

ANMERKUNG 2 Das Verhältnis 0,85 ist Teil von γ_c nach EN 1992-1-1:2004.

7 Bewertung der charakteristischen Druckfestigkeit von Bauwerksbeton durch Bohrkernprüfungen

7.1 Probekörper

Die Bohrkerns müssen nach EN 12504-1 entnommen, untersucht und vorbereitet und nach EN 12390-3 geprüft werden. Vor der Prüfung sind sie mindestens 3 Tage im Laborklima zu lagern.

ANMERKUNG 1 Hinsichtlich der Faktoren, die die Bohrkerndruckfestigkeit beeinflussen können, siehe Anhang A.

ANMERKUNG 2 Sofern eine 3-tägige Lagerung aus praktischen Gründen nicht durchführbar ist, ist die Dauer der Lagerung, sofern überhaupt durchgeführt, aufzuzeichnen. Der Einfluss dieser Abweichung vom genormten Verfahren sollte abgeschätzt werden.

Wird die Druckfestigkeit von Bauwerksbeton an Bohrkernen bestimmt:

- so entspricht das Ergebnis der Druckfestigkeitsprüfung von Bohrkernen gleicher Länge und mit einem Nenndurchmesser von 100 mm derjenigen Druckfestigkeit eines unter denselben Bedingungen hergestellten Würfels von 150 mm Kantenlänge;
- so ergibt die Prüfung von Bohrkernen mit einem Nenndurchmesser von mindestens 100 mm und nicht mehr als 150 mm sowie mit einem Verhältnis von Länge zu Durchmesser gleich 2,0 einen Wert für die Druckfestigkeit, der dem der Druckfestigkeit eines unter denselben Bedingungen hergestellten Zylinders mit dem Maßen 150 mm × 300 mm entspricht;
- so muss die Umwandlung der Prüfergebnisse an Bohrkernen mit Durchmessern von 50 mm bis 150 mm und anderen Verhältnissen von Länge zu Durchmesser auf geeigneten anerkannten Umrechnungsfaktoren beruhen.

ANMERKUNG 3 Geeignete anerkannte Umrechnungsfaktoren für andere Probekörpermaße und für andere Verhältnisse von Länge zu Durchmesser dürfen in Bestimmungen, die am Einsatzort gelten, angegeben werden. In der Regel sollte das Ergebnis der Bohrkernprüfung zwecks Berücksichtigung der Bohrrichtung nicht modifiziert werden, es sei denn, dies wird in den Bestimmungen, die am Einsatzort gelten, oder in der Projektspezifikation gefordert.

N4) Nationale Anmerkung: Anwendungsregeln siehe Nationaler Anhang, NA.4.1

7.2 Anzahl der Probekörper

Die Anzahl der aus einem Prüfbereich zu entnehmenden Bohrkern muss sich nach der Menge des Betons und dem Zweck der Bohrkernprüfung richten. An jeder Messstelle wird ein Bohrkern entnommen.

Für die Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton sollten zur Erhöhung der statistischen Zuverlässigkeit so viele Bohrkern wie zweckmäßigerweise möglich verwendet werden.

Die Bewertung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons in einem bestimmten Prüfbereich muss auf den Prüfergebnissen für mindestens 3 Bohrkern beruhen.

Jegliche sich aus der Entnahme von Bohrkernen ergebenden statistischen Auswirkungen müssen berücksichtigt werden, siehe EN 12504-1.

ANMERKUNG Die oben angegebene Anzahl der Probekörper bezieht sich auf Bohrkern mit einem Nenndurchmesser von mindestens 100 mm. Ist der Nenndurchmesser kleiner als 100 mm, so sollte die Anzahl der Bohrkern erhöht werden, siehe A.3.1.

N5) Nationale Anmerkung: Anwendungsregeln siehe Nationaler Anhang, NA.4.2

7.3 Bewertung

7.3.1 Allgemeines

Die charakteristische Druckfestigkeit von Bauwerksbeton ist entweder nach Ansatz A (7.3.2) oder nach Ansatz B (7.3.3) zu bewerten.

Ansatz A ist in Fällen anzuwenden, in denen mindestens 15 Bohrkern zur Verfügung stehen.

Ansatz B ist in Fällen anzuwenden, in denen 3 bis 14 Bohrkern zur Verfügung stehen.

Die Anwendung der beiden Ansätze für die Beurteilung der Betonfestigkeit von bestehenden Tragwerken, bei denen keine Vorkennntnis vorliegt, darf für den jeweiligen Standort festgelegt werden.

7.3.2 Ansatz A

Die geschätzte charakteristische Druckfestigkeit des Prüfbereiches ist der niedrigere der folgenden beiden Werte:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_2 \cdot s \tag{1}$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4 \tag{2}$$

Dabei ist

s die Standardabweichung der Prüfergebnisse oder 2 N/mm². Der größte Wert ist zu verwenden.

k_2 wird in nationalen Vorschriften festgelegt. Wenn solche nicht existieren ist $k_2 = 1,48$ anzunehmen.

Die Druckfestigkeitsklasse ist anhand der geschätzten Druckfestigkeit des Bauwerksbetons aus Tabelle 1 abzulesen.

ANMERKUNG 1 Die Abschätzung der charakteristischen Festigkeit unter Verwendung der kleinsten Bohrkernfestigkeit sollte die Gewissheit wiedergeben, dass die kleine Bohrkernfestigkeit die kleinste Festigkeit im bewerteten Tragwerk oder Bauteil darstellt.

ANMERKUNG 2 Falls die Verteilung der Druckfestigkeitswerte auf den Ergebnissen für zwei Grundgesamtheiten zu beruhen scheint, kann der Prüfbereich in zwei Prüfbereiche geteilt werden.

7.3.3 Ansatz B

Die geschätzte charakteristische Druckfestigkeit des Prüfbereiches ist der niedrigere der folgenden beiden Werte:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k \tag{3}$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4 \tag{4}$$

Die Spanne k hängt von der Anzahl der Prüfergebnisse n ab; der geeignete Wert ist aus Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2 — Spanne k für eine kleine Anzahl von Prüfergebnissen

n	k
10 bis 14	5
7 bis 9	6
3 bis 6	7

ANMERKUNG Aufgrund der mit kleinen Anzahlen an Prüfergebnissen verbundenen Unsicherheit und der Notwendigkeit, den gleichen Grad der Zuverlässigkeit zu erreichen, ergibt dieser Ansatz üblicherweise niedrigere Schätzwerte der charakteristischen Druckfestigkeit als der auf höheren Anzahlen an Prüfergebnissen beruhende Ansatz. Für den Fall, dass diese Schätzwerte der charakteristischen Druckfestigkeit übermäßig auf der sicheren Seite liegen, wird empfohlen, mehr Bohrkern zu entnehmen oder einen kombinierten Verfahrensansatz zu wählen (siehe 8.4), um eine größere Anzahl an Prüfergebnissen zu erhalten. Aus diesem Grund sollte dieser Ansatz nicht in Streiffällen angewendet werden, die die auf den Ergebnissen von genormten Prüfungen basierende Betongüte betreffen; siehe Abschnitt 9 für Näheres zu einem geeigneten Ansatz.

8 Bewertung der charakteristischen Druckfestigkeit von Bauwerksbeton durch indirekte Prüfverfahren

8.1 Allgemeines

8.1.1 Prüfverfahren

Dieser Abschnitt gilt für diejenigen Verfahren zur Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, die nicht auf einer Bohrkernentnahme beruhen. Diese indirekten Prüfungen bieten Alternativen zu Bohrkernprüfungen für die Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in einem Bauwerk, sie können aber auch als Ergänzung zu Daten dienen, die bei Verwendung einer begrenzten Anzahl an Bohrkernen erhalten wurden. Die indirekten Verfahren sind ihrem Wesen nach eingeschränkt zerstörend oder zerstörungsfrei. Sie können nach der Kalibrierung an Bohrkernprüfungen folgendermaßen angewendet werden:

- einzeln;
- als Kombination von indirekten Verfahren;
- als Kombination von indirekten und direkten Verfahren (Bohrkerne).

Bei der Prüfung nach einem indirekten Verfahren wird nicht die Druckfestigkeit, sondern eine andere physikalische Messgröße ermittelt. Daher ist es notwendig, eine Beziehung zwischen den Ergebnissen der indirekten Prüfungen und der Druckfestigkeit von Bohrkernen anzuwenden.

Für die Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton stehen zwei alternative Verfahren zur Verfügung, siehe 8.1.2 und 8.1.3.

Wird ein indirektes Verfahren mit nur einem oder zwei Bohrkern-Prüfergebnissen kombiniert, so muss die Auswertung auf den am Einsatzort geltenden Bestimmungen beruhen.

8.1.2 Wahlmöglichkeit 1 – Direkter Vergleich mit Bohrkernen

In 8.2 werden Verfahren beschrieben, die auf einer allgemeinen Grundlage für die Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton anwendbar sind, wenn für den zu untersuchenden Beton eine spezielle Beziehung zwischen der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons und dem nach diesem indirekten Verfahren erhaltenen Ergebnis aufgestellt wird.

Für die Wahlmöglichkeit 1 werden mindestens 18 Prüfergebnisse aus Bohrkernprüfungen benötigt, um die Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und dem mit dem indirekten Verfahren erzielten Prüfergebnis zu bestimmen.

8.1.3 Wahlmöglichkeit 2 – Kalibrierung an Bohrkernen für einen eingeschränkten Druckfestigkeitsbereich unter Anwendung einer zuvor aufgestellten Beziehung

In 8.3 werden Verfahren zur Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton in einem eingeschränkten Druckfestigkeitsbereich, die auf einer zuvor aufgestellten Beziehung, d. h. einer Bezugskurve, beruhen, sowie eine mit Hilfe von Bohrkernprüfungen ermittelte Verschiebung dieser Kurve beschrieben. Die Verfahren der Rückprallhammer-, Ultraschall-Impulsgeschwindigkeits- und Ausziehprüfungen sind angegeben.

ANMERKUNG Die anhand indirekter Prüfverfahren bewerteten Prüfergebnisse können neben der Druckfestigkeit durch eine ganze Reihe anderer Faktoren beeinflusst werden, siehe Anhang B.

8.2 Indirekte Prüfungen in Korrelation zur Druckfestigkeit des Bauwerksbetons (Wahlmöglichkeit 1)

8.2.1 Anwendung

8.2 gilt für indirekte Prüfverfahren zur Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, wenn eine spezielle Beziehung für die Druckfestigkeit anhand von Bohrkernprüfungen aufgestellt wird.

8.2.2 Prüfverfahren

Die Prüfeinrichtung, das Prüfverfahren und die Darstellung der Prüfergebnisse müssen für die Bohrkernprüfungen EN 12504-1 und für die Messung der Rückprallzahl, der Ausziehkraft und der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit EN 12504-2, EN 12504-3 bzw. EN 12504-4 entsprechen.

8.2.3 Aufstellung der Beziehung zwischen dem Prüfergebnis und der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons

Um eine spezielle Beziehung zwischen der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons und dem nach dem indirekten Verfahren erhaltenen Prüfergebnis aufstellen zu können, muss ein umfangreiches Prüfprogramm absolviert werden.

Die Beziehung muss auf mindestens 18 Ergebnispaaren – d. h. es werden 18 Ergebnisse aus den Bohrkernprüfungen und 18 Ergebnisse aus den indirekten Prüfungen benötigt – beruhen, die den gesamten interessierenden Bereich repräsentieren.

ANMERKUNG 1 Ein Ergebnispaar besteht aus einem Ergebnis einer Bohrkernprüfung und einem Ergebnis einer indirekten Prüfung an derselben Messstelle.

ANMERKUNG 2 Diese Anzahl stellt einen Mindestwert dar; für die Aufstellung der Beziehung ist es jedoch in vielen Fällen von Vorteil, eine wesentlich höhere Anzahl an Beobachtungen in den Datensatz aufzunehmen.

Die Aufstellung dieser Beziehung umfasst folgende Schritte:

- Die Ausgleichsgerade bzw. -kurve wird durch Regressionsanalyse aufgrund der während der Absolvierung des Prüfprogramms erhaltenen Datenpaare bestimmt. Das Ergebnis der indirekten Prüfung wird als Variable und der Schätzwert der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons als Funktion dieser Variablen angesehen.

ANMERKUNG 3 Die für die Bestimmung der Ausgleichskurve bzw. -geraden verwendeten Daten sollten innerhalb der durch diese Daten gegebenen Grenzen gleichmäßig verteilt sein.

- Der Standardfehler des Schätzwertes muss berechnet werden, und es sind sowohl die Vertrauensgrenzen für die Ausgleichsgerade bzw. -kurve als auch die Toleranzgrenzen für die einzelnen Beobachtungen zu bestimmen.

- Die Beziehung wird als das untere Zehner-Perzentil der Druckfestigkeit bestimmt.

ANMERKUNG 4 Die bei der Abschätzung der Druckfestigkeit angewendete Beziehung ergibt ein Sicherheitsniveau, mit dem 90 % der Druckfestigkeitswerte voraussichtlich den Schätzwert übersteigen.

8.2.4 Beurteilung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons

Aus der aufgestellten Beziehung wird das Prüfergebnis der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons, $f_{is,l}$, abgeschätzt.

Bei der direkten Abschätzung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons darf diese Beziehung nur für den Beton und die Bedingungen verwendet werden, für die sie aufgestellt wurde. Die Beziehung darf nur innerhalb des durch die Prüfdaten abgedeckten Bereiches verwendet werden.

Für die Beurteilung der charakteristischen Druckfestigkeit des Bauwerksbetons gelten die folgenden Bedingungen:

- die Beurteilung jedes Prüfbereiches muss auf mindestens 15 Messstellen beruhen;
- die Standardabweichung muss dem berechneten Wert oder 3,0 N/mm² entsprechen, wobei der höhere Wert maßgebend ist.

Die geschätzte charakteristische Druckfestigkeit des Prüfbereiches ist der niedrigere der folgenden beiden Werte:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - 1,48 \cdot s \quad (5)$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4 \quad (6)$$

Dabei ist

- s die Standardabweichung der Prüfergebnisse.

8.3 Anwendung der aus einer begrenzten Anzahl von Bohrkernen und einer Bezugskurve ermittelten Beziehung (Wahlmöglichkeit 2)

8.3.1 Allgemeines

Zur Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton können Rückprallhammer-Prüfungen, Ultraschall-Impulsgeschwindigkeitsprüfungen und Ausziehprüfungen, ergänzt durch Verwendung einer Bezugskurve, die auf ein durch die Bohrkernprüfungen bestimmtes, geeignetes Niveau verschoben wird, angewendet werden.

Diese Vorgehensweise gilt für die Beurteilung von Normalbeton, der aus den gleichen Bestandteilen und mit dem gleichen Herstellungsverfahren hergestellt wird.

Aus dieser Grundgesamtheit wird ein Prüfbereich ausgewählt und mindestens 9 Prüfergebnispaare (Ergebnisse von Bohrkernprüfungen und von indirekten Prüfungen an derselben Messstelle) werden zur Bestimmung des Wertes Δf (Verschiebung) verwendet. Dieser Wert entspricht der Verschiebung der Bezugskurve, die erforderlich ist, um die Beziehung zwischen den indirekten Messungen und der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons aufzustellen.

Zur Beurteilung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons werden anschließend indirekte Prüfungen am Beton durchgeführt, die aufgestellte Beziehung wird zur Abschätzung der Druckfestigkeit verwendet und die charakteristische Druckfestigkeit wird berechnet.

8.3.2 Prüfverfahren

Die Prüfeinrichtung, das Prüfverfahren und die Darstellung der Prüfergebnisse müssen EN 12504-1, EN 12504-2, EN 12504-3 bzw. EN 12504-4 entsprechen.

8.3.3 Durchführung

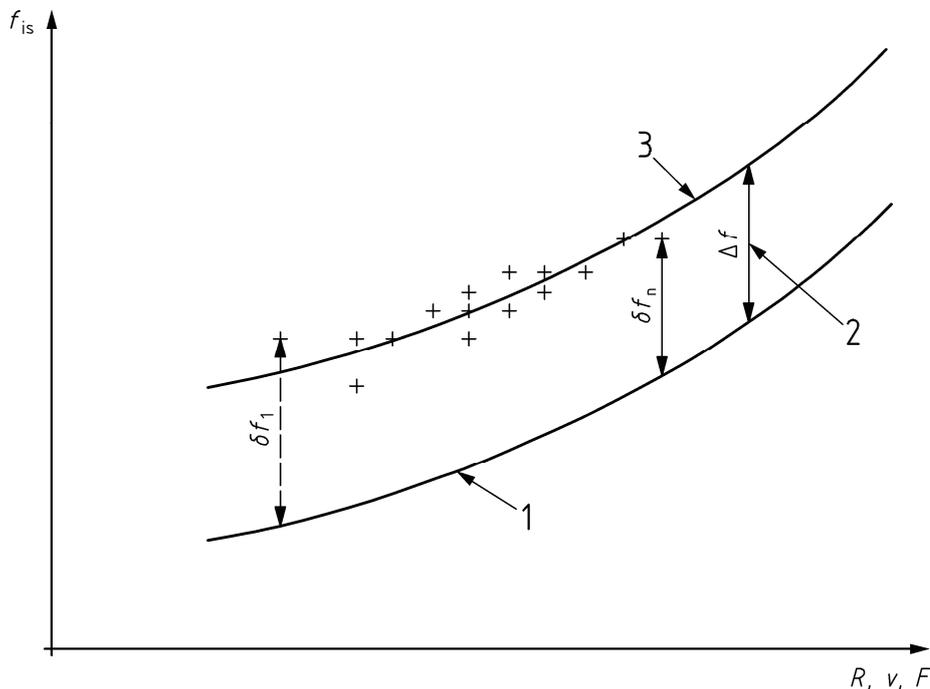
Die folgende Vorgehensweise gilt für die Aufstellung der Beziehung zwischen dem indirekten Verfahren und der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons.

- a) Ein Prüfbereich mit mindestens 9 Messstellen ist zu wählen.
- b) An jeder Messstelle ist ein Prüfergebnis für die Prüfung mit dem Rückprallhammer nach EN 12504-2, für die Prüfung der Ausziehkraft nach EN 12504-3 oder für die Prüfung der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit nach EN 12504-4 — wie zutreffend — zu erzielen.
- c) An jeder Messstelle ist ein Bohrkern nach EN 12504-1 zu entnehmen und zu prüfen.

- d) Entsprechend den in Bild 1 dargestellten Grundsätzen ist die Festigkeit der Bohrkern (y-Achse) über den Prüfergebnissen aus den indirekten Prüfungen an Kopien der Bilder 2 bis 4 — wie zutreffend — aufzuzeichnen.
- e) Für jede Messstelle ist die Differenz zwischen dem Messwert der Druckfestigkeit für den Bohrkern und dem Wert auf der Bezugskurve, d. h. $\delta f = f_{is} - f_{R, v \text{ oder } F}$, zu bestimmen.
- f) Der Mittelwert für $\delta f_{m(n)}$ für n -Prüfergebnisse und die Standardabweichung s sind zu berechnen.
- g) Der Betrag der Verschiebung der Bezugskurve Δf ist nach der Gleichung $\Delta f = \delta f_{m(n)} - k_1 \cdot s$ zu berechnen. Dabei ist k_1 der Tabelle 3 zu entnehmen.

ANMERKUNG Die Bezugskurve wurde absichtlich sehr tief gesetzt, damit die Verschiebung stets positiv ist.

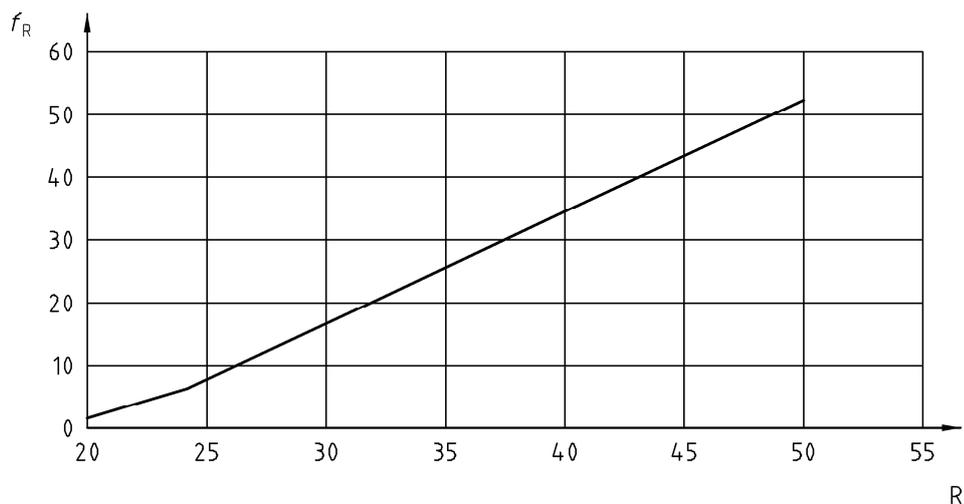
- h) Die Bezugskurve ist um den Wert Δf zu verschieben, um die Beziehung zwischen der Ergebnissen der indirekten Prüfung und der Druckfestigkeit für den zu untersuchenden Beton zu erhalten.



Legende

- 1 Bezugskurve
- $\delta f_{1...n}$ Differenz zwischen dem Einzelergebnis der Bohrkernfestigkeit und dem Festigkeitswert entsprechend der grundlegenden Beziehung
- 2 Δf Verschiebung der Bezugskurve
- 3 Beziehung zwischen dem Ergebnis des indirekten Prüfverfahrens und der Druckfestigkeit für den zu untersuchenden Beton
- R Rückprallzahl nach EN 12504-2
- F Ausziehungskraft nach EN 12504-3
- v Ultraschallgeschwindigkeit nach EN 12504-4

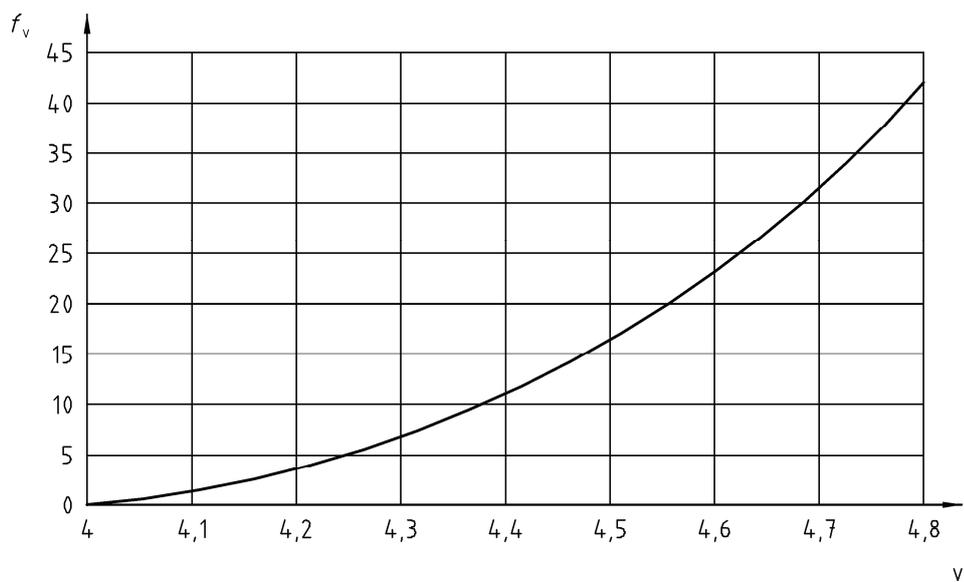
Bild 1 — Prinzip zur Bestimmung der Beziehung zwischen den Ergebnissen der Prüfung der Druckfestigkeit und der indirekten Prüfung



Legende

R Rückprallzahl nach EN 12504-2

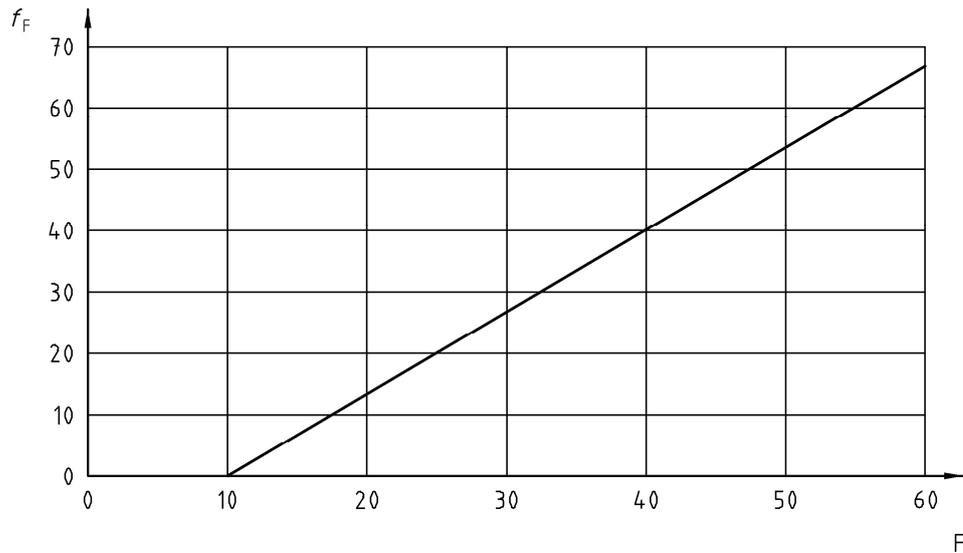
Bild 2 — Bezugskurve für die Prüfung mit dem Rückprallhammer



Legende

v Ultraschallgeschwindigkeit in km/s nach EN 12504-4

Bild 3 — Bezugskurve für die Prüfung der Ultraschallgeschwindigkeit



Legende

F Ausziehungskraft in N nach EN 12504-3

Bild 4 — Bezugskurve für die Prüfung der Ausziehungskraft

Die Bezugskurven in den Bildern 2, 3 und 4 bzw. vergrößerte Kopien davon können ohne Verletzung der Urheberrechte für grafische Berechnungen verwendet werden.

Die nachstehenden mathematischen Funktionen der Kurven gelten für die numerischen Berechnungen:

Bild 2 — Rückprallhammer

$$f_R = 1,25 \cdot R - 23 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1,73 \cdot R - 34,5 \quad 24 \leq R \leq 50$$

Bild 3 — Ultraschallgeschwindigkeit

$$f_v = 62,5 \cdot v^2 - 497,5 \cdot v + 990 \quad 4 \leq v \leq 4,8$$

Bild 4 — Ausziehungskraft

$$f_F = 1,33 \cdot (F - 10) \quad 20 \leq F \leq 60$$

Andere bewährte Beziehungen und Bezugskurven dürfen verwendet werden.

Tabelle 3 — Koeffizient k_1 in Abhängigkeit von der Anzahl der Prüfergebnispaare

Anzahl der Prüfergebnispaare n	Koeffizient k_1
9	1,67
10	1,62
11	1,58
12	1,55
13	1,52
14	1,50
≥ 15	1,48

8.3.4 Geltungsbereich der Beziehungen

Die mit dem Verfahren nach 8.3.3 aufgestellte Beziehung darf innerhalb der folgenden Bereiche angewendet werden:

- ± 2 Rückprallzahlen außerhalb des Bereiches, der zur Ermittlung der Verschiebung verwendet wurde;
- $\pm 0,05$ km/s außerhalb des Bereiches der Ultraschallgeschwindigkeit, der zur Ermittlung der Verschiebung verwendet wurde;
- $\pm 2,5$ kN außerhalb des Bereiches der Ausziehungskraft, der zur Ermittlung der Verschiebung verwendet wurde.

8.3.5 Abschätzung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton

Das Ergebnis der Prüfung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, f_{is} , wird unter Anwendung der mit dem Verfahren nach 8.3.3 aufgestellten Beziehung abgeschätzt. Die Beziehung darf nur zur Abschätzung der Druckfestigkeit eines bestimmten Betons und für die Bedingungen, für die sie aufgestellt wurde, angewendet werden. Die Anwendung der Beziehung ist nur im zutreffenden Geltungsbereich zulässig, siehe 8.3.4

Für die Abschätzung der charakteristischen Druckfestigkeit des Bauwerksbetons gelten die Bedingungen und das Verfahren nach 8.2.4.

Eine Beurteilung auf der Grundlage der Prüfung von Bohrkernen gleicher Länge und gleichen Durchmessers und unter Anwendung der Bezugskurven in den Bildern 2, 3 und 4 ergibt eine Druckfestigkeit, die der Würfeldruckfestigkeit entspricht. Nach der Berechnung der charakteristischen Festigkeit kann die äquivalente Druckfestigkeitsklasse nach EN 206-1 unter Anwendung von Tabelle 1 abgeschätzt werden. Beruht die Abschätzung auf der Prüfung von 2:1-Bohrkernen mit einem Durchmesser von mindestens 50 mm, wird die Tabelle 1 ebenfalls zur Ermittlung der entsprechenden Festigkeitsklasse verwendet.

Sofern erforderlich, kann das tatsächliche Ergebnis der Bohrkernprüfung mit einer am Ort der Verwendung geltenden Beziehung in die äquivalente Festigkeit eines Würfels oder Zylinders umgerechnet werden.

8.4 Kombination von Prüfergebnissen der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton, die nach verschiedenen Prüfverfahren ermittelt werden

ANMERKUNG Diese Norm enthält keine Hinweise auf die Verwendung der kombinierten Verfahren. Siehe die nationalen Bestimmungen und die Fachliteratur für die Kombination der verschiedenen Prüfverfahren.

9 Beurteilung in Fällen, in denen Zweifel über die auf der Grundlage von Standardprüfungen ermittelte Konformität von Beton bestehen

Bei einem Prüfbereich, der viele Betonchargen mit ≥ 15 Ergebnissen aus Bohrkernprüfungen enthält, darf von diesem Bereich angenommen werden, dass er aus Beton mit ausreichender Festigkeit besteht und dass der Beton in diesen Bereichen der EN 206-1 entspricht, wenn

$$f_{m(n),is} \geq 0,85(f_{ck} + 1,48 \cdot s) \quad (7)$$

und

$$f_{is,niedrigst} \geq 0,85 (f_{ck} - 4) \quad (8)$$

ANMERKUNG 1 Der Ausfall eines einzelnen Bohrkerns deutet eher auf ein lokales, denn auf ein übergreifendes Problem hin.

Alternativ darf nach Vereinbarung zwischen den Vertragsparteien von dem Prüfbereich eine ausreichende Betonfestigkeit angenommen werden, wenn ≥ 15 Ergebnisse aus indirekter Prüfung vorliegen und mindestens zwei Bohrkern dem Bereich entnommen werden, der bei der indirekten Prüfung eines der geringsten Ergebnisse aufweist und deren Druckfestigkeit einen Mindestwert von

$$f_{is,niedrigst} \geq 0,85 (f_{ck} - 4) \quad (9)$$

ergibt.

In einem begrenzten Bereich, der nur einige Chargen von Beton enthält, darf der zuständige Experte zwei Bohrstellen aufgrund vorhandener Erfahrung auswählen und es darf von diesem Bereich angenommen werden, dass er aus Beton mit angemessener Festigkeit besteht, wenn

$$f_{is,niedrigst} \geq 0,85 (f_{ck} - 4) \quad (10)$$

erfüllt ist.

Wenn angenommen werden kann, dass der Prüfbereich eine ausreichende Betonfestigkeit aufweist, ist davon auszugehen, dass der Beton einer übereinstimmenden Gesamtheit entstammt.

ANMERKUNG 2 Wenn die Festigkeit kleiner als $0,85 (f_{ck} - 4)$ ist, gelten die Bemessungsannahmen nicht mehr und das Tragwerk sollte auf dessen Tauglichkeit begutachtet werden. Eine geringe Bauwerksfestigkeit kann durch eine Reihe von Faktoren hervorgerufen werden, einschließlich einer Nichtübereinstimmung des Betons mit den Festlegungen, schlechtes Verdichten oder unkontrollierte Wasserzugabe auf der Baustelle. Es kann notwendig werden, dass der Hersteller und der Abnehmer die maßgeblichen Gründe dafür feststellen; dies erfordert jedoch die Berücksichtigung von Fehlstellen und Bewehrung in den Bohrkernen auch die Festigkeitsentwicklung der Kerne zum Prüfzeitpunkt. Diese Norm enthält darüber jedoch keine Anhaben.

10 Beurteilungsbericht

Der Beurteilungsbericht muss Folgendes enthalten:

- a) Zweck der Beurteilung;
- b) Identifikation und Beschreibung des Bauwerks oder der Fertigteile;
- c) Angaben, die zum Beton vorliegen (Zusammensetzung der Betonmischung, Festigkeitsklasse, Alter usw.);
- d) das zur Beurteilung verwendete Verfahren; Bohrkernprüfungen oder indirekte Verfahren nach der Wahlmöglichkeit 1 oder 2;
- e) Aufstellung der Beziehung bei Verwendung der Wahlmöglichkeit 1;
- f) Prüfprogramm einschließlich
 - Prüfverfahren
 - Bohrkern (Maße, Behandlung, Lagerungsbedingungen, usw.)
 - Probenahmeplan
 - Anzahl der Prüfungen;
 - Abweichungen vom genormten Verfahren (z. B. Lagerungszeit), sofern solche vorliegen;
- g) Prüfdaten und -ergebnisse;
- h) Berechnungen;
- i) Beurteilung der charakteristischen Druckfestigkeit und, sofern erforderlich, die äquivalente Druckfestigkeitsklasse nach EN 206-1.

Anhang A (informativ)

Faktoren mit Einfluss auf die Bohrkerndruckfestigkeit

A.1 Allgemeines

Faktoren, die die Bohrkerndruckfestigkeit beeinflussen, lassen sich danach unterscheiden, ob diese eine Eigenschaft des Betons betreffen oder ob sie in der Prüfung eine Variable darstellen.

Die Festigkeit eines Bohrkerns wird durch den Verlauf der Nachbehandlung des Bauwerksbetons und das Alter des Betons zum Zeitpunkt der Probenahme beeinflusst.

Einige der Einflussfaktoren müssen bei der Beurteilung der Prüfergebnisse berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung anderer Faktoren muss dagegen unter Umständen abgewogen werden, während wieder andere üblicherweise vernachlässigt werden.

A.2 Betoneigenschaften

A.2.1 Feuchtegehalt

Der Feuchtegehalt eines Bohrkerns hat Einfluss auf die gemessene Druckfestigkeit. Die Druckfestigkeit eines wassergetränkten Bohrkerns ist 10 % bis 15 % niedriger als die eines luftgetrockneten Vergleichsbohrkerns; üblicherweise liegt der Wert zwischen 8 % und 12 %.

A.2.2 Porenvolumen

Mit zunehmendem Porenvolumen sinkt die Druckfestigkeit. Eine Zunahme des Porenvolumens von etwa 1 % setzt die Druckfestigkeit um 5 % bis 8 % herab.

A.2.3 Prüfrichtung in Bezug auf die Betonierrichtung

Die gemessene Druckfestigkeit eines senkrecht, in Betonierrichtung entnommenen Bohrkerns kann in Abhängigkeit von der Stabilität des Frischbetons größer als die Festigkeit eines waagrecht aus demselben Beton entnommenen Bohrkerns sein. Die Größenordnung des Unterschiedes liegt üblicherweise im Bereich von 0 % bis 8 %.

A.2.4 Fehlstellen

Fehlstellen in Bohrkernen können aus verschiedenen Gründen auftreten. Dazu gehören z. B. Wasseransammlungen unter flachkörnigen Partikeln oder waagerechten Bewehrungen und aufgrund von örtlichen Entmischungen entstandene Hohlräume. Die Zuverlässigkeit der Druckfestigkeitsbewertung derartiger Bohrkerns und ihre Fähigkeit, die allgemeine Druckfestigkeit des Bauwerksbetons wiederzugeben, sollten getrennt bewertet werden.

A.3 Prüfung von Variablen

A.3.1 Bohrkerndurchmesser

Der Bohrkerndurchmesser hat Einfluss sowohl auf die gemessene Druckfestigkeit als auch auf deren Schwankungsbreite. Die Druckfestigkeit eines waagrecht entnommenen Bohrkerns, dessen Durchmesser und Höhe gleich 100 mm sind ($l/d = 1$), entspricht der Druckfestigkeit von würfelförmigen Probekörpern mit einer Kantenlänge von 150 mm.

Bei Bohrkernen mit einem Durchmesser < 100 mm und mit $l/d = 1$ ist die Schwankungsbreite der Druckfestigkeit üblicherweise größer. Daher kann es bei Bohrkernen mit einem Durchmesser von 50 mm angemessen sein, die dreifache Anzahl an Bohrkernen zu verwenden wie bei den Prüfungen an Bohrkernen mit einem Durchmesser von 100 mm; bei Bohrkernen mit einem Durchmesser zwischen 100 mm und 50 mm ist linear zu interpolieren.

Die Schwankungsbreite der gemessenen Druckfestigkeit steigt, wenn das Verhältnis von Durchmesser zu maximaler Korngröße sinkt.

Bohrkerne mit einem Durchmesser < 50 mm (Mikrokerne) erfordern Maßnahmen, die durch diese Norm nicht abgedeckt sind.

A.3.2 Verhältnis Länge/Durchmesser

Das Verhältnis Länge/Durchmesser hat Einfluss auf die gemessene Druckfestigkeit. Die Druckfestigkeit nimmt bei Verhältnissen $l/d > 1$ ab und steigt bei Verhältnissen $l/d < 1$ an. Dies beruht vorwiegend auf der Einspannung zwischen den Platten der Prüfmaschine.

A.3.3 Ebenheit der Stirnflächen

Abweichungen von der Ebenheit setzen die gemessene Druckfestigkeit herab. Die zulässige Abweichung für die Ebenheit sollte die gleiche wie für die genormten Probekörper sein, d. h. wie in EN 12390-1 festgelegt.

A.3.4 Abgleichschicht auf Stirnflächen

Abgleichschichten mit geringer Festigkeit setzen die Druckfestigkeit herab. Dünne Abgleichungen aus hochfestem Mörtel oder hochfestem Schwefel haben keinen signifikanten Einfluss auf die Druckfestigkeit. Es wird empfohlen, die Stirnflächen zu schleifen.

A.3.5 Auswirkungen des Bohrens

Die Bohrarbeiten können in jungem Beton oder in Beton mit geringer Festigkeit Schäden verursachen; üblicherweise ist es jedoch nicht möglich, diese Auswirkungen an der Schnittfläche zu sehen.

Ein Bohrkern kann eine geringere Festigkeit als ein Zylinder aufweisen, da die Oberfläche eines Bohrkerns angeschnittene Stücke des Zuschlagstoffs enthält, die unter Umständen nur durch Adhäsion der Matrix in der Oberfläche verbleiben. Derartige Partikel tragen meistens nur wenig zur Druckfestigkeit des Bohrkerns bei.

A.3.6 Bewehrung

Die zur Messung der Betondruckfestigkeit verwendeten Bohrkern sollten keine Bewehrungsstäbe enthalten. Falls dies sich nicht vermeiden lässt, muss davon ausgegangen werden, dass die gemessene Druckfestigkeit eines Bohrkerns, der eine Bewehrung enthält, (außer in Richtung seiner Längsachse) herabgesetzt ist. Bohrkern, die in oder in der Nähe der Längsachse Bewehrungsstäbe enthalten, eignen sich nicht für die Prüfung der Festigkeit.

Anhang B (informativ)

Faktoren mit Einfluss auf die unter Anwendung indirekter Prüfverfahren erhaltenen Ergebnisse

B.1 Rückprallhammer-Prüfungen

Die Beziehung zwischen Druckfestigkeit und Rückprallzahl wird sowohl durch die Eigenschaften des Betons als auch durch die Prüfbedingungen beeinflusst.

B.2 Messungen der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit

Die Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und den Messungen der Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit wird sowohl durch die Eigenschaften des Betons als auch durch die Prüfbedingungen beeinflusst. Diese Faktoren sind in EN 12504-4 umrissen und sollten bei der Beurteilung der Prüfergebnisse berücksichtigt werden.

In EN 12504-4 sind weitere Informationen zur Korrelation von Druckfestigkeit und Ultraschall-Impulsgeschwindigkeit angegeben.

B.3 Ausziehprüfungen

Die Beziehung zwischen Druckfestigkeit und gemessener Ausziehkraft wird sowohl durch die Eigenschaften des Betons als auch durch die Prüfbedingungen beeinflusst.

Einige mögliche Faktoren sind:

- Art der Gesteinskörnung;
- Verdichtung;
- Lagerung;
- Feuchtebedingungen während der Prüfung;
- Einbettungstiefe;
- Anomalien der Oberfläche;
- Vorhandensein von Bewehrungen.

Das Vorhandensein von Bewehrungsstahl in unmittelbarer Nähe der Messstelle kann die Prüfergebnisse in besonderem Maße beeinflussen.

In EN 12504-3 sind weitere Informationen zur Korrelation von Druckfestigkeit und Ausziehkraft angegeben.

Anhang C (informativ)

Konzepte bezüglich des Verhältnisses zwischen der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons und der Druckfestigkeit genormter Probekörper

Die Druckfestigkeit von Bohrkernen und die Druckfestigkeit des Bauwerksbetons sind im Allgemeinen niedriger als diejenige, die an genormten Probekörpern, die derselben Betoncharge entnommen wurden, gemessen wird. Dies folgt aus einer Reihe von Faktoren, wie z. B. den Grad der Verdichtung und der Nachbehandlung unter den praktischen Baustellenbegebenheiten, abhängig von der Position innerhalb des Bauwerksteils, an der die Druckfestigkeit des Bauwerksbetons bestimmt wird. Die Prüfung von Bauwerksbeton weist Folgendes auf:

- 1) Die Druckfestigkeit des Bauwerksbetons innerhalb eines Bauwerksteils kann sowohl zufällig als häufig auch nach einem regelmäßigen Muster schwanken.
- 2) Die Größenordnung der Schwankungen innerhalb eines Bauwerksteils kann zwischen verschiedenen Bauwerksteilen unterschiedlich sein.
- 3) Mit der Betonierhöhe sinkt die Druckfestigkeit des Bauwerksbetons in Betonierrichtung; dies gilt auch für Platten und kann an der Oberseite zur Deckschicht hin eine um 25 % niedrigere Festigkeit als innerhalb des Betonkörpers ergeben. Beton mit einer geringeren Druckfestigkeit konzentriert sich häufig entweder in den oberen 300 mm oder 20 % der Tiefe, je nachdem, welcher Bereich der kleinere ist.

Die Bemessung von Stahlbeton- und Spannbeton-Bauwerken beruht auf dem allgemein anerkannten Grundsatz, dass der Beton als ein Material mit nach dem Zufallsprinzip schwankenden Eigenschaften zu betrachten sei, dessen Prüfergebnisse normalverteilt sind. Unterschiede zwischen der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons und derjenigen genormter Probekörper sind unvermeidlich. Bei der Bemessung werden diese Faktoren neben anderen durch die Einführung eines Teilsicherheitsbeiwertes für die Druckfestigkeit γ_c berücksichtigt.

Anhang D (informativ)

Anleitung für die Planung, Probenahme und Beurteilung der Ergebnisse bei der Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton

D.1 Planung

Das Ziel der Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in einem Bauwerk oder in Fertigteilen hat Einfluss auf die Planung der Prüfbereiche. Es werden ein oder mehrere Prüfbereiche benannt, und innerhalb jedes Prüfbereichs wird eine bestimmte Anzahl an Messstellen ausgewählt. Die Wahl der Größe der Messstellen hängt vom Prüfverfahren ab. Die Anzahl der Prüfergebnisse aus einem Prüfbereich hat Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Bewertung.

Soll die Druckfestigkeitsklasse in einem ganzen Bauwerk durch Bewertung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons beurteilt werden, so sollte das Bauwerk in Prüfbereiche unterteilt werden, von denen angenommen werden kann, dass der darin enthaltene Beton zur selben Grundgesamtheit mit einem Modus gehört und für die allgemeine Qualität repräsentativ ist.

Die maßgebenden Daten sind zu überprüfen, um festzustellen, ob die Annahme einer einfachen modalen Verteilung sinnvoll ist.

Bei der Bewertung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons sollte berücksichtigt werden, dass die Druckfestigkeit des Betons üblicherweise in der Betonrandzone des Bauteils bzw. Bauwerksteils am geringsten ist und dass die Druckfestigkeit unterhalb der Oberfläche mit zunehmender Tiefe zunimmt.

In Fällen, in denen die Tragfähigkeit bestehender Tragwerke bewertet werden soll, sollten die Prüfbereiche hauptsächlich in denjenigen Bereichen des Bauwerks gewählt werden, die unter maßgebender Beanspruchung stehen. Dabei sollte die Tragfähigkeit durch die Probenahme nicht negativ beeinflusst werden.

Soll die Art oder das Ausmaß einer Beschädigung bewertet werden, so sollten die Prüfbereiche hauptsächlich in denjenigen Bereichen gewählt werden, von denen bekannt ist oder angenommen werden kann, dass gefährliche Auswirkungen auftreten können oder bereits eingetreten sind. In derartigen Fällen kann es von Vorteil sein, diese Ergebnisse mit Proben aus unbeschädigten Teilen zu vergleichen.

D.2 Probenahme

Die einzelnen Messstellen jedes Prüfbereiches sollten nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden, wenn repräsentative Daten erwünscht sind.

Die Anzahl der zu entnehmenden Bohrkerns oder der indirekten Messungen hängt vom Verfahren ab, das zur Bewertung der Druckfestigkeit des Bauwerksbetons angewendet wird.

Grundsätzlich sollte die Probenahme so geplant werden, dass sichergestellt ist, dass die einem Bauwerksteil oder einem Betonfertigteile entnommene Zufallsprobe die Verteilung der Eigenschaften des Betons der Grundgesamtheit repräsentiert.

D.3 Prüfprogramm

Das Prüfverfahren sollte im Zusammenhang mit den Prüfbereichen und der Anzahl der für jede Messstelle durchzuführenden indirekten Prüfungen festgelegt werden.

D.4 Bewertung

Die Bewertung der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton kann die Berücksichtigung des Alters zum Zeitpunkt der Prüfung und die im Beton herrschenden Feuchtebedingungen einschließen. Die Druckfestigkeit kann in jedem Alter bewertet werden, das Alter sollte jedoch im Prüfbericht angegeben und, falls notwendig, berücksichtigt werden.

In Fällen, in denen z. B. die Tragfähigkeit von Bedeutung ist, ist in der Hauptsache die Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Prüfung (tatsächliche Druckfestigkeit des Bauwerksbetons) bedeutsam.

Die im Bauwerk herrschenden Feuchtebedingungen sollten berücksichtigt werden. In Fällen, in denen um ein Bauwerk oder ein Fertigteil feuchte Bedingungen herrschen, sollten die Bohrkern im wassergesättigten Zustand geprüft werden; entsprechend sollte der Bohrkern im trockenen Zustand geprüft werden, wenn um das Bauwerk oder Fertigteil trockene Bedingungen herrschen. Sofern nicht anders festgelegt, sind die Bohrkern im trockenem Zustand zu prüfen, siehe 7.1.

Literaturhinweise

- [1] EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*
- [2] ENV 13670-1, *Ausführung von Tragwerken aus Beton — Teil 1: Allgemeine Regeln und Regeln für Bauwerke*
- [3] EN 13369, *Allgemeine Regeln für Betonfertigteile*