

Kapitel 3

Teil 11

Prüfverfahren für Beton

Teil 11.1: Prüfvorschrift zur Prüfung des Frost-Tausalz- Widerstandes am Festbeton

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Grundlagen	168
1.1 Allgemeines	168
2. Hinweise für die Erst-/Kontrollprüfungen	168
2.1 Erstprüfung	168
2.2 Kontrollprüfung.....	168
3. Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes	168
3.1 Geräte	168
3.1.1 Prüfbehälter.....	168
3.1.2 Prüfeinrichtung/Temperaturmessung	169
3.2 Prüfkörper	169
3.2.1 Erstprüfung	169
3.2.2 Kontrollprüfung.....	169
3.2.2.1 Fahrbahndecken.....	170
3.2.2.2 Ingenieurbauten.....	170
3.3 Durchführung der Prüfung.....	170
3.3.1 Probenvorbereitung	170
3.3.2 Frost-Tau-Wechselbeanspruchung	171
3.3.3 Temperaturzyklus	171
3.3.4 Bestimmung der Abwitterung	171
3.3.5 Bestimmung der Spaltzugfestigkeit.....	172
4. Prüfbericht	173

1. Grundlagen

1.1 Allgemeines

Diese Prüfvorschrift gilt für den Geschäftsbereich der LSBB für Fahrbahndecken aus Beton gemäß ZTV Beton-StB 07 sowie Brücken- und Ingenieurbauwerke gemäß ZTV-ING.

2. Hinweise für die Erst-/Kontrollprüfungen

2.1 Erstprüfung

In der Erstprüfung soll die Eignung der vorgesehenen Betonzusammensetzung für das entsprechende Bauteil bzw. den Deckenbeton nachgewiesen werden.

Der prüftechnische Nachweis des Frost-Tausalz-Widerstandes des Betons ist in der Erstprüfung für:

- Fahrbahndecken aus Beton gemäß ZTV Beton-StB (Oberbeton) bzw.
- Bauteilen von Ingenieurbauwerken gemäß ZTV-ING (Expositionsklasse XF4, XD3, bspw. Brückenkappen) zu führen.

Die Prüffläche der Probekörper muss hierbei der Oberflächenstruktur der herzustellenden Bauteile entsprechen (bspw. Waschbetonstruktur bei Fahrbahndecken, Besenstrich bei Kappen, etc.).

2.2 Kontrollprüfung

Für den Nachweis des ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstandes des eingebauten Betons gilt das Verfahren gemäß diesem Teil als **Referenzprüfverfahren**.

Die Prüfung muss an der beanspruchten Betonoberfläche (bspw. Waschbetonstruktur bei Fahrbahndecken, Besenstrich bei Kappen, etc.) erfolgen.

3. Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes

3.1 Geräte

3.1.1 Prüfbehälter

Zur Vorlagerung und Prüfung der Prüfkörper in der Tausalzlösung werden Edelstahlbehälter verwendet.

Die Abmessungen dieser Prüfbehälter müssen so groß sein, dass die Abstände zwischen den Prüfkörpern sowie zwischen Prüfkörpern und Gefäßrand mindestens 30 mm betragen.

Auf dem Behälterboden ist ein mindestens 5 mm hoher Abstandshalter anzuordnen.

3.1.2 Prüfeinrichtung/Temperaturmessung

Als Prüfeinrichtung ist jeder luftgekühlte Klimaschrank geeignet, bei dem garantiert ist, dass der Temperaturzyklus in der Prüflösung mit einer Abweichung von max. ± 1 K eingehalten wird. Entscheidend ist die mittels Kontrollthermometer in der Prüflösung gemessene Temperatur.

Die Ist-Temperaturmessung für den vorgegebenen Regeltemperaturzyklus ist in der Prüflösung eines Prüfbehälters zu messen, der mittig im Klimaschrank angeordnet ist. Die Genauigkeit der Temperaturmessung ist anhand eines geeichten Thermometers regelmäßig zu überprüfen.

3.2 Prüfkörper

Für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes nach den Kriterien Abwitterung und Spaltzugfestigkeitsabfall sind als Prüfkörper jeweils die oberen 50 mm (± 5 mm) von Bohrkernen zu verwenden, die aus Probekörpern oder später beanspruchten Flächen von Fahrbahndecken bzw. Bauteilen entnommen werden.

Die Prüffläche der Probekörper muss hierbei der Oberflächenstruktur der herzustellenden Bauteile entsprechen (bspw. Waschbetonstruktur bei Fahrbahndecken, Besenstrich bei Kappen, etc.).

Die restlichen Teile der 6 Bohrkern sind bis zum Abschluss der Prüfungen im Labor zu lagern. Bei negativem Prüfergebnis ist deren weitere Verwendung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abzustimmen.

3.2.1 Erstprüfung

Im Rahmen der Erstprüfung sind für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes mindestens 6 Würfel ≥ 150 mm mit entsprechender Oberflächenstrukturierung herzustellen. Aus diesen sind drei Bohrkern $\varnothing 100$ mm für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes und 3 Bohrkern für die Prüfung der Spaltzugfestigkeit gemäß nachfolgender Prüfanweisung zu entnehmen.

Bei Fahrbahndecken mit „Waschbetonstruktur“ können zur Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes die nach TP Beton-StB 10 herzustellenden „Waschbetonplatten“ (300 x 300 x 50 mm) verwendet werden.

3.2.2 Kontrollprüfung

Für Kontrollprüfungen sind mindestens 6 Bohrkern $\varnothing 100$ mm aus der durch Frost und Tausalz beanspruchten Fläche des zu prüfenden Bauteils zu entnehmen. Davon sind drei Prüfkörper einer Frost-Tausalz-Prüfung (Abwitterung) zu unterziehen und drei in Wasser zu lagern (Vergleichskörper). Anschließend ist an allen sechs Prüfkörpern die Spaltzugfestigkeit zu prüfen.

Seite 170	Kapitel 3 Oberbau Teil 11.1: Prüfverfahren für Beton Prüfvorschrift zur Prüfung des Frost-Tausalz- Widerstandes am Festbeton	ZTV-StB LSBB ST 21
-----------	---	--------------------

3.2.2.1 Fahrbahndecken

Bei Verkehrsflächen erfolgt die Entnahme von jeweils zwei Bohrkernen aus drei hintereinander liegenden Fahrbahnplatten. Der Abstand der beiden Bohrkern je Fahrbahnplatte soll etwa 200 mm betragen. Für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes und die Vergleichsprüfung nach Wasserlagerung ist jeweils ein Bohrkern pro Fahrbahnplatte zu verwenden.

Die Probenentnahme hat gemäß Ziffer 6.3, Teil 11, Kapitel 3 der ZTV-StB LSBB ST 21 zu erfolgen.

3.2.2.2 Ingenieurbauten

Bei Ingenieurbauwerken **im Bestand** ist die Bewertung des Frost-Tausalz-Widerstandes an Bohrkernen aus dem Bauteil durchzuführen.

Bei **neu zu errichtenden Bauwerken**, an denen aus statischen Gründen oder Gründen der Dauerbeständigkeit keine Bohrkern entnommen werden sollen (bspw. Brückenkappen), ist die Prüfung an Bohrkernen aus einer zusätzlich hergestellten und vor Ort gelagerten Probeplatte durchzuführen.

Diese Probeplatte und die daraus gewonnenen Bohrkern sind wie nachfolgend beschrieben herzustellen und zu lagern:

- Herstellen einer Probeplatte (B x L x H: 70 x 40 x 20 cm) aus dem für die Kappen verwendeten Beton während der Betonage.
Entsorgung der Plattenreste nach der Bohrkernentnahme durch den Auftragnehmer. Dafür ist eine Positionsnummer im Leistungsverzeichnis vorzusehen.
- Einbau, Verdichtung und Nachbehandlung müssen analog der Bauteilbetonage erfolgen.
- Die Probeplatte ist neben dem Bauteil zu lagern.

Hinweis:

Die Prüfergebnisse der Bohrkern aus der Probeplatte sind Grundlage für die Bewertung des Frost-Tausalz-Widerstandes des Kappenbetons!

Deshalb ist die Probeplatte auf die gleiche Art und Weise und mit der gleichen Sorgfalt herzustellen und nachzubehandeln wie das Bauteil.

Die Bohrkern aus der Probeplatte sind frühestens 14 Tage nach Herstellung zu entnehmen und dann unter Laborbedingungen bis zur Prüfung zu lagern (siehe nachfolgende Ziffer 3.3.1).

3.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung darf nur von Prüfstellen durchgeführt werden, die über ausreichende Erfahrung mit diesem Prüfverfahren verfügen und vom Auftraggeber dafür anerkannt sind.

3.3.1 Probenvorbereitung

Die aus dem Bauteil/der Probeplatte entnommenen Bohrkern und daraus hergestellten Prüfkörper sind, in Anlehnung an die DIN EN 12390-2, bis zur Prüfung mindestens drei Tage bei einer Lufttemperatur von 15 – 22 °C auf einem Lattenrost in einem geschlos-

senen Raum bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von $(65 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ zu lagern und vor direkter Zugluft zu schützen.

Frühestens 28 Tage nach Bauteil- bzw. Prüfkörperherstellung ist mit der **Vorlagerung** der zu befestigenden Prüfkörper in der Prüflösung zu beginnen. Hierzu sind die Prüfkörper in den Probehältern auf Abstandshaltern zu lagern. Anschließend wird die Prüflösung so hoch in die Behälter eingefüllt, dass die Prüfkörper 10 mm in der Prüflösung stehen.

Als Prüflösung ist eine 3 %- ige NaCl- Lösung zu verwenden. In der Lösung sind die Prüfkörper 4 Tage bei $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ zu lagern.

Die Behälter sind dabei abzudecken, um Verdunstungen zu vermeiden.

Da sich der Flüssigkeitsstand durch kapillare Saugwirkung verringern kann, ist er täglich zu überprüfen und gegebenenfalls aufzufüllen.

Im Anschluss an die Vorlagerung ist das Ausgangsvolumen der Prüfkörper durch Tauchwägung zu bestimmen.

Anschließend kann mit der Frost-Tausalz-Beanspruchung der Prüfkörper begonnen werden.

Die Vergleichsprüfkörper für die Spaltzugfestigkeit werden ab dem Zeitpunkt der Vorlagerung bis zur Durchführung der Spaltzugprüfung vollständig in Wasser von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ gelagert.

3.3.2 Frost-Tau-Wechselbeanspruchung

Die Frost-Tau-Wechselbeanspruchung erfolgt frühestens 32 Tage nach der Betonherstellung (Normaler 28 Tage plus 4 Tage Vorlagerung in der Prüflösung).

Hierzu werden die Behälter in den Klimaschrank gestellt und mit der definierten Anzahl von Frost-Tau-Wechseln beaufschlagt.

Die Abnahmekriterien sind für 50 Frost-Tau-Wechsel definiert.

3.3.3 Temperaturzyklus

Die Frost-Tau-Wechsel erfolgen in einem 12-Stunden Zyklus. Die Temperatur wird in 4 Stunden mit 10 K/h von $+ 20 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $- 20^\circ\text{C}$ abgesenkt, 3 Stunden bei $- 20 \text{ }^\circ\text{C}$ konstant gehalten, dann in 4 Stunden mit 10 K/h von $- 20^\circ\text{C}$ auf $+ 20 \text{ }^\circ\text{C}$ erhöht und bei dieser Temperatur wiederum 1 Stunde konstant gehalten.

Dieser Temperaturzyklus ist mit $\pm 1 \text{ K}$ in der Prüflösung einzuhalten.

3.3.4 Bestimmung der Abwitterung

Die Bestimmung der Abwitterung erfolgt an drei Prüfkörpern nach entsprechenden Frost-Tau-Wechseln.

Als Prüffläche zur Bestimmung der Abwitterung gemäß dieser Prüfvorschrift gilt die durch die Prüflösung beanspruchte Fläche. Sie setzt sich zusammen aus der Grundfläche des Prüfkörpers plus 10 mm der in die Prüflösung eintauchenden Seitenflächen.

Zum Entfernen der losen Abwitterung an den Beanspruchungsflächen sind die Prüfkörper unter fließendem Wasser vorsichtig, bspw. mit einer Handwaschbürste, abzubürsten.

Danach wird die Abwitterung über den Volumenverlust durch Tauchwägung bestimmt. Dabei ist eine Wassertemperatur von $+20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{K}$ einzuhalten.

Nach der Tauchwägung sind die Prüfkörper mit einem angefeuchtetem Lederlappen abzutupfen.

Der Volumenverlust ist in cm^3/cm^2 Prüffläche anzugeben und soll nach 12, 24, 36 und 50 Frost-Tau-Wechseln ermittelt werden.

Die Prüfung kann vorzeitig beendet werden, wenn zwei der drei Prüfkörper vor Prüfende den maximal zulässigen Volumenverlust gemäß Ziffer 4.1, Teil 10, Kapitel 3 überschritten haben.

Die Anzahl der bis zum Abbruch durchgeführten Frost-Tau-Wechsel ist anzugeben.

Die Oberflächen der Prüfkörper vor und nach Ablauf der Frost-Tausalz-Prüfung sind fotografisch zu dokumentieren und dem Prüfbericht beizufügen.

3.3.5 Bestimmung der Spaltzugfestigkeit

Nach der Bestimmung des Volumenverlustes nach 50 Frost-Tau-Wechseln wird von den befestigten Prüfkörpern und den dazugehörigen wassergelagerten Vergleichsprüfkörpern die Spaltzugfestigkeit in Anlehnung an die TP B-StB, Teil 3.1.05 geprüft.

Abweichend zur TP B-StB, Teil 3.1.05 erfolgt die Spaltzugprüfung an kernfeuchten und mit einem angefeuchteten Ledertuch abgetupften Proben.

Aus den Ergebnissen zwischen befestigten und wassergelagerten Prüfkörpern wird der Festigkeitsabfall in Prozent berechnet.

4. Prüfbericht

Der Prüfbericht muss alle Angaben gemäß TP B-StB, Teil 0.1 enthalten. Darüber hinaus sind folgende Angaben erforderlich:

Allgemeine Angaben

- a) Eindeutige Bezeichnung und Beschreibung der Prüfkörper
- b) Datum der Betonherstellung
- c) Betonhersteller und Sortennummer
- d) Art und Zusammensetzung des Betons
- e) Datum der Probekörpervorbereitung / Bohrkernentnahme

Angaben zur Frost-Tausalz-Prüfung

- f) Prüfalter
- g) Höhe und Durchmesser der Bohrkerne
- h) Zusammensetzung der Prüflüssigkeit
- i) Volumenverlust nach 12, 24, 36 und 50 Frost-Tau-Wechseln
- j) Anzahl der durchgeführten Frost-Tau-Wechsel bei vorzeitigem Prüfen
- k) Augenscheinprüfung (z.B. Risse, Abwitterung von Gesteinskörnung) vor sowie nach den 50 Frost-Tau-Wechseln
- l) Fotografische Dokumentation der beanspruchten Oberfläche und der Mantelfläche aller Prüfkörper vor und nach Ablauf der Frost-Tausalz-Prüfung
- m) alle Abweichungen vom Prüfverfahren

Angaben zur Bestimmung der Spaltzugfestigkeit

- n) Prüfalter
- o) Höhe und Durchmesser der Bohrkernscheiben
- p) Masse der Prüfkörper
- q) Rohdichte der Prüfkörper
- r) Höchstkraft beim Bruch
- s) Spaltzugfestigkeit
- t) Festigkeitsabfall zwischen befestigten und wassergelagerten Prüfkörpern
- u) ggf. Angabe bei Abweichungen von typischen Bruchbildern gemäß Anhang 1 der TP B-StB 3.1.05
- v) alle Abweichungen vom Prüfverfahren.