

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, Abteilung Verkehr

Prüfung von Beton

Prüfrichtlinie

für die Bestimmung des Frost-Taumittel-Widerstandes
von zementgebundenen Bauteilen

Ausgabe 12/2002

Bearbeitergruppe :

Leiter : Dipl.-Ing. R. Wurch, Sächsisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Arbeit; Abt. Verkehr

Mitarbeiter: Dr.-Ing. R. Glatte, Autobahnamt Sachsen
Dipl.-Ing. (FH) G. Wollanke, Autobahnamt Sachsen
Prof. Dr. – Ing. Chr. Grieger, Hochschule für Technik und
Wirtschaft Dresden (FH)
Dr.-Ing. W. Köhler, Saxotest Ing. GmbH, Dresden

Inhaltsübersicht

1	Allgemeines	4
2	Zweck und Anwendungsbereich	4
3	Begriffe	5
4	Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens, Geräte und Prüfmittel	5
4.1	<i>Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens</i>	5
4.2	<i>Geräte und Prüfmittel</i>	5
5	Bestimmung des Frost-Taumittel-Widerstandes	6
5.1	<i>Prüfkörper, Probenahme</i>	6
5.2	<i>Probenvorbereitung</i>	6
5.3	<i>Durchführung der Prüfung</i>	6
5.4	<i>Auswertung der Prüfung</i>	8
6	Prüfprotokoll	8
7	Organisatorische Regelungen	9
8	Literatur	9
Anlage 1	Anwendungsbereich der Prüfrichtlinie	
Anlage 2.1	Angaben zum Protokoll zur Bestimmung des Frost-Taumittel- Widerstandes von zementgebundenen Baustoffen	
Anlage 2.2	Protokoll (Formblatt) zur Bestimmung des Frost-Taumittel- Widerstand von zementgebundenen Bauteilen	

1 Allgemeines

Betone und Betonbauteile, die im Straßenbau und den zugehörigen Ingenieurbauwerken sowie anderen Bauwerken eingesetzt werden, sind unter anderem hohen Beanspruchungen durch Frost-Taumittel-Einwirkungen ausgesetzt. Darunter sind Betonbauteile zu verstehen, die im Sinne der DIN EN 206 in die Expositionsklasse XF 2 und XF 4 eingestuft werden.

In den geltenden Vorschriften gibt es kein einheitliches Prüfverfahren zur Bestimmung des Frost-Taumittel-Widerstandes. Zweck dieser Prüfvorschrift ist es, ein Prüfverfahren festzulegen,

- das entsprechend der tatsächlichen Beanspruchung während der Nutzungszeit im Labor an gesondert hergestellten oder aus dem Bauwerk entnommenen Proben geprüft, vergleichbare Ergebnisse bringt,
- das mit einem sinnvollen Aufwand reproduzierbare Aussagen liefert und sich in der Prüfdurchführung möglichst an vergleichbare Prüfungen anlehnt.

Dieses Verfahren ist anwendbar für Beton nach DIN EN 206 -1, DIN 1045 - 2, ZTV-K (ZTV-Ing) , ZTV Beton-StB, Betontragschichten und hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT) nach ZTVT-StB.

Die vorliegende Prüfvorschrift berücksichtigt jahrelange Erfahrungen und gewährleistet die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Alternativverfahren können zugelassen werden, soweit sie vergleichbare Ergebnisse zur sächsischen Prüfrichtlinie ausweisen, bzw. erwarten lassen.

Liegen aus vorangegangenen Prüfungen für eine Betonsorte bereits Ergebnisse nach der CDF-Prüfung oder dem Slab-Test vor, werden diese anerkannt.

Spätestens sechs Monate nach Erscheinen des Erlasses zur Prüfrichtlinie sind Qualitätsnachweise nach dieser Richtlinie zu erbringen.

Im Streitfall und bei Schadensfällen gilt das durch die Prüfrichtlinie des Sächsischen Staatministerium für Wirtschaft und Arbeit, Abt. Verkehr, ermittelte Ergebnis.

2 Zweck und Anwendungsbereich

Das Prüfverfahren dient zur Beurteilung des Widerstandes von Beton, Betontragschichten und hydraulisch gebundenen Tragschichten (HGT) gegenüber Frosteinwirkung in Gegenwart von Feuchtigkeit und Auftaumitteln (Frost-Taumittel-Widerstand).

Der Anwendungsbereich dieser Prüfrichtlinie ist in der Anlage 1 festgelegt.

3 Begriffe

Frost-Taumittel-Widerstand ist der Widerstand des Betons gegenüber einer festgelegten Anzahl von Frost-Tau-Wechselbeanspruchungen in Anwesenheit von Taumittellösung unter Einhaltung einer begrenzten Abwitterungsmenge bezogen auf die beanspruchte Fläche. Die zulässigen Abwitterungsmengen sind in der Tabelle 2 im Abschnitt 5.3 enthalten.

4 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens, Geräte und Prüfmittel

4.1 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens

Prüfkörper aus Beton werden mit der zu prüfenden Fläche auf Abstandshaltern in Edelstahlschalen gestellt, die mit einer definierten Prüfflüssigkeit gefüllt sind. Zusammen mit den Schalen werden die Prüfkörper in der dafür vorgesehenen Frost-Tau-Anlage abwechselnd eingefroren und aufgetaut. Danach wird der Volumenverlust festgestellt. Als Kühlmedium dienen Luft oder ein Kältebad, in welche die Schalen hineingestellt werden.

4.2 Geräte und Prüfmittel

- automatisch arbeitende Baustoffprüfruhe; Kühlmedium Luft oder Kältebad
- Edelstahlschalen und Einlagen (Abstandhalter mit mindestens 10 mm Höhe und maximal 10 mm Breite) aus korrosions- und formbeständigem Material)
- Prüfflüssigkeit ist Taumittellösung als Natriumchloridlösung (1-%ig bei HGT und Betontragschichten, 3-%ig für Betondeckschichten und sonstige Bauteile)
- saugfähige Tücher
- hydrostatische Waage mit 1 g Wägegenauigkeit
- Bürste mit harten Kunststoffborsten, Borstenlänge maximal 20 mm
- Laborthermometer mit 1K Genauigkeit
- Messschieber
- Stahlmaßstab
- Epoxidharz zur Abdichtung der Betonproben

5 Bestimmung des Frost-Taumittel-Widerstandes

5.1 Prüfkörper, Probenahme

Für eine Prüfung sind mindestens drei Prüfkörper erforderlich. Die von der Prüfflüssigkeit beanspruchte Fläche muss jedoch mindestens 500 cm^2 betragen. Die Prüfkörper werden gesondert hergestellt oder aus dem Bauteil entnommen (entspr. den jeweils geltenden Vorschriften). Die Mindestkantenlänge von Würfeln oder Bohrkernen beträgt 100 mm. Kleinformatische Betonwaren sind als ganzes Produkt direkt zu prüfen. Rundungen an Bordsteinen oder Phasen von Betonpflastersteinen sind flächenmäßig nicht gesondert zu berechnen sondern als in die horizontale Ebene projizierte Fläche anzusehen.

5.2 Probenvorbereitung

Gesondert hergestellte Prüfkörper sind nach einer 7-tägigen Wasserlagerung und einer sich anschließenden Luftlagerung bei Laborklima bis zum 28. Tag an den Seitenwänden der Proben über die gesamte Höhe gleichmäßig mit Epoxidharz abzudichten. Rundungen oder Phasen an den Seiten der Proben sind nicht abzudichten. An Bohrkernen ist dies nach einer mindestens 1-wöchigen Abtrocknungsphase nach der Entnahme durchzuführen. Dabei ist darauf zu achten, dass **nur** die Seitenflächen abgedichtet werden.

Die Betonprüfkörper sind im Alter von mindestens 28 Tagen zum kapillaren Saugen mit der später zu befestigenden Fläche 10 mm in demineralisiertem Wasser mit einer Temperatur $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ zu lagern. Wenn nichts anderes vereinbart wird, ist die zu befestigende Fläche stets die später dem Frost-Taumittel-Angriff ausgesetzte Fläche. Die Dauer des kapillaren Saugens beträgt 6 Tage. Anschließend sind die Prüfkörper vor der Nullwägung noch 24 Stunden voll unter Wasser eingetaucht zu lagern.

5.3 Durchführung der Prüfung

Die nach Abschnitt 5.2 vorbereiteten Prüfkörper sind mit einem feuchten saugfähigen Tuch abzutupfen. Vorhandene Mängel am Prüfkörper, z.B. Risse, Abplatzungen, Feinmörtelschicht, sind zu erfassen. Danach sind von jedem Prüfkörper das Volumen durch Wägung an der Luft und durch Tauchwägung zu bestimmen. Weiterhin ist die zu befestigende Fläche auszumessen. Die Prüfkörper sind mit der zu beanspruchenden Fläche (gemäß Punkt 5.2) nach unten senkrecht in die Prüfschalen auf Abstandhalter zu stellen. Dabei muss der Abstand zwischen Prüfkörper und Prüfschalenwand seitlich mindestens 10 mm bzw. unten mindestens

10 mm betragen. Es ist Prüfflüssigkeit nach der Tabelle 2 einzufüllen, bis eine Eintauchtiefe der Prüfkörper von 10 mm \pm 1 mm erreicht ist.

Danach sind die Prüfkörper mit den Prüfschalen im Temperiererraum abwechselnd einzufrieren und aufzutauen, wobei die Temperaturen und Zeiten nach Tabelle 1 einzuhalten sind. Dabei ist zu gewährleisten, dass die geforderte Maximum- bzw. Minimumtemperatur mindestens eine Stunde im Kern der Prüfkörper gehalten wird. Die Einhaltung des geforderten Temperaturverlaufes ist einmalig beim Einrichten an einem gesonderten Prüfkörper mit einem mittig einbetonierten Temperaturfühler nachzuweisen. Dabei ist das Prüfgerät mit der maximal möglichen Anzahl an gleichzeitig zu prüfenden Proben zu belegen. Durch einen weiteren Fühler im Prüfraum ist dabei das Temperaturregime aufzunehmen, um während der anschließenden Durchführung der Frost-Tau-Wechsel-Prüfung die Vergleichbarkeit über diesen Temperaturfühler kontrollieren zu können. Von den Temperaturmessprotokollen der Einrichtung und aus dem laufenden Prüfregime ist beispielhaft je 1 Wechsel als Anlage dem Prüfbericht beizufügen.

Tabelle 1: Temperaturzyklus im Prüfkörper beim Frosttauwechsel

1	2	3	4
Abkühlen	Temperaturverweildauer	Auftauen	Temperaturverweildauer
von +20°C auf -20°C	im Kern bei -20°C	von -20 °C auf +20 °C	im Kern bei +20 °C
in 4,0 Std.	mindestens 1,0 höchstens 1,5 Std.	in 4,0 Std.	mindestens 1,0 höchstens 1,5 Std.

Zur Erfassung des Abwitterungsverhaltens sind entsprechend der wochentagsabhängigen Prüfmöglichkeit nach jeweils 10 bis 14 Wechseln Zwischenprüfungen durchzuführen. Dabei ist die Prüfflüssigkeit zu erneuern. Bei den Prüfungen sind die Prüfkörper mit einem feuchten saugfähigem Tuch abzutupfen und lockere Bestandteile durch Abbürsten der beanspruchten Fläche zu entfernen. Durch die Differenzbildung aus der Masse an der Luft und unter Wasser (bei 20 \pm 2°C Wasserbadtemperatur) ist das Volumen zu bestimmen und die Änderung des Volumens gegenüber der Ausgangsprüfung zu errechnen. Außerdem ist der visuelle Zustand der Prüfkörper verbal einzuschätzen.

Die Frost-Tau-Wechsel-Beanspruchung ist zu beenden, wenn die in Tabelle 2 vorgeschriebene Anzahl der Frost-Tau-Wechsel erreicht worden ist oder der Grenzwert der Abwitterung nach Tabelle 2 überschritten wird.

5.4 Auswertung der Prüfung

Zur Bewertung der Prüfung gelten die Grenzwerte nach Tabelle 2.

Der Frost-Taumittel-Widerstand gilt als nachgewiesen, wenn die festgelegten Grenzwerte eingehalten wurden.

Tabelle 2: Grenzwerte zur Beurteilung des Frost-Taumittel-Widerstandes

	2	3	4
Art der Konstruktion	Art der Prüflösung	Anzahl der Frost-Tau-Wechsel	Grenzwert in cm^3/cm^2
Deckschichten Straßenbeton BK SV I - IV, Bauteile von Straßen und Ingenieurbauwerken sowie andere Bauwerke im Spritzbereich von Taumitteln 1)	3 % NaCl	50	0,2
Deckschichten Straßenbeton BK V und VI, Bauteile von Straßen und Ingenieurbauwerken sowie andere Bauwerke im Sprühbereich von Taumitteln 2)	3 % NaCl	50	0,4
Hydraulisch gebundene Tragschichten und Betontragschichten,	1 % NaCl	14	0,4

- 1) - entspricht der Expositionsklasse XF 4 nach DIN EN 206, z.B. Pflaster, Platten, Borde, Rinnen aus Beton, Brückenkappen, Leit- und Schutzeinrichtungen, Stütz- und Lärmschutzbauwerke, Tunnelwände im Portalbereich u.ä.
- 2) - entspricht der Expositionsklasse XF 2 nach DIN EN 206, z.B. Brückenunterseiten, Auflagerbereiche, Pfeilerköpfe u.ä.

6 Prüfprotokoll

In der Anlage 2.1 sind die mindestens im Prüfzeugnis erforderlichen Angaben aufgeführt. Ein Protokoll (Formblatt) für die Prüfdurchführung ist in der Anlage 2.2 dargestellt.

7 Organisatorische Regelungen

Die Anwendung dieser Richtlinie ist im Bauvertrag zu vereinbaren (siehe Einführungserlass).

Prüfstellen, die nach dieser Prüfmethode arbeiten und deren Ergebnisse amtlich anerkannt werden sollen, müssen sich beim Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, Abteilung Verkehr, Wilhelm Buck Str. 2 - 01097 Dresden registrieren lassen. Damit ist eine Bereitschaftserklärung verbunden, in bestimmten Abständen an Vergleichsversuchen teilzunehmen. Für die Bereitstellung der Prüfkörper sowie die anschließende Auswertung aller Ergebnisse wird eine anteilige Kostenpauschale erhoben.

8 Literatur

- /1/ DIN EN 206 –1 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Juli 2001
- /2/ DIN 1045 – 2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206 –1, Juli 2001 und 1. Änderung 2002
- /3/ Standard der DDR, TGL 33433/06 – Prüfung des Frostwiderstandes von Beton, - 1983
- /4/ Glatte, R.; Knaute, W.;
Prüfung des Frost-Tausalzmittel-Widerstandes nach der
Oberflächeneintauchmethode. - Die Straße 25 (1985) 4, S. 124 – 126
- /5/ Setzer, M. J.; Hartmann, K.;
Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Beton – CDF-Test
Betonwerk + Fertigteil-Technik (1991) 9
- /6/ Liebers, A.: Vergleich unterschiedlicher Frostprüfverfahren für Betone im
Straßenbau, - Diplomarbeit an der HTW Dresden FH im Jahr 2000

Anlage 1

Anwendungsbereich der Prüfrichtlinie

Die Prüfrichtlinie ist für Eignungs- (Erstprüfungen), Eigenüberwachungs- (Konformitätsprüfungen) und Kontrollprüfungen anzuwenden.

Art und Umfang der Prüfungen:

- **Eignungsprüfungen (Erstprüfungen)**
Eignungsprüfungen sind Prüfungen zum Nachweis der Eignung des Betons für den vorgesehenen Verwendungszweck entsprechend den Anforderungen des Bauvertrages. Der Auftragnehmer hat die Eignung des Betons nachzuweisen. Die Eignungsprüfung darf nicht älter als 2 Jahre sein. Der Nachweis ist durch Prüfzeugnisse einer für Beton anerkannten Prüfstelle zu erbringen und ist mit den für die Ausführung vorgesehenen Baustoffen vorzunehmen. Ändern sich Art oder Eigenschaft der Baustoffe bzw. des Baustoffgemisches, so ist erneut die Eignung nachzuweisen. Für die Eignungsprüfung sind mindestens drei Prüfkörper je Betonsorte unter Beachtung der Gesamtprüffläche von 500 cm² erforderlich.
- **Eigenüberwachungsprüfungen (Konformitätsprüfungen)**
Eigenüberwachungsprüfungen sind Prüfungen des Auftragnehmers oder dessen Beauftragten, um festzustellen, ob die Güteeigenschaften des Baustoffes und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Der Auftragnehmer hat die Eigenüberwachungsprüfungen während der Ausführung mit der erforderlichen Sorgfalt und im erforderlichen Umfang durchzuführen. Die Ergebnisse sind zu protokollieren. Werden Abweichungen von den vertraglichen Anforderungen festgestellt, sind deren Ursachen unverzüglich zu beseitigen. Die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind dem Auftraggeber auf Verlangen vorzulegen.
Für den Probenumfang pro Betonsorte und Baustelle gilt:
 - bis 50 m³ Beton mindestens 3 Prüfkörper und Gesamtprüffläche von 500 cm²
 - je weitere 100 m³ mindestens 3 Prüfkörper und Gesamtprüffläche von 500 cm²
- **Kontrollprüfungen**

Kontrollprüfungen sind Prüfungen des Auftraggebers, um festzustellen, ob die Güteeigenschaften des Frischbetons und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen; ihre Ergebnisse werden der Abnahme zugrunde gelegt. Die Probenentnahme sowie die Prüfungen, die auf der Baustelle erfolgen, führt der Auftraggeber in Anwesenheit des Auftragnehmers durch; sie finden auch in Abwesenheit des Auftragnehmers statt, wenn er den rechtzeitig bekannt gegebenen Termin nicht wahrnimmt. Anzahl und Zeitpunkt der Kontrollprüfungen legt der Auftraggeber fest. Treten bei den Kontrollprüfungen gegenüber den Eigenüberwachungsprüfungen Differenzen im Prüfergebnis auf, so ist das Ergebnis vom geprüften Bohrkern maßgebend.

Anlage 2.1

Angaben zum Protokoll zur Bestimmung des Frost-Taumittel-Widerstandes von zementgebundenen Baustoffen

1. Ausführendes Prüfinstitut
2. Prüfungsgrundlage
3. Prüfzeichen
4. Zweck der Prüfung (Eignungs-, Eigenüberwachungs- oder Kontrollprüfung)
5. Auftraggeber und Datum des Auftrages
6. Baumaßnahme, Bauwerk und Bauteil
7. Geforderte Betongüte/ - sorte
8. Herstellungsdatum des Betons, Lieferwerk, ggf. Lieferscheindatum und Nummer
9. Ggf. Entnahmedatum auf der Baustelle
10. Probeneingang, Probenbezeichnung, Art der Probekörper
11. Ggf. Abweichungen von den Anforderungen der Prüfung
12. Visuell erkennbare Veränderungen am Prüfkörper, z.B. Abplatzungen, Absandungen, Risse
13. Foto des Prüfkörpers nach den durchgeführten Frost-Tau-Wechseln soweit erforderlich bzw. bei der Untersuchung von Schadensfällen
14. Aussage: bestanden / nicht bestanden unter Beachtung der Grenzwerte nach Tabelle 2 der Prüfrichtlinie
15. Schadensentwicklung anhand von Zwischenergebnissen in Tabellenform entsprechend Anlage 2.2

Anlage 2.2

**Protokoll (Formblatt) zur
Bestimmung des Frost-Taumittel-Widerstand von zementgebundenen
Bauteilen**

Auftraggeber		Prüfzeichen.:			
Taumittel:	Prüfung bestanden:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	(zutreff. ankreuzen)	
Prüfkörper-Kennzeichnung					
Prüfbeginn am:					
Masse unter Wasser (g)					
Gew. nach Wasserlag. (g)					
Volumen (cm ³)					
Prüffläche (cm ²)					
. . . Wechsel					
Masse unter Wasser (g)					
Masse nach Wasserlag. (g)					
Volumen (cm ³)					
Volumenverlust (cm ³)					
Vol.verlust/Prüffl.(cm ³ /cm ²)					
Bemerkungen					
. . . Wechsel					
Masse unter Wasser (g)					
Masse nach Wasserlag. (g)					
Volumen (cm ³)					
Volumenverlust (cm ³)					
Vol.verlust/Prüffl.(cm ³ /cm ²)					
Bemerkungen					
. . . Wechsel					
Masse unter Wasser (g)					
Masse nach Wasserlag. (g)					
Volumen (cm ³)					
Volumenverlust (cm ³)					
Vol.verlust/Prüffl.(cm ³ /cm ²)					
Bemerkungen					
. . . Wechsel					
Masse unter Wasser (g)					
Masse nach Wasserlag. (g)					
Volumen (cm ³)					
Volumenverlust (cm ³)					
Vol.verlust/Prüffl.(cm ³ /cm ²)					
Bemerkungen					
50 Wechsel					
Masse unter Wasser (g)					
Masse nach Wasserlag. (g)					
Volumen (cm ³)					
Volumenverlust (cm ³)					
Vol.verlust/Prüffl.(cm ³ /cm ²)					
Bemerkungen					

