

DIN EN 16306



ICS 73.020; 91.100.15

Entwurf

Einsprüche bis 2021-11-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 16306:2013-05

**Prüfverfahren für Naturstein –
Bestimmungen der Beständigkeit von Marmor bei zyklischer Belastung mit
Wärme und Feuchtigkeit;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16306:2021**

Natural stone test methods –

Determination of resistance of marble to thermal and moisture cycles;
German and English version prEN 16306:2021

Méthodes d'essai pour pierres naturelles –

Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité;
Version allemande et anglaise prEN 16306:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-09-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16306:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 246 „Naturwerksteine“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-03-11 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NMP/NABau: Naturwerkstein; Anforderungen, Prüfverfahren und Terminologie“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 4892-1:2016 siehe DIN EN ISO 4892-1:2016

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16306:2013-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einfügen einer detaillierteren Beschreibung des Prüfverfahrens und mehrerer Klarstellungen;
- b) Anhang C geändert mit der Empfehlung, in heterogenem Marmor die Anzahl der Messpunkte zu vergrößern.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 4892-1:2016, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO 4892-1:2016)*

<i>Titel de:</i>	Prüfverfahren für Naturstein — Bestimmungen der Beständigkeit von Marmor bei zyklischer Belastung mit Wärme und Feuchtigkeit
<i>Titel en:</i>	Natural stone test methods — Determination of resistance of marble to thermal and moisture cycles
<i>Titel fr:</i>	Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Symbole und Abkürzungen	5
5 Kurzbeschreibung	5
6 Geräte	5
7 Vorbereitung der Probestücke	9
7.1 Probenahme	9
7.2 Probekörper	10
7.3 Referenzmarken auf den Probekörpern	10
7.4 Trocknen der Probekörper	10
8 Durchführung der Prüfung	10
8.1 Kontrollmessungen vor der zyklischen Belastung	10
8.2 Durchführung der Wölbungsmessung	10
8.3 Messwerte, Exposition und Dauer der Prüfung	11
8.4 Messungen nach der Exposition	12
9 Berechnung der Ergebnisse	12
9.1 Höchstwerte der Wölbung	12
9.2 Biegefestigkeit	13
10 Präzision	13
11 Prüfbericht	13
Anhang A (informativ) Hinweise zu Grenzwerten	15
A.1 Allgemeines	15
A.2 Biegefestigkeit	15
Anhang B (informativ) Zerstörungsfreie Prüfung	16
B.1 Allgemeines	16
B.2 Ultraschallgeschwindigkeit	16
B.3 Elastizitätsmodul	16
Anhang C (informativ) Erweiterte petrographische Analyse	17
C.1 Allgemeines	17
Literaturhinweise	20

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16306:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 246 „Naturwerksteine“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 16306:2013 ersetzen.

Gegenüber der Vorgängerversion wurden folgende technische Änderungen vorgenommen:

- Einfügen einer detaillierteren Beschreibung des Prüfverfahrens und mehrerer Klarstellungen.
- Anhang C wurde geändert mit der Empfehlung, in heterogenem Marmor die Anzahl der Messpunkte zu vergrößern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Laborverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit von Marmor, der zur Außenverkleidung von Gebäudefassaden vorgesehen ist, bei zyklischer Belastung mit Wärme und Feuchtigkeit fest.

Für eine wissenschaftliche Definition von Marmor wird auf EN 12670, Begriff 2.1.243 a, verwiesen.

ANMERKUNG Das Auftreten von Wölbung und schnellem Festigkeitsverlust ist für einige Marmorsorten bekannt, wenn sie als Außenverkleidung verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 12372, *Prüfverfahren für Naturstein — Bestimmung der Biegefestigkeit unter Mittellinienlast*

EN 12670, *Naturstein — Terminologie*

EN 14146, *Prüfverfahren für Naturstein — Bestimmung des dynamischen Elastizitätsmoduls (durch Messung der Resonanzfrequenz der Grundschiwingung)*

EN 14579:2004, *Prüfverfahren für Naturstein — Bestimmung der Geschwindigkeit der Schallausbreitung*

ISO 4892-1:2016, *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 1: General guidance*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Wölbung

Änderung der Form von flach und eben zu kurvig und gekrümmt in konvexe oder konkave Richtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere gebräuchliche Benennungen für denselben Sachverhalt sind Krümmen und Verformen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Konkaves Wölben wird durch Positivwerte angegeben und konkaves Wölben wird durch Negativwerte angegeben.

3.2

konvex

Mittelteil des Probekörpers wölbt sich nach oben, vom Feuchtigkeitssubstrat weg

3.3

konkav

Mittelteil des Probekörpers wölbt sich nach unten, von der eingebrachten Wärme weg

4 Symbole und Abkürzungen

T	Temperatur
H_0	Anfangshöhe des Probekörpers am Messpunkt [mm]
H	Differenz zwischen der Anfangshöhe und der Höhe nach einer festgelegten Anzahl von Zyklen [mm]
H_N	normalisierte Höhendifferenz, in Bezug auf $L_N = 1$ m [mm]
B	$H_N / L_N =$ der normalisierte Wölbungswert [mm/m]
B_n	Wölbungswerte nach n Zyklen [mm/m]
L	Abstand zwischen den Stützen unter dem Probekörper = 0,35 [m]
L_N	normalisierte Länge = 1 [m]

5 Kurzbeschreibung

Die Wölbung wird an Probekörpern gemessen, die in einem Prüfraum angeordnet sind und auf einer Seite Wärme und auf der anderen Seite Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Das Temperaturintervall liegt zwischen 20 °C und 80 °C, ein Zyklus dauert 24 h. Die Temperatur wird auf einer schwarzen Referenzplatte gemessen, die auf die Oberfläche eines Probekörpers gelegt wird, um das Klima innerhalb des Prüfraumes zu kontrollieren.

Der Festigkeitsverlust muss nach EN 12372 an Referenzproben und an exponierten Proben gemessen (Anhang A) und die Ergebnisse müssen verglichen werden.

6 Geräte

Sämtliche Messausrüstungen müssen kalibriert werden.

6.1 Ein nicht korrosiver Prüfraum (Bild 1) mit ausreichender Kapazität zur Aufnahme der geforderten Anzahl an Probekörpern in horizontaler Lage. Der Behälter muss so gestaltet sein, dass die Probekörper fortlaufend Feuchtigkeit von einer Seite (der Unterseite) erhalten und zyklischer Erwärmung auf der anderen Seite (der Oberseite) ausgesetzt sind. Der Behälter muss mit einer Vorrichtung ausgestattet sein, die einen gleichbleibenden Wasserstand während der Dauer der Prüfung sicherstellt. Auf dem Boden des Behälters befindet sich ein Gitter, das von einer hitzebeständigen Lage eines Filtergewebes bedeckt wird.

6.2 Ein nicht korrosives Gitter, das in der Länge und Breite dem Behälter angepasst ist und eine Höhe von mindestens 1 cm besitzt. Die Aufgabe des Gitters ist es, einen Wasserspeicher unterhalb des Filtergewebes sicherzustellen.

6.3 Ein weiches, hitze- und maßbeständiges, wasserabweisendes Nadelfilzfiltergewebe mit einer Dicke von ungefähr 5 mm und ohne jegliche wasserlösliche Stoffe oder Chemikalien. Das Gewebe (z. B. Nadelfilz aus Polyester oder PTFE [Polytetrafluorethylen]) ist auf die Oberseite des Gitters zu legen. Die Aufgabe des Gewebes ist es, den Probekörper mit Feuchtigkeit zu versorgen und ihm eine ebenmäßige Auflage zu bieten.

6.4 Heizplatten mit einer ausreichenden Größe/und Anzahl zum Bedecken des Behälters. Die Platten müssen in der Lage sein, eine gleichförmige Wärmeströmung zu bieten, die die schwarze Referenzplatte von 20 °C auf 80 °C mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $0,25\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C/min}$ erwärmt. Der höchstzulässige Temperaturunterschied im Prüfraum beträgt während der Erwärmung 3 °C. Platten aus Isoliermaterial sollten vorzugsweise um den Behälter herum angebracht sein (Bild 1), um unerwünschte Abkühlung oder Luftzirkulation zu vermeiden. Bevor das System für den Gebrauch zugelassen wird, sind Probemessungen der Temperatur an 9 weitläufig verteilten Oberflächenpunkten innerhalb des Heizrahmens durchzuführen (Bild 2). Die Temperatur wird auf einer ebenmäßigen Oberfläche, vorzugsweise mit einem Infrarotthermometer oder mit einem Thermometer zur Messung von Oberflächen gemessen. Die Temperaturwerte sind an der Oberseite der schwarzen Referenzplatte abzulesen.

Die Aufwärmgeschwindigkeit darf angepasst werden, indem der Abstand zwischen der Aufwärmvorrichtung und den Proben verändert wird oder indem die Wirkung des Heizers gesteuert wird. Die Aufwärmkurve ist in Bild 5 dargestellt.

6.5 Eine schwarze Referenzplatte nach ISO 4892-1 (Bild 3), um die korrekte Temperaturentwicklung und die maximale Oberflächentemperatur von 80 °C zu gewährleisten. Ein an der schwarzen Referenzplatte angebrachtes Thermoelement (Kabeltyp K) wird mit Steuervorrichtungen für hohe Temperatur- und Prozessstabilität verbunden. Eine einfache Datenregistriereinrichtung ist ebenfalls möglich.

ANMERKUNG Die schwarze Referenzplatte wird auf die Oberfläche einer Probe gelegt, vorzugsweise nahe der Mitte des Behälters. Die Temperaturen für die Exposition zu Versuchszwecken werden im Voraus programmiert. Die Heizelemente werden durch die Prozesssteuervorrichtung geregelt. Die Temperatur der schwarzen Referenzplatte wird abgelesen und das Signal wird zur Prozesssteuervorrichtung gesendet, die die Heizung anpasst. Das gesamte System kann somit computergesteuert werden und die Oberflächentemperatur kann online überwacht werden.

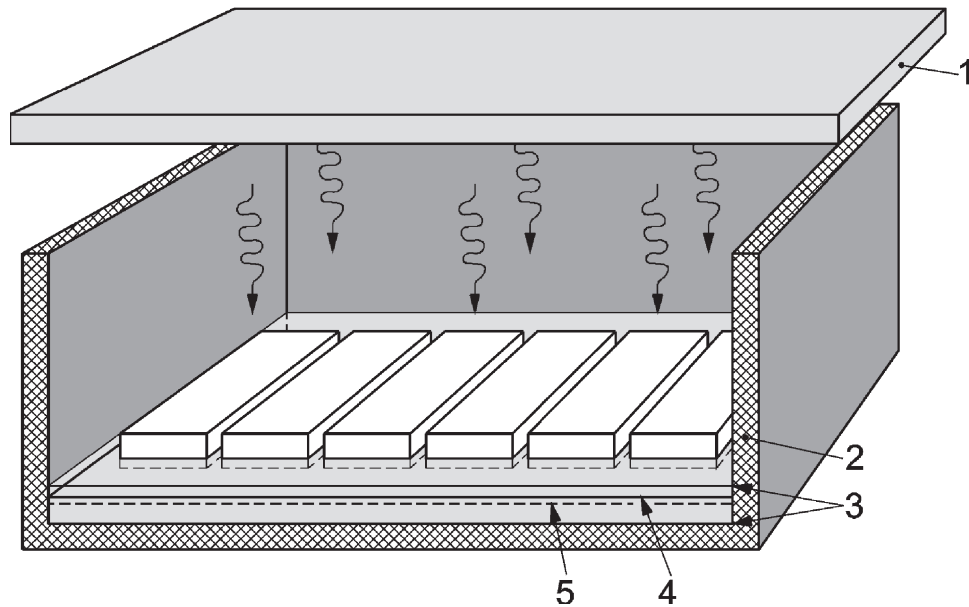
6.6 Ein Infrarotthermometer oder ein anderes Thermometer, das in der Lage ist, die Oberflächentemperatur des Probekörpers zu messen. Falls ein Infrarotthermometer verwendet wird, muss es mit einem marmorähnlichen Material geprüft werden, da die Messungen eines solchen Thermometers durch die Dichte und andere Parameter der gemessenen Oberfläche beeinflusst werden.

6.7 Ein Wölbungs-Prüfstand zur Messung der Wölbung (Bild 4). Der Prüfstand setzt sich zusammen aus einer Stahlplatte mit drei Stützpunkten, auf denen der Probekörper ruht, und drei Zylindern, die die Kanten des Probekörpers führen. Die Stützpunkte befinden sich (350 ± 5) mm voneinander entfernt und müssen gut abgerundet und glatt sein, um sich an mögliche Abweichungen der gesägten Oberfläche des Probekörpers anzupassen. Oberhalb des Mittelpunktes des Probekörpers wird ein Messgerät befestigt, das auf 0,001 mm ablesbar sein muss. Die Fehlergrenze des gesamten Systems darf höchstens $\pm 0,01$ mm betragen.

6.8 Ein Referenzzylinder (planparallele Grundflächen mit einer geringeren Fehlergrenze als $\pm 0,005$ mm), bestehend aus einem Material mit einem geringen Längenausdehnungskoeffizienten (z. B. Quarzglas oder Invarstahl).

6.9 Ein Umluftofen, der in der Lage ist, eine Temperatur von (40 ± 5) °C aufrechtzuerhalten.

6.10 Eine Waage mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,01 % der zu wägenden Masse.



Legende

- 1 Aufwärmvorrichtung
- 2 Isolierung
- 3 Wasserstand
- 4 Filtergewebe
- 5 Gitter

ANMERKUNG Die Vorderwand wurde hier weggelassen, um einen besseren Einblick auf das Innere zu bieten.

Bild 1 — Skizze des grundsätzlichen Aufbaus und ein Beispiel der Expositionsausrüstung zur Prüfung möglicher Wölbungseigenschaften von Marmor

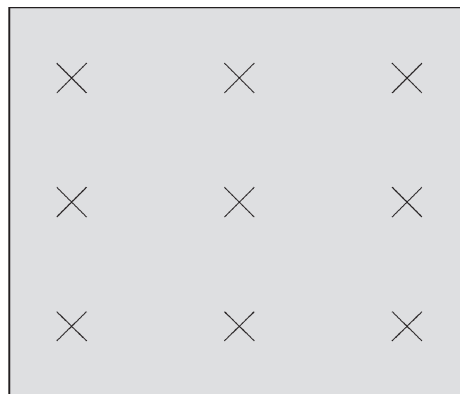
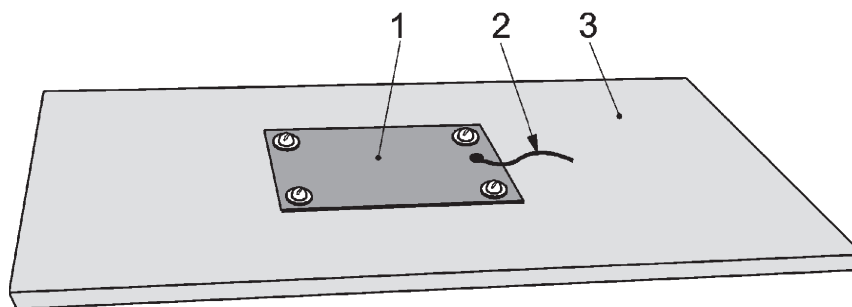


Bild 2 — Positionen der Temperaturkontrollpunkte

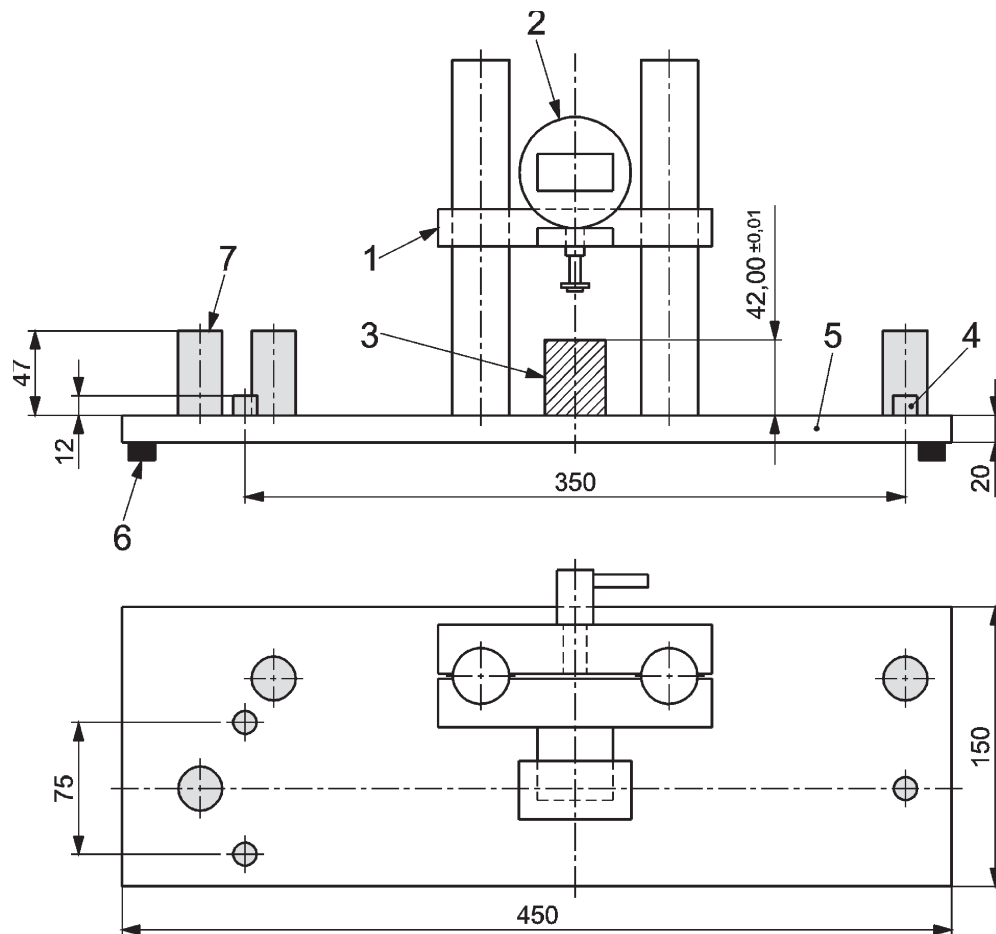


Legende

- 1 Schwarze Referenzplatte
- 2 Thermoelement
- 3 Probekörper

Bild 3 — Schwarze Referenzplatte (ISO 4892-1:2016) für Temperaturmessungen

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Ständer
- 2 Messgerät
- 3 Referenzstück
- 4 Stütze
- 5 Stahlplatte (rostbeständig)
- 6 Gumminoppen oder Polychloroprennoppen
- 7 Führung

Bild 4 — Schematische Darstellung des Wölbungs-Prüfstandes

7 Vorbereitung der Probestücke

7.1 Probenahme

Die Probenahme unterliegt nicht der Verantwortung des Prüflaboratoriums, außer wenn deren Durchführung ausdrücklich angefordert wird.

Mindestens 6 Probekörper sind für die Temperaturwechselbeanspruchung im Prüfraum heranzuziehen und eine ähnliche Anzahl von Probekörpern ist zu Referenzzwecken für die Messungen der Biegefestigkeit von unbehandeltem Material zu verwenden. Proben sind mit dem Ziel auszuwählen, repräsentativ für das zu prüfende Material zu sein. Für die Identifizierungsprüfung muss jegliche Schieferung berücksichtigt werden; 6 Probekörper sind mit der Außenfläche senkrecht zur Schieferung und 6 Probekörper sind parallel zur

Schieferung auszuwählen. Für technologische Versuche reicht es aus, Proben mit einer einzigen, gemeinsamen Ausrichtung entsprechend dem Verwendungszweck der Proben auszuwählen.

Bei sehr heterogenen Marmorsorten hat es sich als nützlich herausgestellt, die Anzahl der Probekörper zu verdoppeln.

7.2 Probekörper

Probekörper müssen Platten mit einer Länge von (400 ± 5) mm, einer Breite von (100 ± 5) mm und einer Dicke von (30 ± 2) mm sein. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass kein anderes Maß verwendet wird. Eine Änderung der Dicke ändert den Feuchtigkeits- und Temperaturgradienten, sodass die empfohlenen Grenzwerte nicht mehr gültig wären. Die Oberflächen der Probekörper müssen gesägt oder feingeschliffen sein (nicht poliert). Falls feingeschliffene Oberflächen vorhanden sind, müssen diese stets nach oben weisen. Die Probekörper dürfen nicht chemisch behandelt sein.

7.3 Referenzmarken auf den Probekörpern

Um sicherzustellen, dass aufeinanderfolgende Messungen der Wölbung am selben Messpunkt, auf derselben Oberfläche und an gleichermaßen ausgerichteten Probekörpern durchgeführt werden, sind unauslöschbare Kennzeichnungen auf dem Probekörper anzubringen. Die Probekörper sind mit der fortlaufenden Nummer zu versehen.

7.4 Trocknen der Probekörper

Die Probekörper werden in einem Umluftofen bei 40 °C für eine Woche getrocknet oder bis die Gewichtsveränderung zwischen zwei im Abstand von 24 Stunden aufeinanderfolgenden Ablesungen weniger als $0,1\%$ beträgt, und anschließend auf eine Umgebungstemperatur von $(20 \pm 3)\text{ °C}$ abgekühlt, bevor die Exposition beginnt.

8 Durchführung der Prüfung

8.1 Kontrollmessungen vor der zyklischen Belastung

Nach der Trocknung und der Abkühlung wird eine Referenzmessung der Höhe (H_0) am Punkt der Wölbungsmessung durchgeführt.

8.2 Durchführung der Wölbungsmessung

Es darf immer nur jeweils ein Probekörper zum Messen aus dem Prüfraum entnommen werden. Sämtliche übrigen Proben müssen im Prüfraum bleiben, bis die gemessene Probe an ihren Platz zurückgebracht wurde. Jeder Probekörper wird behutsam auf die drei Stützpunkte gesetzt, sodass sie dabei mit jedem der drei Führungszylinder in Berührung kommen. Der Probekörper muss bei jeder Messung auf exakt die gleiche Weise aufgesetzt werden. Die Messnadel des Messgerätes wird behutsam auf die Oberfläche des Probekörpers herabgesenkt und die Ablesung erfolgt. Es ist für die Messung wesentlich, dass die Probekörper, Stützen, Führungen und die Messnadel sauber sind. Wasser und Staub müssen vor der Messung jedes Probekörpers von den Kontaktpunkten entfernt werden.

Die Prüfung ist sehr empfindlich und die Probekörper müssen sehr vorsichtig behandelt werden. Das Anheben des Probekörpers muss so erfolgen, dass er vorsichtig an jedem Ende gehalten wird. Es darf niemals etwas auf den Probekörper gelegt werden oder Druck auf ihn ausgeübt werden, da dies das Ergebnis beeinflussen könnte. Ultraschallmessungen, die während der Temperatur- und Feuchtigkeitswechselbelastung durchgeführt werden, um Veränderungen während der Wechselbeanspruchung überwachen zu können, müssen mit ähnlicher Sorgfalt durchgeführt werden, und diese Messungen dürfen nur durchgeführt werden, indem der Wandler und Transponder an den langen,

dünnen Seiten des zu messenden Probekörpers angebracht wird. Das Referenzstück (Zylinder, siehe 6.6 und Bild 4) muss vor und nach jeder Prüfreihe zur Nullstellung gemessen werden.

8.3 Messwerte, Exposition und Dauer der Prüfung

Nachdem die ersten Kontrollmessungen durchgeführt wurden (8.1), werden die Probekörper mit einem Abstand von (10 ± 1) mm untereinander auf das Filtergewebe im Prüfraum gelegt. Nur die unteren (5 ± 2) mm der Probekörper sind unterzutauchen, während die oberen 25 mm oberhalb des Wasserspiegels bleiben. Die Probekörper müssen unter diesen Bedingungen für eine Dauer von mindestens 24 h ohne Temperaturänderung im Behälter bleiben, damit sich die „Sättigung“ mit Wasser stabilisiert. Für die Überwachung von Änderungen der Mikrorisse während der Wechselbeanspruchung ist es empfehlenswert, die Ultraschallimpulsgeschwindigkeit unmittelbar nach diesem ersten Sättigungsprozess zu messen. Nach der ersten Sättigung darf der Prozess der Temperaturwechselbeanspruchung begonnen werden. Der Wasserstand muss während aller Zyklen konstant bleiben. Wasser, das zum Auffüllen des Wasserstandes im Prüfraum verwendet wird, muss vorher auf dieselbe Temperatur wie der Prüfraum gebracht werden.

Wenn die Probekörper einem Temperaturzyklus ausgesetzt werden, ist sicherzustellen, dass die Oberfläche der schwarzen Referenzplatte in 3 h bis 4 h von 20 °C auf 80 °C erwärmt wird. Die Geschwindigkeit sollte 0,35 °C/min nicht übersteigen und die Höchsttemperatur sollte kontinuierlich für eine Dauer zwischen 1 h und 3 h gehalten werden (Bild 5). Die Heizung wird anschließend ausgeschaltet und die Probekörper kühlen auf eine Umgebungstemperatur von (20 ± 5) °C ab. Dabei ist keine Kontrolle der Abkühlphase notwendig, wohingegen sicherzustellen ist, dass die Umgebungstemperatur erreicht worden ist und sich stabilisiert hat, bevor die Wölbungsmessung des Probekörpers beginnt. (22 ± 2) h nach Beginn des Zyklus (ungefähr 1 h bis 2 h vor Beginn des nächsten Temperaturzyklus) wird die Wölbung des Probekörpers gemessen, indem ein Probekörper nach dem anderen aus dem Behälter genommen wird, wobei alle übrigen Probekörper unberührt im Behälter gelassen werden, bis der gemessene Probekörper an seinen Platz zurückgelegt wurde. Die korrekte Anordnung aller Prüfkörper im Prüfraum ist zu bestätigen, bevor der nächste Zyklus beginnt. Der Heiz-Kühl-Zyklus wird 50-mal wiederholt. Wölbungsmessungen werden nach jedem der ersten fünf Zyklen und danach nach jedem fünften Zyklus vorgenommen.

Bevor die Probekörper den Heizzyklen ausgesetzt werden, darf eine weitere Höhenmessung durchgeführt werden. Dieser Wert gilt ausschließlich für Vergleichsmessungen während der zyklischen Belastung.