

DIN EN 12697-48

ICS 93.080.20

Einsprüche bis 2014-01-22

Entwurf

**Asphalt –
Prüfverfahren für Heißasphalt –
Teil 48: Schichtenverbund;
Deutsche Fassung prEN 12697-48:2013**

Bituminous mixtures –
Test methods for hot mix asphalt –
Part 48: Interlayer Bonding;
German version prEN 12697-48:2013

Mélanges bitumineux –
Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud –
Partie 48: Essai de collage entre les conches;
Version allemande prEN 12697-48:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-11-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: 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 36 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12697-48:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 227 „Straßenbaustoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-10-10 AA „Asphalt“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN.

Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 48: Schichtenverbund

Mélanges bitumineux — Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud — Partie 48 : Essai de collage entre les conches

Bituminous mixtures — Test methods for hot mix asphalt — Part 48: Interlayer bonding

ICS: 93.080.20

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Kurzbeschreibung	8
3.1.1 Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment (TBT)	8
3.1.2 Scherhaftfestigkeitsprüfung (SBT)	8
3.1.3 Haftzugfestigkeitsprüfung (TAT)	9
3.1.4 Scherhaftfestigkeitsprüfung unter Druckbelastung (CSBT)	9
3.1.5 Scherhaftfestigkeitsprüfung unter zyklischer Druckbelastung (CCSBT)	9
4 Prüfverfahren	9
4.1 Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment (TBT)	9
4.1.1 Prüfeinrichtung	9
4.1.2 Materialien	10
4.1.3 Begriffe	10
4.1.4 Verfahren für die Prüfung vor Ort	10
4.1.5 Laborprüfverfahren für Deckschichten mit einer Dicke ≥ 15 mm	11
4.1.6 Abwandlung des Prüfverfahrens nach 4.1.4 für Deckschichten mit einer Dicke < 15 mm	11
4.1.7 Berechnung der Haftfestigkeit unter Drehmoment und Darstellung der Ergebnisse	12
4.1.8 Visuelle Beurteilung der Versagensart	12
4.1.9 Prüfbericht	12
4.1.10 Präzision	13
4.2 Scherhaftfestigkeitsprüfung (SBT)	13
4.2.1 Prüfeinrichtung	13
4.2.2 Begriffe	14
4.2.3 Probekörper	15
4.2.4 Prüfverfahren	15
4.2.5 Berechnung und Darstellung der Ergebnisse	16
4.2.6 Prüfbericht	17
4.2.7 Präzision	18
4.3 Haftzugfestigkeitsprüfung (TAT)	18
4.3.1 Prüfeinrichtung	18
4.3.2 Probekörper	19
4.3.3 Prüfverfahren	20
4.3.4 Berechnung und Darstellung der Ergebnisse	20
4.3.5 Prüfbericht	21
4.3.6 Präzision	21
Anhang A (informativ) Scherprüfung unter Druckbelastung (CSBT)	22
A.1 Prüfeinrichtung (siehe Beispiel in Bild A.1)	22
A.2 Begriffe	24
A.3 Probenvorbereitung	25
A.4 Prüfverfahren	25
A.5 Berechnung und Darstellung der Ergebnisse	26
A.6 Prüfbericht	27
A.7 Präzision	28
A.7.1 Wiederholpräzision	28
A.7.2 Vergleichpräzision	28

Anhang B (informativ) Scherhaftfestigkeitsprüfung unter zyklischer Druckbelastung (CCSBT)	30
B.1 Prüfeinrichtung (siehe die Beispiele in Bild B.1 und Bild B.2)	30
B.2 Begriffe	30
B.3 Probenvorbereitung	31
B.4 Prüfverfahren	31
B.5 Ergebnisse	32
B.6 Prüfbericht	32
B.7 Präzision.....	33

Vorwort

Dieses Dokument (prEN12697-48:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 227 „Straßenbauprodukte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument gehört zu der nachfolgend aufgelisteten Normenreihe:

EN 12697-1, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 1: Löslicher Bindemittelgehalt*

EN 12697-2, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 2: Korngrößenverteilung*

EN 12697-3, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 3: Rückgewinnung des Bindemittels: Rotationsverdampfer*

EN 12697-4, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 4: Rückgewinnung des Bindemittels: Fraktionierkolonne*

EN 12697-5, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 5: Bestimmung der Rohdichte*

EN 12697-6, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 6: Bestimmung der Raumdichte von Asphalt-Probekörpern*

EN 12697-7, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 7: Bestimmung der Raumdichte von Asphalt-Probekörpern mit Gamma-Strahlen*

EN 12697-8, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 8: Bestimmung von volumetrischen Charakteristiken von Asphalt-Probekörpern*

EN 12697-9, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 9: Bestimmung der Bezugsraumdichte, Gyrator-Verdichter*

EN 12697-10, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 10: Verdichtbarkeit*

EN 12697-11, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 11: Bestimmung der Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen*

EN 12697-12, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 12: Bestimmung der Wasserempfindlichkeit von Asphalt-Probekörpern*

EN 12697-13, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 13: Temperaturmessung*

EN 12697-14, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 14: Wassergehalt*

EN 12697-15, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 15: Bestimmung der Entmischungsneigung*

EN 12697-16, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 16: Abrieb durch Spikereifen*

EN 12697-17, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 17: Kornverlust von Probekörpern aus off-porigem Asphalt*

EN 12697-18, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 18: Bestimmung des Ablaufens*

- EN 12697-19, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 19: Durchlässigkeit der Probekörper
- EN 12697-20, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 20: Eindringversuch an Würfeln oder zylindrischen Probekörpern
- EN 12697-21, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 21: Eindringversuch an Platten
- EN 12697-22, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 22: Spurbildungstest
- EN 12697-23, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 23: Bestimmung der indirekten Zugfestigkeit von Asphalt-Probekörpern
- EN 12697-24, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 24: Beständigkeit gegen Ermüdung
- EN 12697-25, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 25: Druckschwellversuch
- EN 12697-26, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 26: Steifigkeit
- EN 12697-27, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 27: Probenahme
- EN 12697-28, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 28: Vorbereitung von Proben zur Bestimmung des Bindemittelgehaltes, des Wassergehaltes und zur Korngrößenbestimmung
- EN 12697-29, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 29: Bestimmung der Maße von Asphalt-Probekörpern
- EN 12697-30, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 30: Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät
- EN 12697-31, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 31: Herstellung von Probekörpern mit dem Gyrator-Verdichter
- EN 12697-32, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 32: Laborverdichtung von Asphalt mit einem Vibrationsverdichter
- EN 12697-33, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 33: Probestückvorbereitung mit einem Walzenverdichtungsgerät
- EN 12697-34, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 34: Marshall-Prüfung
- EN 12697-35, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 35: Labormischung
- EN 12697-36, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 36: Bestimmung der Dicke von Fahrbahnbefestigungen aus Asphalt
- EN 12697-37, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 37: Prüfung des Haftvermögens eines Bindemittels auf vorumhülltem Splitt für Hot-Rolled-Asphalt mittels heißem Sand
- EN 12697-38, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 38: Prüfeinrichtung und Kalibrierung
- EN 12697-39, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 39: Bindemittelgehalt durch Thermoanalyse
- EN 12697-40, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 40: In-situ-Durchlässigkeit
- EN 12697-41, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 41: Widerstand gegen chemische Auftaumittel
- EN 12697-42, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 42: Fremdstoffgehalt in Ausbauasphalt

EN 12697-43, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 43: Treibstoffbeständigkeit

prEN 12697-44, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 44: Bestimmung der Rissausbreitung mittels Halbzylinder-Biegeversuch

prEN 12697-45, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 45: Alterungsprüfung an gesättigten Asphalt-Probekörpern (SATS-Prüfung)

prEN 12697-46, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 46: Widerstand gegen Kälterisse und Tief-temperaturverhalten bei einachsigen Zugversuchen

prEN 12697-47, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 47: Bestimmung des Aschegehaltes von Naturasphalt

prEN 12697-48, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 48: Schichtenverbund

prEN 12697-49, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 49: Messung der Griffigkeit nach Polierung

prEN 12697-50, Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 50: Beständigkeit von Deckschichten gegen Oberflächenverschleiß

Es wird keine bestehende Europäische Norm ersetzt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Europäische Norm-Entwurf legt Prüfverfahren für die Bestimmung der Haftfestigkeit zwischen einer Asphaltsschicht und anderen Schichten der Fahrbahnbefestigung von Straßen oder Flugplätzen fest. Die Prüfungen können auch auf im Labor hergestellte Zwischenschichten angewendet werden. Darüber hinaus werden informative Prüfverfahren zur Bewertung der komplexen Verbundsteifigkeit zwischen Fahrbahnbefestigungsschichten festgelegt.

In dieser Norm werden die folgenden normativen Prüfungen beschrieben:

- Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment (en: Torque Bond Test, TBT);
- Scherhaftfestigkeitsprüfung (en: Shear Bond Test, SBT);
- Haftzugfestigkeitsprüfung (en: Tensile Adhesion Test, TAT).

Zwei weitere Prüfverfahren zur Bewertung der komplexen Verbundsteifigkeit sind in informativen Anhängen beschrieben:

- Scherhaftfestigkeitsprüfung unter Druckbelastung (en: Compressed Shear Bond Test, CSBT);
- Scherhaftfestigkeitsprüfung unter zyklischer Druckbelastung (en: Cyclic Compressed Shear Bond Test, CCSBT).

ANMERKUNG Die beschriebenen Prüfverfahren simulieren unterschiedliche Belastungsbedingungen und sind auf unterschiedliche Haftungen zwischen Fahrbahnbefestigungsschichten anwendbar:

Die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment dient zur Beurteilung des Widerstandes gegen horizontale Scherspannungen:

- Die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment eignet sich zur Prüfung der Haftfestigkeit zwischen Fahrbahnbefestigungsschichten im Labor und vor Ort.
- Die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment dient zur Beurteilung des Widerstandes gegen Spannungen, wie sie in erster Linie durch beschleunigenden oder abbremsenden Verkehr, aber auch durch thermische Bewegungen zwischen Schichten aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Asphalt, Dünnsschichtbelägen oder Zementbeton) erzeugt werden.
- Die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment kann unmittelbar nach dem Verlegen durchgeführt werden.
- Die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment kann zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Haftfilmen oder Bindemittelfilmen für den Schichtenverbund herangezogen werden.
- Falls die über der zu beurteilenden Zwischenschicht befindliche Deckschicht dünner als 15 mm ist, kann die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment auch zur Bewertung der Dauerhaftigkeit der Deckschicht herangezogen werden.

Die Scherhaftfestigkeitsprüfung dient zur Beurteilung des Widerstandes gegen horizontale Scherspannungen in der Zwischenschicht zweier Fahrbahnbefestigungsschichten.

- Die Scherhaftfestigkeitsprüfung dient zur Beurteilung des Widerstandes gegen Spannungen, wie sie in erster Linie durch beschleunigenden oder abbremsenden Verkehr, aber auch durch thermische Bewegungen zwischen Schichten aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Asphalt, Dünnsschichtbelägen oder Zementbeton) erzeugt werden.
- Die Scherhaftfestigkeitsprüfung kann zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Haftfilmen oder Bindemittelfilmen für den Schichtenverbund herangezogen werden.
- Die Scherhaftfestigkeitsprüfung eignet sich zur Bewertung der Scherhaftfestigkeit von Fahrbahnbefestigungsschichten mit einer Dicke ≥ 20 mm.

Die Haftzugfestigkeitsprüfung dient zur Beurteilung der Haftzugfestigkeit zwischen zwei Fahrbahnbefestigungsschichten.

— Das Prüfverfahren ist auf dünne Deckschichten anwendbar.

Die Scherhaftfestigkeitsprüfung unter Druckbelastung dient zur Beurteilung des Scherverhaltens von Zwischenschichten, die durch sowohl horizontale als auch vertikale Verkehrslasten beansprucht werden.

Die Scherhaftfestigkeitsprüfung unter zyklischer Druckbelastung dient zur Beurteilung der Verbundsteifigkeit von Zwischenschichten bei unterschiedlichen Temperaturen, Belastungsfrequenzen und Normalspannungsniveaus.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 12697-27, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 27: Probenahme*

EN 12697-29, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 29: Bestimmung der Maße von Asphalt-Probekörpern*

EN 12697-33, *Asphalt — Prüfverfahren für Heißasphalt — Teil 33: Probestückvorbereitung mit einem Walzenverdichtungsgerät*

3 Kurzbeschreibung

3.1.1 Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment (TBT)

Die Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment wird entweder vor Ort oder im Labor unter Verwendung von Bohrkernen durchgeführt. Eine Stahlplatte wird im Falle der Prüfung vor Ort auf die Deckschicht oder im Falle der Laborprüfung auf die Oberseite eines Bohrkerns geklebt. Auf diese Stahlplatte wird eine horizontale Drehkraft aufgebracht, wobei das Drehmoment gemessen wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Deckschichten mit einer Dicke < 15 mm wird die Stahlplatte auf die Oberseite eines Bohrkerns geklebt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Deckschichten mit einer Dicke ≥ 15 mm wird eine zylindrische Nut durch die obere Schicht bis hinunter in die untere Schicht geschnitten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Temperatur hat Einfluss auf das Prüfergebnis. Daher werden im Labor temperierte Probekörper geprüft. Bei vor Ort durchgeführten Prüfungen muss die tatsächliche Temperatur der Fahrbahnbefestigung aufgezeichnet werden.

3.1.2 Scherhaftfestigkeitsprüfung (SBT)

Zylindrische Probekörper werden bei geregelter Temperatur durch direkte Scherbelastung mit konstanter Schergeschwindigkeit beansprucht. Der Verlauf von Scherverformung und Scherkraft wird aufgezeichnet, und die Scherfestigkeit (in MPa) an der Grenzfläche zwischen den Schichten wird als die höchste aufgezeichnete Scherspannung ermittelt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schicht über der betreffenden Zwischenschicht muss mindestens 20 mm dick sein, während die Schicht(en) unterhalb der betreffenden Grenzfläche mindestens 70 mm dick sein muss (müssen).

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Schichten mit einer geringeren als der in Anmerkung 1 angegebenen Dicke kann eine genutete Metallplattenverlängerung am Probekörper befestigt werden, um das Ausbeulen der Deckschicht auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

3.1.3 Haftzugfestigkeitsprüfung (TAT)

Mit der Haftzugfestigkeitsprüfung wird die Haftung zwischen einer Deckschicht und der unteren Schicht senkrecht zur Probekörperenebene bestimmt. Auf die eingeschnittene und geschliffene Oberfläche der Deckschicht wird ein Prüfstempel aufgeklebt und mit Hilfe einer geeigneten Zugprüfeinrichtung bei konstanter Prüftemperatur mit konstanter Dehnungsgeschwindigkeit abgezogen. Die auf die Zugfläche bezogene Höchstkraft ist die Haftzugfestigkeit in MPa.

3.1.4 Scherhaftfestigkeitsprüfung unter Druckbelastung (CSBT)

Ein zylindrischer Probekörper wird durch direkte Scherbelastung beansprucht, während eine senkrecht auf die Grenzfläche wirkende Axiallast auf den Probekörper aufgebracht wird. Ermittelt wird die maximale Scherspannung an der Grenzfläche zwischen den Schichten.

3.1.5 Scherhaftfestigkeitsprüfung unter zyklischer Druckbelastung (CCSBT)

Ein zylindrischer Probekörper wird durch zyklische direkte Scherbelastung beansprucht, während eine senkrecht auf die Grenzfläche wirkende Axiallast auf den Probekörper aufgebracht wird. Während der Prüfung werden die Temperatur, Frequenz und Normalspannung in mehreren Stufen verändert. Als Ergebnis wird die komplexe Schersteifigkeit in Abhängigkeit von der Prüftemperatur, Frequenz und Scherverformungsamplitude an der Grenzfläche zwischen den betreffenden Schichten ermittelt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese fünf Verfahren führen zu unterschiedlichen Ergebnissen, weil sie unterschiedliche Versagensarten messen.

4 Prüfverfahren

4.1 Prüfung der Haftfestigkeit unter Drehmoment (TBT)

4.1.1 Prüfeinrichtung

4.1.1.1 Kernbohreleinrichtung, die sich zum Ausbohren von Bohrkernen mit einem Nenndurchmesser von 100 mm oder 200 mm aus bitumenhaltigen oder hydraulisch gebundenen Materialien mit möglichst geringer Vibration eignet und vorzugsweise luftgekühlt sein sollte.

4.1.1.2 Drehmomentmesser mit einer Ableseeinrichtung, die das höchste erreichte Drehmoment anzeigt. Das Messgerät muss über einen Bereich von 0 Nm bis 350 Nm kalibriert sein. Das Drehmoment ist auf 10 Nm genau zu messen. Das Messgerät muss mit einer Muffenverbindung ausgerüstet sein, mit deren Hilfe sich Stahlplatten befestigen und entfernen lassen.

4.1.1.3 Metallplatte aus weichem Stahl mit einem Durchmesser von (95 ± 5) mm und einer Dicke von (14 ± 2) mm. Die Platte muss ein Passstück enthalten, mit dessen Hilfe sie sich mit dem Drehmomentmesser verbinden lässt.

ANMERKUNG Passstücke von 12,7 mm und 19,05 mm haben sich als geeignet erwiesen.

4.1.1.4 Thermometer mit einer Skalenteilung von 0,1 °C und einer Genauigkeit von 0,5 °C.

4.1.1.5 Stahlmaßband mit einer Skalenteilung von 1 mm.

4.1.1.6 Messschieber für die Messung von Bohrkerndurchmessern.

4.1.1.7 Uhr oder Zeitgeber mit einer Skalenteilung und Genauigkeit von 1 Sekunde.

4.1.1.8 Form für die räumlich begrenzte Aufbewahrung von Laborprobekörpern (z. B. eine Betonwürfel-form).

4.1.1.9 Wasserwaage zur Überprüfung von Laborprobekörpern.

4.1.1.10 Wasserbad von geeigneter Größe für die Temperierung der Probekörper.