

Die neuen technischen Prüfvorschriften für die Betonbauweisen: Die TP Beton-StB 10

Eberhard Eickschen

Das neue Regelwerk für die Betonbauweisen gliedert sich in drei Teile. Die ersten beiden Teile „Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ (TL Beton-StB 07) und „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ (ZTV Beton-StB 07) sind bereits erschienen. Als dritter Teil des Regelwerks wurden nunmehr die Prüfvorschriften „Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ (TP Beton-StB 10) fertiggestellt. In dem Beitrag werden der Aufbau und die wichtigsten Neuerungen vorgestellt.

The new regulation on concrete pavements is divided into three sections. The first two sections "Technical Conditions of Delivery for Construction Materials and Construction Material Mixtures for Bases with hydraulic Binders and Concrete Pavements" (TL Beton-StB 07) and "Additional Technical Conditions for Contract and Directives for the Construction of Bases with hydraulic Binders and Concrete Pavements" (ZTV Beton-StB 07) have been published. The third part of the regulation on concrete pavements with the title "Technical Testing Regulations for Bases with hydraulic Binders and Concrete Pavements" (TP Beton-StB 10) was finished. The TP Beton describes the tests to prove the requirements of TL and ZTV Beton. The paper introduces the structure of the testing regulations and the most important new findings.

Verfasseranschrift:
Dr.-Ing. E. Eickschen,
Forschungsinstitut der
Zementindustrie,
Tannenstraße 2,
40476 Düsseldorf,
ei@vdz-online.de

1 Einleitung

Das neue Regelwerk für die Betonbauweisen gliedert sich in drei Teile. Die ersten beiden Teile: TL Beton-StB 07 und ZTV Beton-StB 07 sind bereits im Sommer 2008 erschienen. Im Gegensatz zum alten Vorschriftenwerk werden in den TL und ZTV Beton-StB keine Prüfvorschriften genannt, hinsichtlich der Prüfung der Betonbauweisen wird auf die TP Beton verwiesen. Als dritter Teil des Regelwerks wurden nunmehr die „Technischen Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ in der Fassung 2010 fertig gestellt. Die TP Beton-StB 10 wurden im gleichnamigen Arbeitskreis 8.1.2 der FGSV unter Mitarbeit der Herren Bruss, Eickschen (Leiter des AK), Ehrlich, Hardt, Höl-

ler, Glatte und Müller erarbeitet. Das bisherige Regelwerk für die Prüfvorschriften (u. a. TP HGT-StB 94) ist damit überholt und wird zurückgezogen. Die folgenden Ausführungen sollen die Technischen Prüfvorschriften für die Betonbauweisen vorstellen.

2 Ausgangslage für die Erstellung der Prüfvorschriften

Die TP Beton-StB 10 bauen auf dem bisherigen Vorschriftenwerk auf (Bild 1). Für den Bereich der Tragschichten im Oberbau (Bodenverfestigung/HGT) wurden die TP HGT-StB 94 (Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln) in die TP Beton-StB eingearbeitet. Die den Beton betreffenden Regelungen

waren bisher für die Betonfahrbahndecke in den ZTV Beton-StB 01 und für die Betontragschicht in den ZTV T-StB 95, Fassung 2002 geregelt und wurden aus diesen Vorschriften übernommen.

Aufgebaut sind die TP Beton-StB nach dem Grundsatz, dass bei bekannten Prüfverfahren nur ein Verweis auf die entsprechende Norm oder Prüfvorschrift erfolgt. Sind besonderes Augenmerk auf die Prüfung, ihren Ablauf usw. zu legen oder besondere Dinge zu berücksichtigen, werden diese maßgeblichen Festlegungen und Besonderheiten bei der jeweiligen Schicht angeführt. Zusätzlich wurden die Ergebnisse neuer Forschungsvorhaben und die Maßgaben der europäischen Normung bei der Erstellung der TP Beton-StB 10 berücksichtigt.

3 Neues Regelwerk für die Betonbauweisen: TP Beton-StB 10

3.1 Gliederung

Der Inhalt der neuen TP Beton-StB mit den wichtigsten Gliederungspunkten ist im Bild 2 dargestellt. Nach dem Abschnitt 1 mit der Erläuterung des Geltungsbereichs und der für die Prüfung relevanten Begriffsbestimmungen folgen Regelungen

Bild 1: Prüfvorschriften in den alten Regelwerken

ZTV (alt)	Schicht	Regelwerke für die Prüfung
Tragschicht ZTV T-StB 95, Fassung 2002	Hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT) Verfestigungen	TP HGT-StB 94
Betondecke ZTV Beton-StB 01	Betondecke	Verweis in ZTV T-StB auf ZTV Beton-StB Enthalten in ZTV Beton-StB

zur Probenahme und Probemenge (Abschnitt 2). Diese beiden Gliederungspunkte gelten gemeinsam für Tragschichten und Beton. Danach werden die Prüfungen erläutert, die bei der Erstprüfung (Abschnitt 3) und der Werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) sowie den Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen (Abschnitt 4) zu berücksichtigen sind. Entsprechend der Systematik der TL bzw. ZTV Beton-StB werden zuerst die die Tragschichten (Verfestigung und HGT, Abschnitte 3.1 und 4.1) und anschließend die den Beton (Betontragschichten und Fahrbahndecken aus Beton, Abschnitte 3.2 und 4.2) betreffenden Prüfungen erläutert. Im Abschnitt 5 werden die in den TL und ZTV Beton-StB in Tabellen zusammengestellten Prüfungen mit der TP Beton-StB verknüpft. In einer zusätzlichen Spalte der Tabelle wird auf den Gliederungspunkt der TP Beton-StB verwiesen, unter dem die entsprechende Prüfung erläutert wird. In einem sechsten Abschnitt wird auf die im Rahmen der Erstprüfung und der WPK sowie den Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen zu erstellenden Prüfberichte eingegangen. Zusätzlich wird in acht Anhängen auf verschiedene Prüfungen näher eingegangen.

3.2 Probenahme und Probemenge

Der zweite Abschnitt der TP Beton-StB enthält Angaben über die gültigen Regelungen bezüglich der Probenahme der Ausgangsstoffe. Eingegangen wird dabei auf Böden, Gesteinskörnungen und Baustoffgemische, Hydraulische Bindemittel, Zugabewasser, Betonzusatzstoffe, Nachbehandlungsmittel und Oberflächenverzögerer sowie Unterlagsstoffe. Weiterhin wird die Probenahme des Einbaugemisches und des Frischbetons erläutert. Die sachgerechte Probenahme ist Voraussetzung für ein aussagefähiges Prüfergebnis. Die Proben müssen transportsicher verpackt und wetterfest gekennzeichnet sein. Proben, bei denen z.B. der natürliche Wassergehalt, flüchtige Bestandteile oder veränderliche Bestandteile bestimmt werden müssen, sind luftdicht zu verpacken. Über die Probenahme ist eine Niederschrift anzufertigen, deren wichtigste Gliederungspunkte beispielhaft im Anhang 1 der TP Beton-StB aufgelistet sind.

Die Probemenge im Rahmen der Erstprüfung, der WPK sowie der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen wird durch den Umfang der im Prüfplan vorgesehenen Untersuchungen bestimmt. Die im

1. Allgemeines
 - 1.1 Geltungsbereich
 - 1.2 Begriffsbestimmungen
2. Probenahme und Probemenge
3. Erstprüfung
 - 3.1 Tragschichten (Verfestigung/HGT)
 - 3.2 Betontragschichten und Fahrbahndecken aus Beton
4. WPK, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen
 - 4.1 Verfestigung/HGT
 - 4.2 Betontragschichten und Fahrbahndecken aus Beton
5. Zusammenstellung der in TL Beton-StB und ZTV Beton-StB genannten Prüfungen
6. Prüfberichte
 - Anhänge 1 bis 8

Bild 2: Aufbau und Inhalt der TP Beton-StB 10

Einzelnen erforderlichen Mengen richten sich nach den geplanten Prüfungen, der Anzahl der Proben oder Prüfkörper sowie nach dem Größtkorn des Gesteinskörnungsgemisches. Bei der Entnahme von einzelnen Lieferkörnungen sind die Mengen auf die Korngrößenverteilung des Gemisches abzustimmen. Im Bedarfsfall, z.B. bei industriell hergestellten und rezyklierten Gesteinskörnungen bzw. RC-Baustoffen sind die Probemengen zu erhöhen.

3.3 Erstprüfung

3.3.1 Allgemeines

In Abschnitt 3 der TP Beton-StB werden die Prüfungen im Rahmen der Erstprüfung und in Abschnitt 4 die Prüfungen im Rahmen der WPK, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen erläutert. Entsprechend der Systematik der TL bzw. ZTV Beton-StB werden zunächst in den Abschnitten 3.1 bzw. 4.1 die Verfestigungen und HGTs und in den Abschnitten 3.2 bzw. 4.2 die Betontragschichten und Fahrbahndecken aus Beton behandelt (Bild 2). In der Erstprüfung sind die für die spätere Bauausführung vorgesehenen Ausgangsstoffe zu verwenden. Sie müssen den Anforderungen der TL Beton-StB entsprechen. Als Zugabewasser kann das am Ort der Erstprüfung vorhandene Trinkwasser verwendet werden. Bestehen gegenüber dem in der Ausführung vorgesehenen Zugabewasser Bedenken hinsichtlich möglicher negativer Einflüsse, so sollte dieses Zugabewasser bereits bei der Erstprüfung verwendet oder dessen Eignung rechtzeitig vor der Herstellung der Tragschichtgemische bzw. Betone überprüft werden.

Die Erstprüfung einer HGT bzw. Verfestigung unterscheidet sich grundsätzlich von der Erstprüfung von Beton. HGT und Verfestigungen werden nach bodenmechanischen und Beton nach betontechnologischen Gesichtspunkten (z.B. Abstimmung

der Konsistenz auf die Verdichtung und die Einbaugeräte) zusammengesetzt. Die HGT wird im Zentralmischverfahren hergestellt und mit einem Fertiger eingebaut. Verfestigungen werden im Zentralmisch- oder im Baumischverfahren hergestellt. Beim Baumischverfahren wird das Bindemittel mit einer Fräse in den anstehenden Boden eingefräst. Nach dem Einbau werden HGT und Verfestigung durch Walzen verdichtet. Fahrbahndeckenbeton wird mit einem Gleitschalungsfertiger eingebaut und mittels Rüttlern verdichtet. Von besonderer Bedeutung für die Verdichtung der Tragschichten ist der geeignete Wassergehalt. Der optimale Wassergehalt und die größte Trockendichte werden mit dem Proctorversuch (siehe Abschnitt 3.3.2.2) ermittelt.

3.3.2 Tragschichten (Verfestigung/HGT)

3.3.2.1 Bindemittelmenge

Zentraler Punkt der Erstprüfung einer Verfestigung bzw. HGT ist die Festlegung der Bindemittelmenge. Die erforderliche Bindemittelmenge muss so gewählt werden, dass die Druckfestigkeit der Tragschicht unter Asphaltsschichten 7 N/mm^2 und unter Fahrbahndecken aus Beton $\geq 15 \text{ N/mm}^2$ (Probekörper $H = 125 \text{ mm}$, $\varnothing 150 \text{ mm}$, Tabelle 3 der TL Beton-StB) beträgt (siehe Abschnitt 3.3.2.3). Liegt der Kornanteil $\leq 0,063 \text{ mm}$ im Gesteinskörnungsgemisch zwischen 5 und 15 M.-%, muss bei der Erstprüfung zusätzlich ein ausreichender Frostwiderstand (siehe Abschnitt 3.3.2.4) nachgewiesen werden. Darüber hinaus kann für die Wahl der Bindemittelmenge bei industriell hergestellten und rezyklierten Gesteinskörnungen sowie RC-Baustoffen die Einbindung der Schadstoffe (Eluationsverhalten, siehe Abschnitt 3.3.2.5) oder die Raumbeständigkeit (siehe Abschnitt 3.3.2.6) maßgebend sein.

3.3.2.2 Proctorversuch

Mit dem Proctorversuch wird die größte Trockendichte und der optimale Wassergehalt ermittelt (Bild 3 rechts). Dabei wird die Tragschicht mit einem automatischen Proctorverdichter bzw. einem Handproctor in einem Proctortopf mit konstanter Verdichtungsenergie verdichtet (Bild 3 links). Maßgeblich für den Proctorversuch ist die europäische Norm DIN EN 13286-2. Entsprechend den Erfahrungen in den verschiedenen Ländern enthält die Norm eine Vielzahl von unterschiedlichen Varianten des Proctorversuchs (z.B. Maße des Versuchszylinders, Abmessungen und Masse des Verdichtungsgerätes (Durchmesser, Fallhöhe und -gewicht) und der Versuchsdurchführung, z.B. Anzahl der Schichten und Anzahl der Schläge je Schicht). In einem Anhang der Norm sind auch die bisher in Deutschland verwendeten Geräteausstattungen und die entsprechende Versuchsdurchführung enthalten. Es ist daher nicht erforderlich, für den Proctorversuch neue Geräte zu beschaffen oder den bisherigen Versuchsablauf zu ändern. In Abhängigkeit des Größtkorns der Gesteinskörner sind weiterhin die Proctortöpfe $\varnothing 100\text{ mm}/H = 120\text{ mm}$ oder $\varnothing 150\text{ mm}/H = 125\text{ mm}$ einsetzbar. Für die Durchführung des Proctorversuchs wird eine mittlere Bindemittelmenge ausgewählt. Anhaltswerte für die mittlere Bindemittelmenge sind in den TP Beton-StB angegeben. Es werden mehrere Gemische mit unterschiedlichen Wassergehalten hergestellt. Nach dem Entformen der Probekörper wird der Wassergehalt im Regelfall nach TP Gestein-StB Teil 3.13 durch Ofentrocknung bestimmt. Bei temperaturempfindlichen Ausgangsstoffen (z.B. teerhaltiger Ausbauasphalt) ist die Ofentrocknung bei $110 \pm 5\text{ °C}$ nicht anwendbar, da sie zur Beeinträchtigung der Probe führen kann. Die Wassergehaltsbestimmung kann dann durch schonende Ofentrocknung, z.B. bei

40 °C bis zur Massekonstanz erfolgen. Die Trocknungstemperatur sowie das angewendete Verfahren (z.B. nach DIN 18121) sind im Prüfbericht zu vermerken. Aus der grafischen Darstellung der Versuchsergebnisse (Bild 3 rechts) können die Proctorkurve und daraus der optimale Wassergehalt und die größte Trockendichte entnommen werden. Wichtig ist, dass die Proctorversuche im Rahmen der Erstprüfung und der folgenden Prüfungen (WPK, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfung) mit derselben Kombination von Proctortopfgröße und Proctorhammer durchgeführt werden.

3.3.2.3 Druckfestigkeitsprüfung

Die Anforderungen an die Druckfestigkeit (siehe TL Beton-StB) beziehen sich auf einen Probekörper mit einer Höhe von 125 mm und einem Durchmesser von 150 mm. Für die Prüfung sind zylindrische Probekörper mit einem Durchmesser von $150 \pm 1\text{ mm}$ und einer Höhe von $125 \pm 1\text{ mm}$ zu verwenden. Bei Einbaugemischen mit einem Größtkorn von bis zu 16 mm können auch kleinere Probekörper mit einem Durchmesser von $100 \pm 1\text{ mm}$ und einer Höhe von $120 \pm 1\text{ mm}$ hergestellt werden. Werden kleine Probekörper $H = 120\text{ mm}/\varnothing 100\text{ mm}$ verwendet, sind die dabei ermittelten Druckfestigkeitswerte zur Umrechnung auf die Druckfestigkeitswerte von Probekörpern $H = 125\text{ mm}/\varnothing 150\text{ mm}$ mit 1,25 zu multiplizieren. Die Druckfestigkeit wird im Alter von 28 Tagen geprüft. Ergänzend kann die Prüfung auch zusätzlich nach sieben Tagen erfolgen. Bei der Erstprüfung werden drei Versuchsmischungen mit unterschiedlichen Bindemittelmengen hergestellt. Die mittlere Bindemittelmenge muss der des Proctorversuchs entsprechen. Die beiden anderen Bindemittelmengen sollen ca. 1 bis 2 M.-% größer und kleiner als die mittlere Binde-

mittelmenge gewählt werden. Der Wassergehalt der Versuchsmischungen muss 90% des im Proctorversuchs ermittelten optimalen Wassergehaltes der Proctordichte betragen. Der Wassergehalt wird auf die trockenen Ausgangsstoffe einschließlich Bindemittel bezogen. Bei allen drei Mischungen muss der Wassergehalt in Massenprozent gleich sein und im Prüfbericht angegeben werden.

Von jedem Einbaugemisch werden zu jedem Prüfzeitpunkt und Bindemittelgehalt jeweils drei Probekörper geprüft. Die Probekörper werden mit schlagender oder rüttelnder Verdichtung hergestellt. Wird die Druckfestigkeit im Alter von 7 Tagen geprüft, kann die Druckfestigkeit nach 28 Tagen entsprechend folgender Gleichung näherungsweise berechnet werden:

$$R_{c,28} = R_{c,7} \cdot \frac{D_{28}}{D_7} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

mit

$R_{c,7}$ = Druckfestigkeit der Verfestigung bzw. der HGT nach 7 Tagen (N/mm²)

$R_{c,28}$ = Druckfestigkeit der Verfestigung bzw. der HGT nach 28 Tagen (N/mm²)

D_{28} = Normfestigkeit des Zementes nach 28 Tagen (N/mm²)

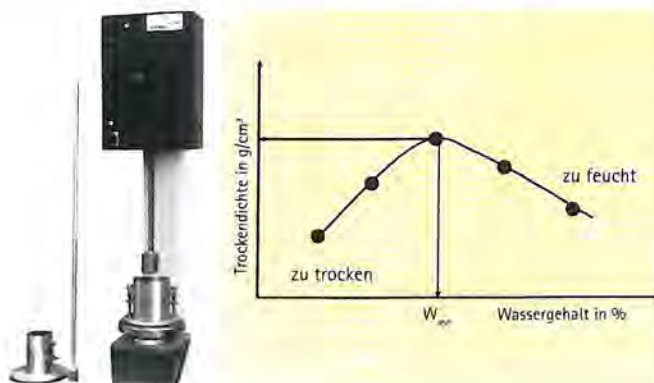
D_7 = Anfangsfestigkeit des Zementes nach 7 Tagen (N/mm²).

Die Einzelwerte sowie die Mittelwerte für die Druckfestigkeit jeder Versuchsmischung sind auf 0,1 N/mm² gerundet anzugeben. Die für die geforderte Druckfestigkeit erforderliche Bindemittelmenge wird durch Interpolation ermittelt (Bild 4) und auf 0,1 M.-% gerundet bezogen auf 100 M.-% des trockenen Bodens oder Baustoffgemisches ohne Bindemittel angegeben.

3.3.2.4 Frostprüfung

Auf europäischer Ebene konnte man sich auf kein gemeinsames Prüfverfahren zur Prüfung des Frostwiderstands von HGT bzw. Verfestigungen einigen und verwies auf nationale Regelungen. Somit wurde das bisher in Deutschland übliche, in den TP HGT-StB 94 beschriebene Frostprüfverfahren übernommen. Dabei wird die Längenänderung von Probekörpern nach 12 Frost-Tau-Wechseln ermittelt. Die Frostprüfung wird an Probekörpern mit einem Durchmesser von 150 bzw. 100 mm durchgeführt. Bei der Herstellung werden die Probekörper mit Messmarken versehen. Aus jeder Versuchsmischung werden mindestens drei Probekörper geprüft. Das Alter der Probekörper zu Beginn der Frostprüfung beträgt in der Regel 28 Tage. Die

Bild 3: Beispiel für einen automatischen Proctorverdichter (links); Ermittlung des optimalen Wassergehalts und der größten Trockendichte (rechts)



Probekörper werden in einer Frostkammer bzw. Frosttruhe nach einem festgelegten Temperaturverlauf über 17 Stunden bis auf eine Temperatur von $-17,5\text{ °C}$ eingefroren. Danach werden die Probekörper zum Auftauen und zur Wasseraufnahme auf einen Filz gestellt und darauf 7 Stunden bei mindestens 95% relativer Luftfeuchtigkeit und $20 \pm 2\text{ °C}$ gelagert.

Die Probekörper werden nach jedem Frost-Tau-Wechsel so gedreht, dass ihre Stirnflächen im Wechsel auf dem Filz stehen. Wenn kein Wechsel zwischen Gefrieren und Auftauen stattfinden kann, z.B. an Sonn- und Feiertagen, verbleiben die Probekörper in gefrorenem Zustand in der Frosttruhe bzw. Frostkammer bei $-17,5 \pm 2,5\text{ °C}$. Es werden zwölf Frost-Tau-Wechsel durchgeführt, sofern in anderen Technischen Regelwerken keine abweichenden Regelungen getroffen sind.

Unmittelbar nach der ersten und zwölften Frosteinwirkung wird der Abstand der Messmarken der Probekörper im gefrorenen Zustand gemessen. Als Längenänderung jedes Probekörpers ΔL in mm gilt die Differenz der Mittelwerte nach der ersten und zwölften Frostbeanspruchung. Sie ist für jeden Probekörper auf die Höhe des Probekörpers in mm vor dem ersten Wasseransaugen zu beziehen. Diese bezogene Längenänderung ΔL ist auf 0,1 ‰ anzugeben. Die Frostprüfung gilt als bestanden, wenn nach 12 Frost-Tau-Wechseln die Längenänderung $\Delta L \leq 1,0\text{ ‰}$ beträgt (Tabelle 3 der TL Beton-StB 07). Im Falle einer Verkürzung (negative Längenänderung) des Probekörpers gilt die Prüfung ebenfalls als bestanden.

3.3.2.5 Umweltverträglichkeitsprüfung

Bei Verwertung von pechhaltigen Straßen- ausbaustoffen in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln sind zum Nachweis der Reduzierung der Schadstoffe Eluationsversuche durchzuführen. Die Eluation erfolgt nach TP Gestein-StB, Teil 7.1.2 mit dem Trogverfahren im Alter von 14 Tagen am gebundenen Probekörper (Bild 5). Damit wird die Einbindung der Schadstoffe in ein dichtes Tragschichtgefüge berücksichtigt. Nach einer Eluationszeit von 24 Stunden werden der Gehalt an PAK nach EPA und der Phenolindex im Eluat gemäß den TP Gestein-StB, Teil 7.3 bestimmt.

3.3.2.6 Raumbeständigkeitsprüfung

Bei hydraulisch gebundener Hausmüllverbrennungasche (HMVA) kann durch

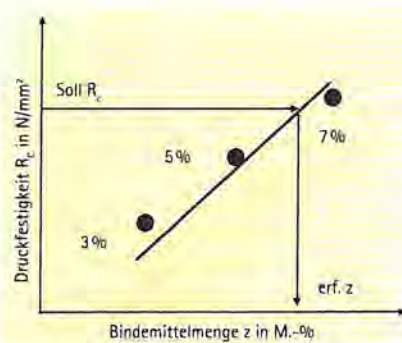


Bild 4: Ermittlung der Bindemittelmenge durch Interpolation (Druckfestigkeitskriterium)

chemische Reaktionen die Raumbeständigkeit der Tragschicht beeinträchtigt werden. Die Raumbeständigkeit ist daher mit dem Bedampfungversuch (Anhang 2 der TP Beton-StB) zu prüfen. Dieser Versuch wurde aus dem FGSV Arbeitspapier Nr. 52 (Ausgabe 2001) entnommen. Da für den Versuch bisher weder ein abgesicherter Bewertungshintergrund noch Grenzwerte vorliegen, sind die Untersuchungsergebnisse von einem Gutachter zu beurteilen.

3.3.3 Beton

3.3.3.1 Frischbeton

3.3.3.1.1 Herstellung der Mischung

Der Beton ist nach einer Mischungsberechnung (Stoffraumrechnung) zusammenzusetzen und unter Laborbedingungen in einem Zwangsmischer von mindestens 50 Liter Nenninhalt mit ausreichender Mischwirkung herzustellen. Nach Zugabe aller Bestandteile sollte die Mischzeit mindestens 90 Sekunden betragen. Die Zeit zwischen Herstellung und Prüfung des Frischbetons ist zu dokumentieren. Wenn bei einem Bauvorhaben die Zusammenhänge zwischen Betonzusammensetzung und Luftgehalt bzw. Luftporensystem – unter Berücksichtigung möglicher Einflüsse bei der Bauausführung, insbesondere einer Veränderung von Betontemperatur und/oder Mischzeit – nicht hinreichend bekannt sind, sollten erweiterte Frischbetonprüfungen vereinbart werden. Dabei ist das Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton zu beachten [1]. Mit einem einfachen Zusatzversuch kann z.B. bereits in der Erstprüfung beurteilt werden, ob mit der gewählten Betonzusammensetzung auf der Baustelle das Risiko eines nachträglichen Anstiegs des Luftgehalts (Nachaktivierungspotenzial) besteht. Ursache der Erhöhung ist, dass bei der Herstellung des Frischbetons

infolge einer zu kurzen Mischzeit LP-Bildner überdosiert wurde, um den angestrebten Luftgehalt zu erreichen [2]. Der Frischbeton enthält dann je nach verwendetem LP-Bildner-Wirkstoff nicht ausreichend aufgeschlossenen und aktivierten LP-Bildner. Bei einem nachträglichen Eintrag von Mischenergie werden die in den Frischbeton eingebrachten Luftblasen vom LP-Bildner stabilisiert, und der Luftgehalt steigt an. Liegen mit dem vorgesehenen LP-Bildner keine Erfahrungen oder entsprechende Hinweise der Zusatzmittelhersteller vor, kann das Nachaktivierungspotenzial durch einen Zusatzversuch abgeschätzt werden. Dabei sollte die in der Erstprüfung ermittelte LP-Bildner-Zugabemenge verdoppelt und der Luftgehalt der Mischungen mit beiden LP-Bildner-Zugabemengen nach einer kurzen Mischzeit von z.B. 30 Sekunden (abhängig von der Mischwirkung des Mixers) und nach einer verlängerten Mischzeit von ca. vier bis sechs Minuten bestimmt werden (Bild 6). Bei einem wesentlichen Anstieg des Luftgehalts bei doppelter Zugabemenge und verlängerter Mischzeit besteht bei der Bauausführung die Gefahr einer nachträglichen Erhöhung des Luftgehalts.

3.3.3.1.2 Rohdichte, Konsistenz und Luftporengehalt

Die Rohdichte ist nach DIN EN 12350-6 und die Konsistenz nach DIN EN 12350-4 (Verdichtungsmaß) oder DIN EN 12350-5 (Ausbreitmaß) zu bestimmen. Die Betonrohndichte kann an einem frisch hergestellten Probekörper oder mit dem LP-Topf ermittelt werden. Der Luftporengehalt ist nach DIN EN 12350-7 mit dem Druckausgleichsverfahren (Volumen des LP-Topfs: 8 l) zu bestimmen. Dabei wird ein luftdicht verschlossenes Druckgefäß mit der zu prüfenden Betonprobe durch Öffnen eines Ventils mit einer Druckkammer verbunden, die Luft mit einem bestimmten Druck



Bild 5: Prüfung der Umweltverträglichkeit mit dem Trogverfahren

enthält. Der sich dadurch ergebende Druckabfall ist ein Maß für den Frischbeton-Luftgehalt. Bei porösen Gesteinskörnungen kann das Prüfergebnis verfälscht werden, da ein Teil der während des Versuchs auf den Frischbeton aufgetragenen Druckluft nicht nur in Luftporen, sondern auch in Poren der Gesteinskörnung entweicht und somit zu hohe Luftgehalte angezeigt werden. Zur Berücksichtigung dieses Luftverlusts wird nach Anhang B der DIN EN 12350-7 ein Korrekturfaktor G ermittelt, um den das Prüfergebnis des LP-Topfs vermindert werden muss. Bei dichten Gesteinskörnungen ist der Faktor vernachlässigbar, bei Gesteinskörnungen mit hoher Wasseraufnahme sollte der Wert im Rahmen der Erstprüfung ermittelt werden. Nach der ÖNORM B 3303 (Betonprüfung) ist der Korrekturfaktor nur bei einer Wasseraufnahme der Gesteinskörnungen von mehr als 5 M.-% zu berücksichtigen. Der im Rahmen der Erstprüfung bestimmte Wert ist auch für die Prüfungen im Rahmen der WPK sowie für die Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen zu verwenden. Eine Ermittlung auf der Baustelle kann damit entfallen.

3.3.3.1.3 Wassergehalt, w/z-Wert

Der Wassergehalt des Frischbetons wird i. d. R. mit dem Darrversuch in Anlehnung an das DBV Merkblatt „Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton“ (Anhang 3 der TP Beton-StB) bestimmt. Als Alternativverfahren können auch die Berechnung des Gesamtwassergehalts aus dem Wassergehalt der Gesteinskörnungen (Eigenfeuchte) und dem zugegebenen Anmachwasser oder das Mikrowellenverfahren (Anhang 4 der TP Beton-StB) verwendet werden. Das Mikrowellenverfahren liefert eine ähnliche Genauigkeit wie der Darrversuch. Die Masse der Frischbetonprobe wird vor und nach der Trocknung im Mikrowellenherd bestimmt. Der ent-

standene Masseverlust entspricht der Gesamtwassermenge der Probe. Die Bestimmung des Wassergehaltes einer Frischbetonprobe mit der Mikrowelle ist aufgrund der kurzen Prüfdauer und kleinen Prüfgutmengen als qualitative Prüfung zur Aussteuerung der Produktion innerhalb einer Betonage besonders geeignet, da große Prüfumfänge einfach und vergleichsweise schnell realisiert werden können. Falls keine Erfahrungen mit diesem Verfahren vorliegen, werden Vergleichsversuche mit dem Darrversuch empfohlen. Bei der Ermittlung des w/z-Werts muss die Kernfeuchte der Gesteinskörnungen vom Gesamtwassergehalt abgezogen werden. Der Zementgehalt wird aus der Mischungsberechnung entnommen.

3.3.3.2 Festbeton

3.3.3.2.1 Biegezugfestigkeit

Nach den alten ZTV Beton-StB 01 wurde die Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen Wasserlagerung an drei Prismen (B x H x L: 150 x 100 x 700 mm³) mit einer Einzellast in Balkenmitte ermittelt. Für die Bauklasse SV wurde eine Biegezugfestigkeit von 5,5 N/mm² gefordert. Nach der neuen TP Beton-StB wird die Biegezugfestigkeit nach DIN EN 12390-5 nach 28 Tagen Wasserlagerung an drei Prismen mit einem Querschnitt von 150 x 150 mm² mit Zweipunktlasteintragung bestimmt. Die Länge der Prismen soll ≥ 525 mm (3,5 x 150 mm) betragen. Nach TL Beton-StB wird für die Bauklasse SV eine Biegezugfestigkeit von 4,5 N/mm² gefordert. Die Verminderung der Biegezugfestigkeit um 1 N/mm² wird allein durch die genannten Veränderungen der Abmessungen der Prismen und der Lasteintragung hervorgerufen, eine Absenkung des Qualitätsniveaus des Betons ist damit nicht verbunden.

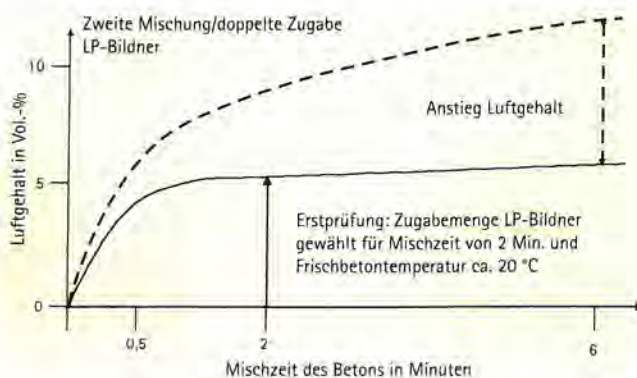
Die Biegezugfestigkeit muss gemäß TL Beton-StB nur im Rahmen der Erstprüfung nachgewiesen werden. In Sonderfällen (z.B. Flugbetriebsflächen aus Beton) werden auch Prüfkörper im Rahmen der Eigenüberwachung und der Kontrollprüfung hergestellt. Von verschiedenen im Ausland tätigen Baufirmen wurde berichtet, dass die Biegezugfestigkeit auch an aus der fertigen Betonfahrbahndecke entnommenen Balken nachgewiesen werden sollte. Dabei ist zu beachten, dass die an Bauteilen ermittelte Biegezugfestigkeit in der Regel von der Biegezugfestigkeit der Erstprüfung abweicht. Grund ist, dass die meisten Bauteile häufig wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt sind und ihre Biegezugfestigkeit von Schwind-, Quell und Temperaturspannungen überlagert sein kann [3]. Schwind- und Temperaturspannungen infolge Erwärmsens der Proben vermindern die Biegezugfestigkeit, Quell- und Temperaturspannungen infolge Abkühlens erhöhen sie in der Regel.

3.3.3.2.2 Luftporenkennwerte am Festbeton

Voraussetzung für einen hohen Frost-Tausalz-Widerstand des Fahrbahndeckenbetons ist ein Luftporensystem mit einem ausreichenden Anteil an vielen kleinen, gleichmäßig verteilten kugeligen Mikro-Luftporen. Der Gehalt an kleinen Poren wird durch den Mikro-Luftporengehalt (Gehalt aller Poren bis zu einem Durchmesser von 300 µm) und den Abstandsfaktor beschrieben. Der Abstandsfaktor ist ein aus einem idealisierten Porensystem abgeleiteter Kennwert für den Abstand eines Punktes des Zementsteins bis zum Rand der nächsten Luftpore. Diese Kennwerte können nur durch eine aufwendige Prüfung am erhärteten Beton ermittelt werden. Für den Nachweis eines ausreichenden Gehalts an kleinen Poren genügt im Allgemeinen bei Verwendung eines geeigneten LP-Bildners die Bestimmung des Gesamtluftgehalts am Frischbeton. Eine standardmäßige Bestimmung der LP-Kennwerte im Rahmen der Erstprüfung ist daher nach TL Beton-StB nicht erforderlich.

Bei der gleichzeitigen Verwendung von LP-Bildner und Fließmittel können je nach Art und Menge der Zusatzmittel Wechselwirkungen zwischen beiden Zusatzmittelarten auftreten, die die Luftporenbildung beeinträchtigen. Diese Betone weisen u. U. bei gleichem Gesamtluftgehalt wie steife Betone einen geringeren Gehalt an kleinen

Bild 6: Prüfung des Nachaktivierungspotenzials einer Betonzusammensetzung bei der Erstprüfung [2]



Luftporen $\leq 300 \mu\text{m}$ auf. Bei der gleichzeitigen Verwendung von LP-Bildnern und Fließmitteln sind daher um 1 Vol.-% erhöhte Frischbeton-Luftgehalte einzuhalten. Auf dieses Vorhaltemaß kann verzichtet werden, wenn in der Erstprüfung nachgewiesen wird, dass die Grenzwerte für die LP-Kennwerte eingehalten werden. Hierzu muss der Gehalt an Mikro-Luftporen mindestens 1,8 Vol.-% betragen und der Abstandsfaktor darf 0,20 mm nicht überschreiten (TL Beton-StB 07). Falls in der Erstprüfung die LP-Kennwerte bestimmt werden sollen, sind zwei Betonwürfel mit einer Kantenlänge von 150 mm herzustellen. Bei der Herstellung der Würfel darf ein maximaler Frischbetonluftgehalt (siehe Abschnitt 4.7 der TL Beton-StB) nicht überschritten werden. Dieser beträgt z.B. bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von $8 \text{ mm} \leq 6,0 \text{ Vol.-%}$.

Für die Prüfung wird aus jedem Würfel eine ca. zwei cm dicke Scheibe ($15 \times 15 \text{ cm}^2$) geschnitten, die geschliffen und poliert wird. Die Bestimmung der LP-Kennwerte nach DIN EN 480-11 kann mittels manueller Auszählung oder mit einem automatischen Bildanalyse-Verfahren erfolgen. Für die Analyse werden jeweils vier Messlinien (Länge jeweils 10 cm) im oberen, mittleren und unteren Bereich der Scheibe angeordnet. Entlang jeder Messlinie wird bei der manuellen Analyse mit dem Mikroskop bei 100facher Vergrößerung die Summe der Messlinienabschnitte gemessen, die den Luftporen und dem Feststoff zuzuordnen sind (Bild 7). Um statistisch abgesicherte Werte zu erhalten, muss die Gesamtlänge der Messlinien mindestens 2,40 m betragen. Der Gesamtgehalt des Luftporenvolumens A in Vol.-% berechnet sich aus dem Verhältnis der Gesamtlänge der Luftporenabschnitte bezogen auf die gesamte Messstrecke. Aus Anzahl und Länge der angeschnittenen Porensehnen wird mit einem Rechenverfahren der Abstandsfaktor und die Porengrößenverteilung ermittelt. Aus der Verteilung kann der Anteil an Mikro-Luftporen mit einem Durchmesser von höchstens $300 \mu\text{m}$ (A_{300}) entnommen werden.

Im Gegensatz zur automatischen Bildanalyse können bei der manuellen Messung mit dem Mikroskop bei der 100fachen Vergrößerung Poren mit Durchmessern $< 10 \mu\text{m}$ nicht mehr erfasst werden. Das Fehlen dieser sehr kleinen Poren wirkt sich nicht auf den Gesamtluftgehalt und den Mikro-Luftporengehalt aus, beide Analyse-Verfahren liefern vergleichbare Werte.

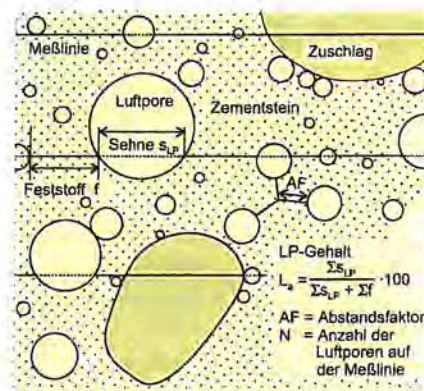


Bild 7: Darstellung der beim Messlinienverfahren bestimmten Messwerte [4]

Die Porenanzahl beeinflusst jedoch in größerem Ausmaß den Abstandsfaktor. Bei einer größeren Porenanzahl wird bei gleichem Gesamtluftgehalt der Abstandsfaktor tendenziell kleiner. Bei der automatischen Bildanalyse wird daher ein geringerer Abstandsfaktor bestimmt als bei der manuellen mikroskopischen Analyse [5]. Da den bisherigen Grenzwerten das manuelle Auszählverfahren zugrunde liegt, müssten bei den Bildanalyse-Daten die kleinen Poren aus der Analyse ausgeschlossen werden. Falls dies nicht gemacht wurde, sollte zur Wertung der Versuchsergebnisse zumindest darauf hingewiesen werden.

3.3.3.2.3 Waschbetonbauweise (Wirksamkeit des Oberflächenverzögerers)

Um die Wirksamkeit des Verzögerers und dessen Verträglichkeit mit der vorgesehenen Waschbetonzusammensetzung zu untersuchen, sind im Labor Probeplatten herzustellen. Dabei sind ausschließlich Stahlschalungen zu verwenden, die Probekörper mit den Abmessungen von mindestens $300 \times 300 \times 50 \text{ mm}^3$ ($L \times B \times H$) ergeben (Bild 8).

Die Schalungen sind vollständig mit Beton zu befüllen. Die Einfüllmenge errechnet sich aus der Frischbetonrohddichte und dem Volumen der Schalung. Das eingefüllte Material ist vor dem Beginn der Verdichtung mit einem Reibbrett anzudrücken und ohne Auflast auf dem Rütteltisch zu verdichten. Während der Verdichtung darf kein Beton nachgefüllt werden und der Beton darf nicht über die Seitenwände der Schalung überlaufen. Nach der Verdichtung ist die Oberfläche abzuziehen. Anschließend wird die Probeplatte mit dem für die Bauausführung vorgesehenen Oberflächenverzögerer (OVZ) nach Herstellerangaben behandelt und die Platte im

Labor Klima gelagert. Wird kein Kombinationsmittel verwendet, ist die Betonoberfläche durch Auflegen einer Folie nachzubehandeln. Sobald der Gerüst der groben Gesteinskörnung durch Ausbürsten freigelegt. Die Betonoberfläche ist vor und nach dem Ausbürsten zu beobachten und eventuelle Reaktionen sind zu beurteilen. Anschließend ist die Oberfläche mit einem Nachbehandlungsmittel nachzubehandeln. Nach Erhärtung des Betons ist die Texturtiefe (siehe Abschnitt 3.4.2.4) zu bestimmen. Im Prüfbericht sind folgende Angaben zu dokumentieren: Versuchstemperatur und Lagerungsklima der Platten, Art und Menge des OVZ (g/m^2), Zeitraum zwischen Aufsprühen und Ausbürsten sowie Wirksamkeit und erreichte Texturtiefe (Rautiefe). Die in den Laborprüfungen an kleinformatigen Platten ermittelte Rautiefe kann nicht unmittelbar auf Praxisverhältnisse übertragen werden. Unterschiede zwischen Laborversuch und Praxisausführung (Frischbetontemperatur, unterschiedliche Mörtelschichtdicke infolge unterschiedlicher Verdichtung) können die Rautiefen beeinflussen.

3.3.3.2.4 Sonstige Prüfungen

Die in diesem Abschnitt genannten beiden Prüfungen sind nicht in den TL Beton-StB aufgeführt, können jedoch im Einzelfall vertraglich vereinbart sein.

a) Spaltzugfestigkeit: Die Prüfung der Spaltzugfestigkeit nach DIN EN 12390-6 ist mit gewissen Prüfstreungen verbunden. Voraussetzung für die Anwendung der Spaltzugfestigkeit als Eingangsgröße für die Dimensionierung von Betonfahrbahndecken ist, dass die Eingangsgrößen mit einer hohen Präzision ermittelt werden können. Die charakteristische Spaltzugfestigkeit ist daher nach der Arbeitsanleitung AL Sp-Beton der FGSV zu bestimmen. Diese enthält über die Festlegungen der DIN EN 12390-6 hinausgehende und teilweise davon abweichende Bedingungen, die Voraussetzung für die Senkung der Prüfstreuung sind.

b) Frost-Tausalz-Widerstand: Fahrbahndeckenbeton muss einen hohen Frost-Tausalz-Widerstand aufweisen, der durch ein anforderungsgerechtes Luftporensystem (LP-Kennwerte) gewährleistet wird. Eine standardmäßige Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands im Rahmen der Erst- bzw. Kontrollprüfung ist daher in den TL bzw. ZTV Beton-StB 07 nicht vorgesehen. In einigen Bundesländern wird trotzdem

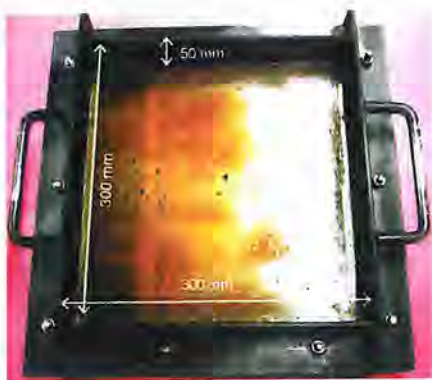


Bild 8: Beispiel einer Stahlschalung für die Waschbeton-Probeplatte

der Nachweis durch eine entsprechende Prüfung gefordert. Um einheitliche Prüfverfahren zu gewährleisten, sollte die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes gemäß DIN CEN/TS 12390-9 durchgeführt werden.

3.4 WPK, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen

3.4.1 Verfestigung/HGT

3.4.1.1 Bindemittelmenge

Die Bestimmung der Ausstreuung des Bindemittels erfolgt nach den TP BF-StB, Teil B 11.2 mit einem Blech mit den Abmessungen 1,0 m x 0,5 m und einer Bordhöhe von 5 cm. Im Rahmen der Eigenüberwachungsprüfung kann die Ausstreuung auch durch das Streugerät mit kalibrierter weggesteuerter Bandwaage dokumentiert werden.

3.4.1.2 Feinanteile und Korngrößenverteilung/Stückgrößenverteilung

Neu aufgenommen wurde der bisher in der TP HGT-StB nicht beschriebene Auswaschversuch zur Ermittlung der Korngrößenverteilung/Stückgrößenverteilung am Einbaugemisch. Der Auswaschversuch kann nur bei Einbaugemischen mit bekanntem Bindemittelgehalt durchgeführt werden und erfolgt mit nassem Abtrennen der Feinanteile $\leq 0,063$ mm. Die Probenahme erfolgt an der Mischanlage oder an der Einbaustelle. An einer ersten Teilprobe werden der Wassergehalt und an einer zweiten Teilprobe die Korngrößen-/Stückgrößenverteilung mit dem Auswaschversuch ermittelt. Die Probemengen richten sich nach dem Größtkorn. Nach der Abtrennung der Feinanteile wird die ausgewaschene Probe getrocknet, gesiebt und die Korngrößenverteilung unter Berücksichtigung der abgetrennten Feinanteile

bestimmt. Ein Rechenbeispiel enthält Anhang 5 der TP Beton-StB. Zur Bestimmung des Feinanteils des Gesteinskörnungsgemisches muss der Bindemittelgehalt abgezogen werden. Grob gemahlene Bindemittel können einen Anteil $> 0,063$ mm enthalten, so dass dieser Anteil berücksichtigt werden muss. Der Feinanteil $\leq 0,063$ mm im Baustoffgemisch wird aus der Differenz der Massen des trockenen Baustoffgemisches und der nach Auswaschung durch das 0,063 mm Sieb getrockneten Probe ermittelt.

3.4.2 Betontragschichten und Fahrbahndecken aus Beton

3.4.2.1 Druckfestigkeit

Die Probekörper für die werkseigene Produktionskontrolle und die Eigenüberwachung sind nach DIN EN 12390-2 herzustellen. Die Rohdichte ist nach DIN EN 12390-7 und die Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3 zu bestimmen. Werden die Probekörper nach DIN EN 12390-2, Anhang NA trocken gelagert, sind die ermittelten Druckfestigkeiten für Normalbeton mit dem Faktor 0,92 zu multiplizieren. Bei gesondert hergestellten Probekörpern für Erhärtungsprüfungen zur Bestimmung einer frühzeitigen Verkehrsfreigabe sind die hergestellten Probekörper neben oder auf der Decke bis zum Prüfzeitpunkt zu lagern. Dabei sind für die Probekörper vergleichbare Erhärtungsbedingungen wie für die Decke zu gewährleisten.

Im Rahmen der Kontrollprüfung werden Bohrkerne mit einem Durchmesser von 150 mm in regelmäßigen Abständen aus der Fahrbahndecke bzw. Betontragschicht frühestens im Alter von 14 Tagen entnommen. Ausgenommen hiervon sind Sonderfälle z.B. für Erhärtungsprüfungen. Die Entnahme und die Prüfung erfolgen in Anlehnung an DIN EN 12504-1.

Die Bohrkerne sind dauerhaft zu bezeichnen und bis zur Prüfung bei Temperaturen von 20 ± 2 °C in geschlossenen Räumen an Luft zu lagern. Aus den Bohrkernen sind 150 mm hohe Probekörper ($d/h = 1$) herauszuschneiden. Bei zweischichtigen Decken erfolgen die Schnitte so, dass das Verhältnis von Ober- zu Unterbeton im Probekörper etwa dem in der Decke entspricht. Bei geringer Schichtdicke des Oberbetons (≤ 5 cm) kann die Oberfläche auch geschliffen und anschließend der Bohrkern mit einem Schnitt auf die geforderte Höhe von 150 mm abgelängt werden. Werden in Ausnahmefällen Zylinder

mit abweichendem Seitenverhältnis geprüft, so ist ein Formbeiwert zu berücksichtigen. Die Druckfestigkeit wird im Alter von 60 Tagen geprüft. Die Tage vor der Entnahme der Bohrkerne mit einer mittleren Lufttemperatur unter 5 °C werden auf das Prüfalter nicht angerechnet. Die alte Regelung der ZTV Beton-StB 01 enthielt einen Zeitbeiwert, mit dem ein Betonalter bei der Prüfung von mehr als 60 Tagen (60 d: Zeitbeiwert von 1) berücksichtigt werden konnte. Infolge der Nacherhärtung des Betons waren z.B. zur Umrechnung der Prüfwerte ermittelt im Alter von 360 Tagen auf ein Prüfalter von 60 Tagen diese Prüfwerte mit einem Beiwert von 0,85 zu multiplizieren. Da die aktuell eingebauten Fahrbahndeckenbetone im Vergleich zu den vor 20 Jahren eingebauten Betonen oft nicht mehr ein derartiges, über den Zeitraum von 60 Tagen hinausgehendes Nacherhärtungspotenzial aufweisen, enthalten die TP Beton-StB keinen Zeitbeiwert. Zur Festlegung eines aktuellen Zeitbeiwerts müssen Untersuchungen durchgeführt werden.

Bis zum Vorliegen dieser Werte dürfen bei Festigkeitsprüfungen in von 60 Tagen abweichendem Prüfalter ersatzweise die folgenden Zeitbeiwerte verwendet werden: Prüfalter 120 Tage: 0,94, Prüfalter 180 Tage: 0,90 und Prüfalter 360 Tage und mehr: 0,85.

3.4.2.2 Luftporenkennwerte am Festbeton (Bauteil-Prüfung)

Laut ZTV Beton-StB 07 erfolgt die Bestimmung der LP-Kennwerte an einem Bohrkern aus der ersten Tagesleistung oder wenn Zweifel bestehen. Die Auswertung und Berechnung der LP-Kennwerte wird entsprechend der Erstprüfung nach DIN EN 480-11 durchgeführt. Bei Bauwerksprüfungen oder in der Eigenüberwachung werden im Vergleich zur Erstprüfung (siehe 3.3.3.2.2), etwas geringere Anforderungen an die LP-Kennwerte (Mikro-Luftporengehalt $\geq 1,5$ Vol.-%, Abstandsfaktor $\leq 0,24$ mm) gestellt. Für die Prüfung wird ein Bohrkern ($\varnothing 150$ mm) aus der fertigen Fahrbahndecke entnommen. Von der unmittelbar der Frost- bzw. Frost-Tausalz-Einwirkung ausgesetzten Betonoberfläche des Bohrkerns ausgehend (Bild 9) werden zwei Prismen mit einer Länge von ca. 140 mm, einer Höhe von ca. 40 mm und einer Dicke von ca. 30 mm so aus dem Bohrkern nass herausgesägt, dass die Schnittflächen ca. 140×40 mm² rechtwinklig zu der unmittelbar der Frost- bzw.

der Frost-Tausalz-Einwirkung ausgesetzten Betonfläche des Bohrkerns liegen. Beide Schnittflächen ca. $140 \times 40 \text{ mm}^2$ jedes Prismas dienen nach Vorbereitung (Schleifen und polieren) der Prüfflächen zum Auszählen der Poren.

Auf den Prüfflächen der Prüfkörper sind fünf Messlinien anzuordnen (Bild 10), die untereinander einen Abstand von ca. 6 mm aufweisen. Die oberste Messlinie soll ca. 2 mm unter der unmittelbar der Frost- bzw. der Frost-Tausalz-Einwirkung ausgesetzten Betonfläche des Bohrkerns liegen. Auf diese Weise ergibt sich eine Messstrecke von 0,60 m je Prüffläche, von 1,20 m je Prisma und von 2,40 m je Bohrkern. Für spezielle Untersuchungszwecke, wie z.B. die Bestimmung der LP-Kennwerte in unterschiedlicher Höhe des Bohrkerns, können die Prismen auch so aus dem Bohrkern herausgesägt werden, dass die Schnittflächen der Prismen parallel zu der unmittelbar der Frost bzw. der Frost-Tausalz-Einwirkung ausgesetzten Betonfläche des Betonkerns liegen.

3.4.2.3 Ausziehungskraft von Klebeankern

Nach ZTV Beton-StB 07 (Abschnitt 3.1.4.2) ist der Nachweis der Ausziehungskraft auf der Baustelle durch Zugversuche mit einer Mindestzugkraft von 80 kN zu führen. Im Anhang 7 der TP Beton-StB sind Angaben zur Durchführung der Prüfung gemacht (Bild 11). Zuerst wird ein Hohlzylinder auf den eingeklebten, zu prüfenden Anker bis an die Betonschulter aufgeschoben. Danach wird eine Hülse ebenso auf den Anker geschoben und mittels Schrauben fest auf dem Anker fixiert. Die Prüfung darf erst vorgenommen werden, wenn die Klebeverbindung nach Herstellerangaben ausgehärtet ist. Ist dies der Fall, wird von der Hydraulikpumpe über den Hohlzylinder auf den Anker in sechs Minuten eine Zugkraft von 80 kN aufgebracht (Laststeigerung ca. 13 kN/Minute). Der Versuch gilt als bestanden, wenn die aufgebrachte Zugkraft von 80 kN innerhalb von zehn Sekunden ohne Abfall (Versagen) erhalten bleibt.

3.4.2.4 Mittlere Texturtiefe von Waschbetonfahrbahndecken

Bisher wurde die Texturtiefe mit dem Sandfleckverfahren unter Verwendung von Normsand bestimmt. Um den Einfluss von Sieblinienschwankungen von Normsand auf die erzielte Texturtiefe zu verringern, muss entsprechend DIN EN 13036-1 die mittlere Texturtiefe mit Glassand (Vor-

teil einer definierten, gleichbleibenden Sieblinie) bestimmt werden. Dabei wird der Glassand mit einer Scheibe durch spiralförmig sich erweiternde Kreisbewegungen in die Vertiefungen der Oberfläche verteilt. Es ist gerade soviel Druck auszu-



Bild 9: Zwei Prismen ca. $140 \times 40 \times 30 \text{ mm}^3$ aus einem Bohrkern (Durchmesser 150 mm)

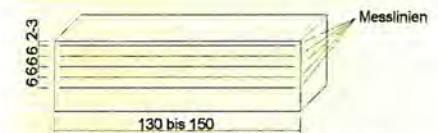
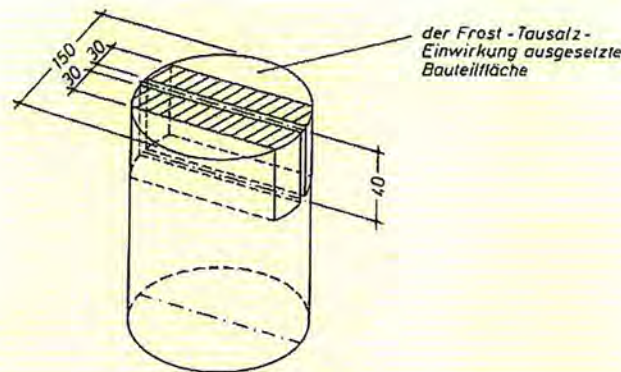


Bild 10: Verteilung der Messlinien auf der Prüffläche eines Prismas (Maße in mm)

Bild 11: Bestimmung der Ausziehungskraft von Klebeankern

üben, dass die Scheibe die Gesteinsspitzen an der Fahrbahnoberfläche berührt. Je Messfeld ist die Texturtiefe an vier Stellen einer Betonplatte nach Bild 12 zu ermitteln. Die Messfelder sind abwechselnd auf den verschiedenen Fahrstreifen bzw. dem Seitenstreifen anzuordnen.

3.5 Tabellarische Übersicht der in TL und ZTV Beton-StB genannten Prüfungen

In den TL und ZTV Beton-StB sind in den Anhängen Tabellen mit den durchzuführenden Prüfungen aufgeführt. Diese umfassen die Erstprüfung und die werkseigene Produktionskontrolle mit den Prüfungen für

- Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln - Verfestigungen (Anhang C der TL Beton-StB)
- Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln - HGT (Anhang D der TL Beton-StB) und

- Beton (Anhang E der TL Beton-StB) und die Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen mit Prüfungen

Flotte Feger
JETZT Preisvorteil sichern!

TUCHEL
MASCHINENBAU GmbH
Telefon: +49 (0) 59 71 - 96 75 - 0
www.tuchel.com

Bild 12: Beispiel für ein Messfeld zur Bestimmung der mittleren Oberflächentexturtiefe

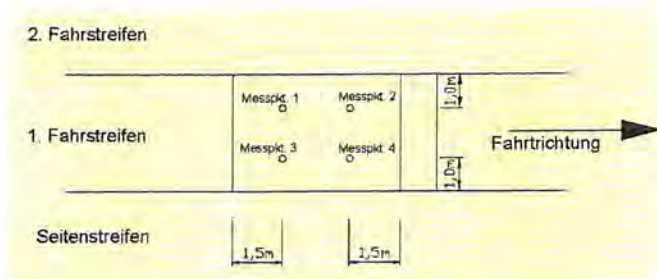


Tabelle 1: Prüfungen an den Baustoffen und an der fertigen Leistung bei Betontragschichten (Anhang E der ZTV Beton-StB)

Zeile	Eigenüberwachungsprüfung		Kontrollprüfung	
	ZTV Beton-StB	TP Beton-StB	ZTV Beton-StB	TP Beton-StB
1	a) Übereinstimmung mit der Erstprüfung	Vergleich der Lieferscheine bzw. nach Augenschein bei jeder Lieferung	4.2.3	
	b) Konsistenz und Rohdichte des Frischbetons	mindestens je 3.000 m ²	4.2.3.1 4.2.3.3	nach Erfordernis 4.2.3.1 4.2.3.3
	c) w/z-Wert des Frischbetons	mindestens je 3.000 m ²	4.2.3.2	
2	An der fertigen Leistung			
	a) Einbaudicke	mindestens je 3.000 m ²	4.2.4.3	je angefangene 3.000 m ² 4.2.4.3
	b) Profilhafte Lage und Ebenheit	je nach Erfordernis	4.2.4.4 4.2.4.5	in Abständen, die nicht größer als 50 m sind 4.2.4.4 4.2.4.5

- an den Baustoffen und der fertigen Leistung bei Verfestigungen (Anhang C der ZTV Beton-StB)
- an den Baustoffen und der fertigen Leistung bei HGT (Anhang D der ZTV Beton-StB)
- an den Baustoffen und der fertigen Leistung bei Betontragschichten (Anhang E der ZTV Beton-StB) und
- an den Baustoffen, am Beton und an der fertigen Leistung bei Betondecken (Anhang F der ZTV Beton-StB).

Diese Tabellen wurden um eine zusätzliche Spalte erweitert, in der die Gliederungsnummer der TP Beton-StB enthalten ist, unter der die durchzuführende Prüfung zu finden ist. Damit ist eine Verbindung der drei Regelwerke hergestellt. Jede der in den TL bzw. ZTV Beton-StB genannten Prüfungen lässt sich damit der TP Beton-StB zuordnen. Ein Beispiel zeigt die Tabelle 1. Bei einer zukünftigen Überarbeitung von TL und ZTV Beton-StB 07 sollten die darin enthaltenen Tabellen auch um diese Spalte erweitert werden.

Tabelle 2: Übersicht über die acht Anhänge der TP Beton-StB 10

Anhang	Titel des Anhangs
1	Niederschrift über die Probenahme von Gesteinskörnungen, Baustoffgemischen und Böden für den Straßenbau
2	Arbeitsanleitung für die Bestimmung der Raumbeständigkeit von hydraulisch gebundener Hausmüllverbrennungsasche (HMV-Asche)
3	Darrversuch - Frischbeton
4	Mikrowellenverfahren - Frischbeton
5	Rechengang und Beispiel der Auswertung des Auswaschversuchs für Verfestigungen und HGT
6	Rechengang und Beispiel der Auswertung des Auswaschversuchs für Frischbeton
7	Bestimmung der Ausziehkraft von Klebeankern
8	Abkürzungen und Technische Regelwerke

3.6 Prüfberichte

Im Abschnitt 6 der TP Beton-StB wurden beispielhaft Angaben zusammengestellt, die Prüfberichte für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndeckenbeton für die Erstprüfung bzw. die WPK, Eigenüberwachung und Kontrollprüfung enthalten sollten.

3.7 Anhänge

Die TP Beton-StB 07 enthalten insgesamt acht Anhänge. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Inhalte. Darin werden u. a. Prüfverfahren näher beschrieben und Rechenbeispiele gegeben.

4 Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über die Struktur und die Gliederung der Prüfvorschriften für die Betonbauweisen, die neue TP Beton-StB 10. Dabei wird auf einige wesentliche Punkte eingegangen und die Neuerungen werden hervorgehoben. Der verkürzte Überblick ersetzt aber nicht die intensive Beschäftigung mit dem neuen Regelwerk.

Literaturverzeichnis

- 1 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2004): Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton, Ausgabe 2004, FGSV Verlag, Köln.
- 2 Eickschen, E. (2009): Wirkungsmechanismen Luftporen bildender Betonzusatzmittel und deren Nachaktivierungspotenzial. Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 73/2009, Verlag Bau und Technik GmbH, Düsseldorf 2009.
- 3 Bonzel, J. (1963): Über die Biegezugfestigkeit des Betons. beton 1963, Heft 4, S. 179-182 und Heft 5, S. 227-232.
- 4 Schäfer, A. (1965): Frostwiderstand und Porengefüge des Betons, Beziehungen und Prüfverfahren. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, H. 167, S. 3-57, Berlin 1965.
- 5 Stark, S.; Heinrich, U. (2009): Erfahrungen bei der Bestimmung von Luftporenkennwerten am Festbeton mittels automatischer Bildanalyse. beton 2009, Heft 10, S. 452-454.