

Betonwerk + Fertigteil-Technik



Concrete Plant + Precast Technology

Aufgaben der Eigenüberwachungs-Prüfstellen im Rahmen
der Umstellung auf die neuen Betonnormen

**Teil 1: Konformitätsnachweis von Beton
nach den neuen Normen** Seiten 2–11

**Teil 2: Neue Prüfnormen für Beton und Gesteins-
körnungen – Änderungen bei der Prüfung von Beton** Seiten 12–18

**Teil 3: Neue Prüfnormen für Beton und
Gesteinskörnungen – Änderungen bei der Prüfung
von Gesteinskörnungen** Seiten 19–27

**Teil 4: Werkseigene Produktionskontrolle
von Beton und Gesteinskörnungen** Seiten 28–32

Tasks for the attestation bodies within the context of the conversion
to the new concrete standards

**Part 1: System of attestation of conformity
for concrete to the new standards** Pages 2–11

**Part 2: New standards for testing concrete and
aggregates for concrete and mortar – changes to
concrete testing** Pages 12–18

**Part 3: New test standards for concrete and
aggregates – changes to aggregates testing** Pages 19–27

**Part 4: Factory production control of concrete and
aggregates for concrete and mortar** Pages 28–32

Sonderdruck aus BFT 8, 9, 10 und 11/2002



Aufgaben der Eigenüberwachungs-Prüfstellen im Rahmen der Umstellung auf die neuen Betonnormen

Teil 1/4: Konformitätsnachweis von Beton nach den neuen Normen

Anfang Juni dieses Jahres wurde von der MPVA Neuwied ein Seminar „Aufgaben der Eigenüberwachungs-Prüfstellen im Rahmen der Umstellung auf die neuen Beton- und Gesteinskörnungsnormen“ veranstaltet. Die BFT wird vorbereitend und begleitend zu einem weiteren Seminar, das im November stattfinden soll, einige Aspekte herausgreifen und im Rahmen einer Serie von vier aufeinander folgenden Beiträgen diskutieren. Während in dieser Ausgabe der Konformitätsnachweis von Beton nach den neuen Normen behandelt wird, beschäftigt sich der Beitrag in Heft 09/2002 mit den Änderungen im Bereich des Prüfwesens für den Beton. Der Beitrag in Heft 10/2002 beschreibt die Änderungen des Prüfwesens im Bereich der Gesteinskörnung. Mit der Darstellung der werkseigenen Produktionskontrolle und deren Umsetzung in den Betonwerken befasst sich schließlich der letzte Beitrag in Heft 11/2002.

Einführung

Die Einführung der neuen Beton- bzw. Gesteinskörnungsnormen ist in aller Munde. Die neuen Betonnormen (DIN 1045-2 [7] und DIN EN 206-1 [8]) treten ähnlich wie die neue Gesteinskörnungsnorm (DIN 4226-1 [1]) mit ihrer Bekanntmachung in der Bauregelliste 2002/1 in Kraft. Das DIBt hat bei der Umsetzung der Betonnormen eine Übergangszeit bis zum 31. 12. 2004 festgelegt, innerhalb der Beton wahlweise nach alter oder neuer Norm verwendet werden kann. Auf Grund der Vielzahl der mit der Umsetzung der neuen Betonnormen verbundenen Anpassungen im Betonwerk sollte in jedem Fall frühzeitig mit den vorbereitenden Maßnahmen begonnen werden. Im Gegensatz zu den Betonnormen wird die neue Gesteinskörnungsnorm mit Bekanntmachung der nächsten Bauregelliste 2002/1 bauaufsichtlich ohne Übergangszeit eingeführt. In der Praxis wird sich jedoch zwangsläufig eine Übergangszeit bis Ende 2002 ergeben. Auch hier besteht dringender Handlungsbedarf.

Alle oben genannten Vorschriften beinhalten wesentliche Neuerungen, die in zahlreichen Seminarveranstaltungen und Veröffentlichungen aller Art bis heute vielfach behandelt worden sind. Die wenigsten hiervon haben sich bisher jedoch mit den konkreten Problemen der Eigenüberwachungs-Prüfstellen befasst. Gerade diese müssen sich aber kurzfristig auf gravierende Änderungen einstellen. So verlangen die neuen Normen:

- ▶ Die Anschaffung neuer Prüfnormen und Prüfgeräte
- ▶ Den Aufbau eines Handbuchs der werkseigenen Produktionskontrolle
- ▶ Die Anpassung von Rezepturen und Sortenverzeichnissen an die Anforderungen der neuen Normen
- ▶ Die Bildung von Betonfamilien und Schaffung der EDV-Voraussetzungen für die Auswertung und Verwaltung der Prüfergebnisse
- ▶ Die Festlegung von Zielwerten der Betondruckfestigkeit und

Tasks for the attestation bodies within the context of the conversion to the new concrete standards

Part 1/4: System of attestation of conformity for concrete to the new standards

At the beginning of June of this year, a seminar “Tasks for the attestation bodies responsible for factory production control within the context of the conversion of the new standards for concrete and for aggregates for concrete and mortar” was organized by the Materials and Testing Institute MPVA in Neuwied. BFT, in preparation of and to accompany a further seminar to take place in November, will highlight some aspects of the new standards and discuss them in a series of four sequential articles. While in this issue conformity attestation for concrete under the new standards is discussed, the article in issue 09/2002 will concern itself with the changes in testing procedures for concrete. The article in 10/2002 will go into the changes in testing procedures for aggregates for concrete and mortar. In the final article of this series to appear in 11/2002, the system of factory production control and its implementation in concrete plants will be described.

Introduction

The introduction of the new standards for concrete and for aggregates for concrete and mortar is a subject much discussed. The new concrete standards (DIN 1045-2 [7] and DIN EN 206-1 [8]), similar to the new standards for aggregates for concrete and mortar (DIN 4226-1 [1]), will take effect with the publishing of the German Bauregelliste (a catalog issued by the Federal Institute for Construction Technology (DIBt) 2002/1. For their implementation, the DIBt has stipulated a transitory period until 31 December 2004, during which the concrete may be used either to the old (DIN 1045 [07.88]) or the new (DIN 1045 [07.01]) standard. Given the numerous adjustments required in concrete plants to enable them to comply with the new standards, preparatory measures should soon be taken. The new standard for aggregates for concrete and mortar, other than is the case with the concrete standards, will come into force immediately, without transitory period, with the publication of the next Bauregelliste 2002/1. In practice, however, there will inevitably result a transitory period to

der Transformationsfaktoren sowie der Maßnahmen bei Nichtkonformität

► Die Schulung des Personals hinsichtlich der relevanten Inhalte der neuen Normen und der teilweise veränderten Prüfungsdurchführung.

Der vorliegende erste Teil der Serie der MPVA Neuwied soll als Leitfaden bei der Umstellung auf die neuen Normen hinsichtlich des Konformitätsnachweises von Beton dienen, wobei der Aspekt der Druckfestigkeit herausgegriffen wird.

Konformitätsnachweis für die Betondruckfestigkeit

Betonarten

Der Konformitätsnachweis muss für alle Betone nach DIN 1045-2/DIN EN 206-1 durchgeführt werden. Beim Beton nach Eigenschaften liefert der Betonhersteller dem Abnehmer einen Beton, der bestimmte Eigenschaften besitzt. Der Betonhersteller ist verantwortlich für die Einhaltung dieser Eigenschaften und hat diese im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung nachzuweisen. Dieses System entspricht dem der alten Norm: Der Kunde bestellt einen B25, das Betonwerk weist auf dem Lieferschein einen B25 aus und muss im Rahmen der werkseitigen Produktionskontrolle (Eigenüberwachung) nachweisen, dass der Beton die Anforderungen an einen B25 erfüllt.

Beim Beton nach Zusammensetzung gibt der Abnehmer im Gegensatz dazu vor, mit welchen Ausgangsstoffen und welcher Rezeptur der Beton herzustellen ist. Der Betonhersteller ist dabei nur „Lohnmischer“. Er kann die Eigenschaften dieses Betons nicht beeinflussen, da er die Rezeptur vorgegeben bekommt. Dementsprechend ist er für die Eigenschaften dieses Betons auch nicht verantwortlich. Die Eigenüberwachung des Betonherstellers beschränkt sich auf die Kontrolle der vorgegebenen Zusammensetzung des Betons. Die Bestimmung bzw. der Nachweis einer bestimmten Betondruckfestigkeit gehört in diesem Fall nicht zu seinen Aufgaben.

Beton nach Eigenschaften

Bevor die einzelnen Methoden zur Auswertung z. B. der Betondruckfestigkeit nach den neuen Betonnormen behandelt werden, müssen einige wesentliche Punkte zur Probenahme und Prüfungsdurchführung angesprochen werden.

Die Betonproben müssen zufällig ausgewählt und gleichmäßig über die Produktion verteilt entnommen werden. Eine „gezielte Probenahme“ ist auf Grund der statistischen Grundlagen des Auswerteverfahrens nicht – auch nicht am oberen Rand der Konsistenzklasse – zulässig. Erfolgt eine Auswertung über eine Betonfamilie (siehe folgende Abschnitte), so muss die Probenahme sich über den gesamten Bereich der Betonfamilie erstrecken. In der Praxis haben diese Vorgaben auf Grund des Zufallsprinzips zur Folge, dass der am häufigsten produzierte Beton auch am häufigsten beprobt wird.

Die Proben dürfen im Werk entnommen werden, sofern sichergestellt ist, dass sich die maßgebenden Betoneigenschaften und die Betonzusammensetzung zwischen dem Ort der Probenahme und dem Ort der Übergabe nicht wesentlich ändern. Prüfkörper für Betone, denen auf der Baustelle z. B. Fließmittel zugegeben werden, sind weiterhin grundsätzlich auf der Baustelle zu entnehmen.

Wie in der Vergangenheit darf pro Fahrzeug jeweils nur ein Prüfergebn zur Auswertung der Druckfestigkeit herangezogen werden. Werden mehrere Proben aus einem Fahrzeug entnommen, so ist der Mittelwert der Druckfestigkeiten dieser Proben für die weitere Auswertung heranzuziehen.

Prüfungsdurchführung

Die alte DIN 1045 [3] definiert die Festigkeitsklassen für Normalbeton in Tabelle 1 durch die Nenn- und Serienfestigkeit von Würfeln mit einer Kantenlänge von 200 mm, die sieben Tage unter Wasser und anschließend bis zur Prüfung (in der Regel nach 28 Tagen) an der Luft gelagert werden.

In DIN 1045-2/DIN EN 206-1 werden die Druckfestigkeitsklas-

sen am Ende von 2002. Hier, too, there is an urgent need for action.

All of the above standards contain essential changes, which have been discussed in numerous seminars and publications of all kind. However, only a few of them have gone into the concrete problems facing the attestations bodies responsible for factory production control. These, however, must adjust to far-reaching changes in the short term. The new standards require, inter alia:

- Acquiring new standards and testing equipment
- Building up a new manual on factory production control
- Adjustment of mix designs and mix lists
- Formation of concrete families and creation of the computer environment needed for evaluating and managing the test results
- Determining the target values for the compressive strength of concrete and transformation factors as well as measures for non-conformance
- Training the personnel with regard to the relevant contents of the new standards and the partially changed testing procedure.

The first part of the MPVA Neuwied series is to serve as a guideline on the conversion to the new standards with regard to conformity attestation, using the aspects of compressive strength as an example.

Conformity attestation for the compressive strength of concrete

Types of concrete

Conformity attestation is required for all types of concrete to DIN 1045-2/DIN EN 206-1. For concrete classified by its properties, the concrete manufacturer delivers to the user a concrete with specific properties. The concrete manufacturer is responsible for adherence to these properties and must demonstrate compliance to that effect within the scope of factory production control and external control. This system corresponds to the old standard: The customer orders a concrete of grade B25, the concrete producer lists the concrete in the delivery slip as being of grade B25 and demonstrates under the factory production control (in-house quality control) system that the concrete meets the requirements of a concrete of grade B25.

When a concrete is specified by its composition, the customer will specify with which constituent materials and mix composition the concrete is to be manufactured. In this case, the concrete manufacturer is only a “hired mixer.” He cannot influence the properties of this concrete as the mix composition has been specified. Accordingly, he is also not responsible for the properties of this concrete. The concrete manufacturer’s factory production control is restricted to the control of the specified composition of the concrete. The specification or attestation of conformity to a specific compressive strength is in this case not the responsibility of the concrete producer.

Concrete specified by properties

Before turning to the various methods for evaluating, e.g., the compressive strength of the concrete to the new concrete standards, a number of significant issues relating to sampling and testing shall be addressed.

The concrete samples must be taken at random and uniformly distributed over the production. “Selective sampling” is not permissible due to the statistical bases of the evaluation method – also not for the upper edge of a consistence class. If an evaluation is made by concrete family (see the following chapters), the sampling must cover the entire range of the concrete family. In practice, owing to the principle of random sampling, these provisions result in the most frequently manufactured concrete to be subjected to the most frequent sampling.

Sampling can take place in the plant when the assurance is given that the authoritative concrete properties and concrete

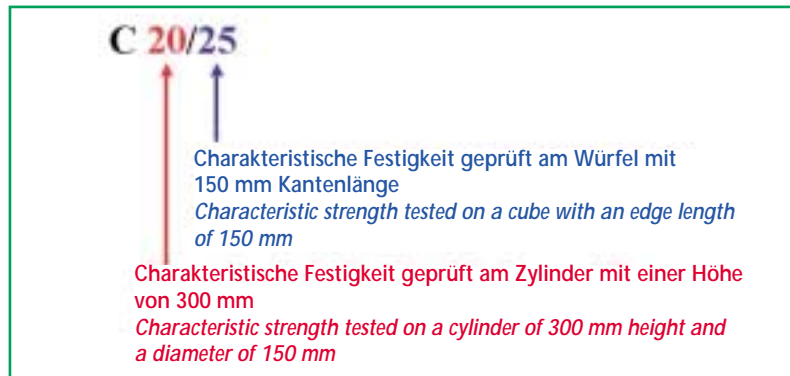


Bild 1. Prüfkörper für die Bestimmung der Betondruckfestigkeit
 Fig. 1. Test specimens for determining the compressive strength of concrete

sen dagegen mittels der Konformitätskriterien definiert, die sich auf

- ▶ Betonzylinder mit einer Höhe von 300 mm und einem Durchmesser von 150 mm oder
 - ▶ Betonwürfel mit einer Kantenlänge von 150 mm
- beziehen, die bis zur Prüfung unter Wasser gelagert werden. Eine Abminderung der Druckfestigkeit eines 150-mm-Würfels auf die Werte eines 200-mm-Würfels ist dementsprechend nicht mehr erforderlich. Die Druckfestigkeitsklasse wird dabei wie in **Bild 1** beschrieben formuliert.

Als Alternativverfahren dürfen auch Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm geprüft werden, die gemäß den Vorgaben der DIN 1048-5 [4] sieben Tage unter Wasser und anschließend bis zur Prüfung an der Luft gelagert wurden. In diesem Fall ist die Druckfestigkeit wegen der veränderten Lagerungsbedingungen um den Faktor 0,92 (Umrechnung auf die Wasserlagerung) abzumindern. Bei gleichen Ausgangsbedingungen (Kantenlänge, Lagerungsbedingungen usw.) wäre die Druckfestigkeit nach der „alten“ DIN 1045 mit dem Faktor 0,95 (Umrechnung auf den Referenzprüfkörper mit 200 mm Kantenlänge) abgemindert worden. Beim Vergleich der Berechnungen liegt dementsprechend eine um ca. 3% verringerte Druckfestigkeit vor, was bei einem B25 nach der alten



Norm etwa 1 N/mm² entspricht (siehe hierzu auch **Tabelle 1**). Bei Verwendung des Umrechnungsfaktors von 0,92 sind darüber hinaus noch einige Punkte zu beachten:

- ▶ Der Faktor von 0,92 ist im strengeren Sinne nur auf Portlandzementen anzuwenden. Bei langsamen Zementen, wie z. B. Hochofenzementen (besonders beim CEM III/B), ist der Faktor zu sehr auf der sicheren Seite. Hersteller, die einen für sich günstigeren (heißt größeren) Faktor als 0,92 nutzen wollen, müssen einen entsprechenden Nachweis erbringen.
- ▶ Der Faktor von 0,92 ist eigentlich nur auf das Prüfalter von 28 Tagen anzuwenden. Bei einem Prüfalter von 7 Tagen müsste der Faktor z. B. 1,0 betragen, da in diesem Falle beide Verfahren eine 7-tägige Wasserlagerung vorsehen.
- ▶ Für Leichtbeton existiert kein Faktor für die Umrechnung auf die Lagerung nach DIN 1048-5 [4]. Die Betonnormen sprechen bezüglich der Abminderung auf Grund der Lagerungsbe-

composition do not significantly change between the sampling site and the site on which they are handed over. Concrete samples to which e.g. a plasticizer has been added on the construction site must now as before always be taken on the construction site.

As has been the case in the past, always only one test result per vehicle may be used for evaluating the compressive strength. If several samples are taken from one vehicle, the average value of the compressive strength of these samples must be used for evaluation.

Test procedure

The old DIN 1045 [3] defines the strength classes for normal concrete in Table 1 by nominal and series strength of cubes with an edge length of 200 mm, stored for seven days in water and subsequently stored in the open air (as a rule for 28 days) until testing.

In DIN 1045-2/DIN EN 206-1, the compressive strength classes are defined by conformity criteria related to

- ▶ concrete cylinders of 300 mm height and 150 mm diameter or
 - ▶ concrete cubes with an edge length of 150 mm
- stored in water until testing. Therefore, a deduction from the compressive strength of a 150mm cube to the values of a 200 mm cube is no longer required. The compressive concrete strength is in this case formulated as described in **Figure 1**.

As an alternative method, cubes with an edge length of 150 mm which, pursuant to DIN 1048-5 [4] were stored in water for seven days and subsequently stored in the open air until testing, may also be tested. In this case, the compressive strength, due to the different storage conditions, must be reduced by a factor of 0.92 (conversion to water storage). All initial conditions being equal (edge length, storage conditions etc.), the compressive strength according to the "old" DIN 1045, would have had to be reduced by a factor of 0.95 (conversion to the reference sample of 200mm edge length). A comparison of the calculations would therefore show a compressive strength reduced by approx. 3%, which for a concrete of grade B25 to the old standard would correspond to approx. 1 N/mm² (see also **Table 1**).

Using a conversion factor of 0.92, a number of other points must also be considered:

- ▶ The factor of 0.92 in a stricter sense should only be applied to Portland cements. For slower cements, e.g. blast furnace cements (in particular CEM III/B), the factor is too far on the safe side. Manufacturers who would like to use a for them more favorable (meaning higher) factor than 0.92, are required to provide evidence to that effect.
- ▶ The factor of 0.92 should actually only be used for a test age of 28 days. At a test age of 7 days, a factor of e.g. 1.0 should be used, as for this case both methods specify water storage for 7 days.
- ▶ For lightweight aggregate concrete, there exists no conversion factor to storage to DIN 1048-5 [4]. The concrete standards, with regard to reduction due to storage conditions, expressly refer to "normal concrete." Application of this factors to lightweight aggregate concrete is not provided for.

Concrete family

The new concrete standards offer two possibilities for conformity attestation of the compressive strength, i.e.

- ▶ individually for every concrete or
 - ▶ for entire groups of concrete, the so-called "concrete families"
- In the new concrete standard, the term "concrete family" is for the first time normatively defined as

a group of concrete compositions for which a reliable relationship between relevant properties is established and documented.

The meaning of this provision is best illustrated on the following example:

Tabelle 1: Druckfestigkeiten nach DIN 1045 (07.88) und dem DIN Fachbericht
 Table 1: Compressive strengths to the DIN 1045 (07.88) and to the DIN Fachbericht

Bemerkungen Notes	Druckfestigkeit Compressive strength	
	DIN 1045 (07.88) DIN 1045 (07.88)	DIN 1045-2 (07.01) DIN 1045-2 (07.01)
Bruchlast = 720 kN Ultimate load	$\beta_w = \frac{720 \text{ kN}}{22.500 \text{ mm}^2} \cdot 0,95$	$\beta_w = \frac{720 \text{ kN}}{22.500 \text{ mm}^2} \cdot 0,92$
Würfelkantenlänge = 150 mm Cube edge length = 150 mm	30.4 N/mm ²	29.4 N/mm ²

dingungen ausdrücklich von „Normalbeton“. Eine Anwendung dieses Faktors auf Leichtbeton ist nicht vorgesehen.

Betonfamilie

Die neuen Betonnormen bieten die Möglichkeit des Konformitätsnachweises der Druckfestigkeit

- ▶ für jeden Beton einzeln oder
- ▶ für ganze Gruppen von Betonen, den sog. „Betonfamilien“. Der Begriff der Betonfamilie wird mit der neuen Betonnorm erstmals normativ definiert. Wörtlich lautet die Definition:

Unter einer Betonfamilie wird eine Gruppe von Betonzusammensetzungen verstanden, für die ein verlässlicher Zusammenhang zwischen maßgebenden Eigenschaften festgelegt und dokumentiert ist.

Folgendes Beispiel soll die schwer verständliche Bestimmung erläutern:

Zwei vergleichbare Mittelklasse-Kfz fahren dieselbe 1.000-km-Teststrecke: PKW A verbraucht durchschnittlich acht Liter Normalbenzin auf 100 km, PKW B benötigt hingegen neun Liter.

In diesem Beispiel liegt ein verlässlicher Zusammenhang (Mittelwert über eine 1.000-km-Teststrecke) vor. Vorausgesetzt, dass beide PKW unter denselben Bedingungen fahren, ist davon auszugehen, dass PKW A auch den nächsten Testlauf kraftstoffsparender absolviert.

Ähnlich verhält es sich beim Konformitätsnachweis der Betondruckfestigkeit über Betonfamilien. So werden in den neuen Betonnormen Bedingungen definiert, die erfüllt sein müssen, damit der „verlässliche Zusammenhang“ als gegeben angenommen werden kann. In Anwendung des Beispiels hieße dies, dass natürlich beide PKW auf derselben Strecke, unter denselben Witterungsbedingungen usw. fahren. Die normativen Bedingungen für die Bildung von Betonfamilien sind u. a. nachfolgend aufgeführt:

- ▶ Verwendung von Zementen gleicher Art, Festigkeitsklasse und Herkunft
- ▶ Gesteinskörnungen gleicher geologischer Herkunft
- ▶ Betone sowohl mit als auch ohne Wasser reduzierende/verflüssigende Zusatzmittel sowie
- ▶ Gesamter Bereich der Konsistenzklassen.

Separate Betonfamilien sind zu bilden bei

- ▶ Betonen mit Zusatzstoffen des Typs II wie z. B. Steinkohlenflugaschen
- ▶ Betonen mit Zusatzmitteln, die Auswirkungen auf die Betondruckfestigkeit haben, zum Beispiel hochwirksame Wasser reduzierende/verflüssigende Zusatzmittel, Beschleuniger, Verzögerer oder Luftporenbildner.

Grundsätzlich liegt bei dem System der Betonfamilienauswertung die Annahme zu Grunde, dass qualitativ minderwertige Ausgangsstoffe zu Festigkeitsverlusten bei allen daraus hergestellten Betonen führen. Sinkt die Qualität z. B. eines Zementes, so ist zu erwarten, dass die Druckfestigkeit aller mit diesem Zement hergestellten Betone ebenfalls sinkt. Hieraus ist abzuleiten, dass der Wechsel von Ausgangsstoffen (zum Beispiel des Zementes) zur Bildung einer neuen Betonfamilie führen muss.

Prüfhäufigkeit

Nach den neuen Betonnormen sind die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Prüfhäufigkeiten für die Bestimmung der Betondruckfestigkeit einzuhalten.

In **Tabelle 2** fallen zunächst die neuen Begrifflichkeiten „Erstherstellung“ und „stetige Herstellung“ auf.

Die Erstherstellung ist definiert als der Zeitraum vom Produktionsbeginn bis zum Erreichen von 35 Prüfergebnissen.

Diese 35 Prüfergebnisse müssen innerhalb einer Spanne von

Two comparable middle-class cars travel the same test distance of 1,000 km: Car A consumes on the average 8 liters of standard gasoline, car B requires 9 liters.

This example shows a reliable relationship (mean value over a test distance of 1,000 km). Assuming that both cars drive under the same conditions, it can be assumed that car A will consume less gasoline also in the next test run.

Attestation of conformity of concrete strength by concrete family is much the same. In the new concrete standards, the requirements that must be met so that a “reliable relationship” can be assumed to have been established are defined. Applying the above example this would mean that both cars would, of course, travel the same distance, under identical weather conditions etc. Among the normative requirements for forming concrete families are the following:

- ▶ Use of cements of the same kind, strength class and origin
- ▶ Aggregates of the same geological origin
- ▶ Concretes both with and without water-reducing or plasticizing admixtures as well as the
- ▶ entire range of consistence classes.

Separate concrete families must be formed for

- ▶ Concretes containing additives of type II, e.g. fly ashes
- ▶ Concretes containing additives affecting the compressive strength of concrete, e.g. highly effective water-reducing/plasticizing admixtures, accelerators, retarders or air-entraining agents.

The system of evaluation by concrete families is based on the assumption that constituent materials of lesser quality lead to a reduction of strength in all concretes manufactured with them. A lower quality cement, e.g., must be expected to result in a diminishment of the compressive strength of all concretes manufactured with such a cement. From this it can be deduced that a switch to another constituent material (e.g. cement) must lead to the formation of a new concrete family.

Test frequency

The new concrete standards require adherence to test frequencies listed in the following table for determining the compressive concrete strength:

Table 2 lists two new terms: “Initial production” and “continuous production.”

Initial production is defined as the period of time from initial production to achievement of 35 test results.

These 35 test results would have to be obtained within a period of at the most one year, otherwise the manufacturer will remain under the regime of initial production.

When the manufacturer has submitted evidence to the effect that more than 35 test results were obtained within one year, testing under continuous production can be started.

The number of 35 test results, depending on the evaluation procedure, refers to the individual concrete (mix) or the concrete family. Proof of 35 test results for every concrete or concrete family is to be submitted separately. Accordingly, a manufacturer who with concrete family A has passed on to continuous production, may not automatically switch to continuous production also with all other concrete families.

When a manufacturer satisfies the requirements of continuous production, he is assumed to be sufficiently experienced with the concrete mix designs of the respective concrete family. This “sufficient experience” is honored by allowing him to reduce in half the test frequency.

Looking at the test frequency it becomes apparent that continuous production requires a test cube to be manufactured “only” every 400 m³ (small series) – clearly less than what was



maximal einem Jahr anfallen, ansonsten verbleibt der Hersteller in der Erstherstellung.

Kann der Hersteller nachweisen, dass er mehr als 35 Prüfergebnisse innerhalb eines Jahres ermittelt hat, darf er in die stetige Herstellung übergehen.

Die Anzahl von 35 Prüfergebnissen bezieht sich je nach Auswerteverfahren auf den einzelnen Beton (die Sorte) oder die Betonfamilie. Der Nachweis der 35 Prüfergebnisse ist für jeden Beton bzw. jede Betonfamilie gesondert zu erbringen. Das bedeutet, dass ein Hersteller, der mit der Betonfamilie A in die stetige Herstellung übergeht, nicht automatisch mit allen anderen Betonfamilien ebenfalls in die stetige Herstellung überwechseln darf.

Erfüllt ein Hersteller die Anforderungen der stetigen Herstellung, so wird davon ausgegangen, dass er ausreichende Erfahrungen mit den Rezepturen der entsprechenden Betonfamilie hat. Diese „ausreichende Erfahrung“ wird ihm mit einer Halbierung der Prüfhäufigkeit honoriert.

Bei der Betrachtung der Prüfhäufigkeit fällt weiterhin auf, dass im Rahmen der stetigen Herstellung „nur“ alle 400 m³ ein Probewürfel (keine Serie) herzustellen ist. Das ist deutlich weniger, als nach der alten Norm z. B. für B-II-Betone erforderlich war. Dies hat zu der Annahme geführt, dass in Zukunft viel weniger geprüft werden wird, als bisher. Hierbei ist jedoch übersehen worden, dass in der Tabelle auch steht „oder 1/Produktionswoche“. Dazu ein Beispiel:

Ein Betonwerk produziert im Rahmen der stetigen Herstellung bei 50 Produktionswochen 20.000 m³ Beton pro Jahr. Von den 50 Produktionswochen wird in 40 Produktionswochen ein Beton aus der Familie A in einer Menge von 8.000 m³ hergestellt. Für die Anzahl der erforderlichen Probewürfel ergibt sich hieraus folgendes:

Mengenregel: „400-m³-Regel“ = $\frac{8.000}{400} = 20$ Würfel

Wochenregel: 40 Produktionswochen = 40 Würfel

Da der Grundsatz beibehalten wird, dass das Verfahren anzuwenden ist, das die größere Prüfhäufigkeit ergibt, sind im o. a. Beispiel gemäß der Wochenregel in dem betrachteten Zeitraum 40 Probewürfel dieser Betonfamilie herzustellen. Die Kubikmeterregel käme erst bei Überschreitung von 40 x 400 m³, also bei mehr als 16.000 m³ Beton der Betonfamilie A pro Jahr, zur Anwendung.

Bezüglich der Prüfhäufigkeit sei auf die Auswertung von Herrn Dr.-Ing. Ulrich Wöhl, der im Abschnitt 7 der Veröffentlichung des Bundesverbandes Transportbeton [6] anhand einiger Beispiele ausführte, dass die Prüfhäufigkeit nach der neuen Norm stark von der Produktionsmenge des Werkes sowie der Zusammenstellung der Betonfamilien abhängt. Bei kleinen Werken und einer Auswertung der einzelnen Sorten kann nach den neuen Betonnormen durchaus eine Verdoppelung der Prüfhäufigkeit im Vergleich zur Überwachungspraxis nach der alten Norm resultieren. Bei maximaler Betonfamilienbildung und großen Betonwerken ist im Gegensatz dazu eine merkliche Reduzierung der Prüfhäufigkeit möglich.

Somit ist festzustellen, dass die Betonhersteller aus Gründen der Prüfhäufigkeit über die Bildung von möglichst großen Betonfamilien nachdenken müssen. Gerade bei der Auswertung selten produzierter Betone sollte die Zusammenfassung in Betonfamilien intensiv geprüft werden, da bei der Betonfamilie im Rahmen der Erstherstellung „nur“ zwei Würfel pro Woche und Betonfamilie zu entnehmen sind. Werden die Betone einzeln ausgewertet, müsste jeder produzierte Beton 2-mal pro Produktionswoche beprobt werden.

Tabelle 2: Prüfhäufigkeit nach dem DIN Fachbericht
Table 2: Test frequency to the DIN Fachbericht

	Mindestprüfhäufigkeit Minimum test frequency	
	Erste 50 m ³ Initial 50 m ³	Mehr als 50 m ³ Over 50 m ³
Erstherstellung (≤ 35 Prüfergebnisse) Initial production (≤ 35 test results)	3 Proben 3 samples	1/200 m ³ oder 2/Produktions- woche or 2/production week
Stetige Herstellung (> 35 Prüfergebnisse) Continuous production (> 35 test results)	–	1/400 m ³ oder 1/Produktionswoche or 1/production week

required under the old standard, e.g. for B II concretes. This has led to the erroneous assumption that in future less testing will be required than before, overlooking the fact that the table also specifies "or 1/production week." On this, an example:

A concrete plant manufactures under the continuous production system in 50 production weeks 20,000 m³ concrete per year. During 40 of the 50 production weeks, 8,000 m³ of a concrete of family A is manufactured. In this case, the following number of test cubes need to be manufactured:

Quantity rule: "400 m³ rule" = $\frac{8.000}{400} = 20$ cubes

Weekly rule: 40 production weeks = 40 cubes

Following the principle that the procedure resulting in the higher test frequency is to be applied, for the above example, based on the weekly rule, 40 test cubes of this concrete family must be manufactured. The cubic meter rule would here only apply when exceeding 40 x 400 m³, i.e. when more than 16,000 m³ concrete of concrete family A are manufactured per year.

With regard to the test frequency, reference is made to the evaluation done by Dr.-Ing. Ulrich Wöhl, who in section 7 of the publication of the Federal Ready-mix Concrete Association [6] demonstrated that the test frequency based on the new standard is highly dependent on a plant's weekly production output and the mix composition of the concrete families. In small plants, and when evaluating individual mixes, the number of test frequencies required under the new standard may well result in double the number required under the control system of the old standard. While in large concrete plants and where a maximum number of concrete families is formed, a noticeable reduction in test frequency can be achieved.

Accordingly, concrete manufacturers, in consideration of the test frequency, may want to think about forming as large concrete families as possible. In particular with regard to the evaluation of rarely manufactured concretes, the possibility to form concrete families should be intensively looked into, as for the concrete family, within the scope of initial production, "only" two cubes per week and concrete family must be sampled. When all concretes are individually evaluated, every concrete manufactured would have to be sampled twice in every production week.

Transformations methods

As has been explained above, certain requirements must be met for concretes (also of different strength classes) to be gathered into concrete families. To enable a common evaluation of different strength classes within a concrete family, a

Transformationsmethoden

Wie oben ausgeführt gibt es Voraussetzungen, die eingehalten werden müssen, damit Betone (auch unterschiedlicher Festigkeitsklassen) in einer Betonfamilie zusammengefasst werden dürfen. Damit eine gemeinsame Auswertung unterschiedlicher Betonfestigkeitsklassen in einer Betonfamilie möglich ist, müssen jedoch zuerst ein „Referenzbeton“ definiert und die „Zielfestigkeit“ der Betone festgelegt werden.

Als Referenzbeton soll der am häufigsten produzierte Beton der Familie oder ein Beton aus dem Mittelfeld der Familie (hinsichtlich der Betondruckfestigkeit) ausgewählt werden.

Bei der Festlegung der Zielfestigkeit sollte die geplante mittlere Druckfestigkeit des jeweiligen Betons verwendet werden. Liegen bereits Erfahrungen mit den Betondruckfestigkeiten des betreffenden Betons vor, sollte der Mittelwert der Ergebnisse der Güteprüfung dieses Betons verwendet werden.

Den meisten Veröffentlichungen zu diesem Thema ist zu entnehmen, dass die Prüfergebnisse der Erstprüfung zur Festlegung der Zielfestigkeit eingesetzt werden sollen. Hiervon ist aber dringend abzuraten. In der Regel liegen die Druckfestigkeiten der Erstprüfungen (hierbei handelt es sich um im Labor unter idealen Bedingungen hergestellte Betone) höher als die Druckfestigkeiten im Rahmen der Güteprüfung, sodass dies zu einer Verfälschung der „transformierten Druckfestigkeiten“ führen würde.

Nachdem die Hürden der Begriffsdefinitionen nunmehr genommen sind, kann mit der Beschreibung der eigentlichen „Transformationsverfahren“ begonnen werden. Der CEN-Bericht über Betonfamilien [5] stellt Methoden dar, mit denen die Druckfestigkeiten von Betonfamilienmitgliedern transformiert werden können. Bei den hier beschriebenen Verfahren handelt es sich um die Druckfestigkeitsdifferenz, den Druckfestigkeitsfaktor und die w/z-Wert-Methode.

Die w/z-Wert-Methode ist nach den bisherigen Erfahrungen ein in der Praxis nicht anwendbares Verfahren, da das Verfahren zu kompliziert ist und kein angemessenes Verhältnis Aufwand/Nutzen besteht.

Das Verfahren der Druckfestigkeitsdifferenz geht davon aus, dass die Differenz der Betondruckfestigkeiten zweier Betone – für ein verlässlicher Zusammenhang zwischen den Druckfestigkeiten besteht – konstant ist. Das Berechnungsverfahren für die Differenzmethode ist in Bild 2 dargestellt:

Die Annahme der Differenzmethode besagt also, dass die Betondruckfestigkeit der Sorte 1 im Beispiel aus Bild 2 um 10,5 N/mm² höher als die der Referenzsorte ist (siehe Schritt 2). Aus der im Rahmen der Güteprüfung ermittelten Druckfestigkeit der Sorte 1 von 40,0 N/mm² und der konstanten Druckfestigkeitsdifferenz ergibt sich damit eine „transformierte Druckfestigkeit“ von 29,5 N/mm² (siehe Schritt 4). Diese wird für die weitere Auswertung im Rahmen der Konformitätskriterien verwendet (siehe nachfolgender Abschnitt).

Auf einem ähnlichen Prinzip basiert die Faktormethode, nur dass hier nicht die Differenz, sondern der Quotient der Zielfestigkeiten für die weitere Auswertung zu Grunde gelegt wird. Diese Methode ist nachfolgend beispielhaft in Bild 3 dargestellt. Bei der Transformation über den Druckfestigkeitsfaktor geht man somit davon aus, dass die Druckfestigkeit der Referenzsorte im oben aufgeführten Beispiel 76% der Druckfestigkeit der Sorte 1 beträgt (siehe Schritt 2). Aus der im Rahmen der Güteprüfung ermittelten Druckfestigkeit der Sorte 1 von 40,0 N/mm² und dem konstanten Druckfestigkeitsfaktor ergibt sich somit eine „transformierte Druckfestigkeit“ von 30,4 N/mm² (siehe Schritt 4) (gerundet 30,5 N/mm²). Diese wird dann für die weitere Auswertung im Rahmen der Konformitätskriterien verwendet (siehe nachfolgender Abschnitt). Auffällig ist, dass die transformierten Druckfestigkeiten der oben genannten Verfahren im Einzelfall nicht identisch sind (29,5 N/mm² im Vergleich zu 30,4 N/mm²). Hieraus ist aber keineswegs abzuleiten, dass der Druckfestigkeitsfaktor grund-

„reference concrete“ has first to be defined and the “target strength” of the concretes established.

As reference concrete, the concrete of a family most frequently produced or a concrete from the family's mean range (in terms of the compressive strength) should be chosen.

In establishing the target strength, the projected mean compressive strength of the respective concrete should be used. Where experiences have already been gained with the compressive strengths of the concrete under consideration, the mean value of the result of the quality test for this concrete should be used.

Most publications on this subject seem to favor using the test results of initial type-testing for establishing the target strength. This is not recommended. As a rule, the compressive strengths achieved with initial type-testing (these are performed on concrete manufactured in the laboratory under ideal conditions) are higher than the compressive strengths obtained by way of quality testing and could therefore lead to a distortion of the “transformed compressive strengths.”

Now that the hurdle of the definition of terms has been taken, a description of the actual “transformation procedure” can follow. The CEN report on the application of the principle of concrete families to production and conformity control [5] offers possible methods for transforming the compressive strengths of members of the concrete family. The methods described in the report make use of the difference in compressive strengths, the compressive strength factor and the w/c ratio.

The w/c-ratio method, as experience has shown, is so far not suitable for practical application, being far too complex and

Bild 2. Differenzmethode
Fig. 2. Method considering the differences in compressive strengths

1	Zielwerte / Target values	2	Differenzwert / Difference
	Zielwerte (Zw) <i>Target values (Zw):</i> Zielwert (S1) <i>Target value (S1):</i> 43.0 N/mm ² Zielwert (Re) <i>Target value (Re):</i> 32.5 N/mm ²		$F = Z_w(Re) - Z_w(S1)$ $= 32.5 - 43.0 = -10.5$
3	Ergebnis der Güteprüfung Result of the quality control	4	Berechnung der transformierten Druckfestigkeit / Computation of transformed compressive strength
	Istwert (S1) <i>Actual value (S1):</i> 40.0 N/mm ²		$X = \text{Istwert/actual value (S1)} * F$ $= 40.0 - 10.5$ $= 29.5$

for lack of a reasonable cost/benefit ratio.

The method based on the difference in compressive strengths assumes that the difference in the compressive strengths of two concretes – for which a reliable relationship has been established – is constant. This computation method is presented in Figure 2.

Bild 3. Faktormethode
Fig. 3. Factor method

1	Zielwerte / Target values	2	Faktorbestimmung / Factor determination
	Zielwerte (Zw) <i>Target values (Zw):</i> Zielwert (S1) <i>Target value (S1):</i> 43.0 N/mm ² Zielwert (Re) <i>Target value (Re):</i> 32.5 N/mm ²		$F = \frac{\text{Zielwert/Target value (Re)}}{\text{Zielwert/Target value (S1)}}$ $= \frac{32.5}{43.0} = 0.76$
3	Ergebnis der Güteprüfung Result of the quality control	4	Berechnung der transformierten Druckfestigkeit / Computation of transformed compressive strength
	Istwert (S1) <i>Actual value (S1):</i> 40.0 N/mm ²		$X = \text{Istwert/actual value (S1)} * F$ $= 40.0 * 0.76$ $= 30.4$



Tabelle 3: Konformitätsnachweis für die Druckfestigkeit
Table 3: Conformity attestation for compressive strength

	Größe der Auswertungseinheit No. of evaluation units	Kriterium 1 Criterion 1 Mittelwert von n Druckfestigkeiten Mean value of n compressive strengths [N/mm ²]	Kriterium 2 Criterion 2 Kleinster Einzelwert Smallest individual value [N/mm ²]
Erstherstellung Initial production	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Stetige Herstellung Continuous production	15	$\geq f_{ck} + 1,48 \times \sigma_{35}$	$\geq f_{ck} - 4$

sätzlich „günstigere“ Werte als die Druckfestigkeitsdifferenz liefert. Vielmehr ist im Einzelfall teilweise die eine und teilweise die andere Methode günstiger. Bei einer ausreichend großen Anzahl von Werten sollte insgesamt keines der Verfahren günstigere/ungünstigere Werte liefern.

Konformitätskriterien

Im Rahmen des Konformitätsnachweises der Betondruckfestigkeit sind die Anforderungen der nachfolgend aufgeführten Kriterien zu erfüllen:

- Kriterium 1: Die Anforderung an den Mittelwert einer 3er-Serie bzw. das 5%-Quantil der Betonfamilie bzw. Betonsorte;
 - Kriterium 2: Die Anforderung an den kleinsten Einzelwert;
 - Kriterium 3: Die Anforderung an den Mittelwert eines Betons in einer Betonfamilie.
- Anmerkung: Das Kriterium 1 ist somit grundsätzlich mit der Mittelwertanforderung bzw. der statistischen Auswertung der DIN 1045 (07.88) und das Kriterium 2 mit der Anforderung an die dort definierte Nennfestigkeit (wenn auch nicht von den Zahlenwerten her) vergleichbar. Bei dem Kriterium 3 handelt es sich um eine völlig neue Anforderung.

Die diesbezüglichen Anforderungen sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengestellt.

Bezüglich des Kriteriums 2 (Einzelwertkriterium) muss ein C 20/25 gemäß DIN 1045-2 eine Druckfestigkeit von $f_{ck} - 4 = (25 - 4) \text{ N/mm}^2$ also 21 N/mm^2 besitzen. f_{ck} ist hierbei die sog. charakteristische Druckfestigkeit. Nach der „alten“ DIN 1045 muss ein vergleichbarer B25 als kleinsten Einzelwert mindestens die Nennfestigkeit, also 25 N/mm^2 besitzen. Diesbezüglich ist dementsprechend festzuhalten, dass die DIN 1045-2 deutlich geringere Anforderungen an den kleinsten Einzelwert stellt als die alte DIN 1045. Die Begründung hierfür besteht darin, dass gemäß dem statistischen Ansatz, der dem

The method making use of the differences in compressive strengths thus assumes that the compressive strength of a concrete of mix composition 1, in the example from Figure 2, is 10.5 N/mm^2 times higher than the reference mix (see step 2). Based on the compressive strength of 40.0 N/mm^2 established for mix 1 within the scope of quality testing, there results a "transformed compressive strength" of 29.5 N/mm^2 (see step 4). This value is then used for further evaluation within the scope of conformity criteria (see following chapter).

The factor method is based on a similar principle, only that here not the differences in compressive strengths are made use of for further evaluation, but the quotient of the target strengths. An example of this method is given in Figure 3.

When transforming the compressive strength factor it is thus assumed that the compressive strength of the reference mix in the above-cited example is 76% of the compressive strength of mix (see step 2). Based on the compressive strength of 40.0 N/mm^2 established for mix 1 by way of quality assurance and the constant compressive strength factor there thus results a „transformed compressive strength“ of 30.4 N/mm^2 (see step 4) (rounded to 30.5 N/mm^2). This value is then used for further evaluation within the scope of conformity criteria (see following chapter).

It is evident that the transformed compressive strengths obtained by the above-described method are not identical when applied individually (29.5 N/mm^2 compared to 30.4 N/mm^2). This, however, by no means infers that the compressive strength factor will always provide "more favorable" values than those derived from the difference in compressive strengths. On a case-to-case basis, partly one and partly the other method will be more favorable. When a sufficient number of values is available, none of the methods should as a whole result in more favorable/less favorable values.

Conformity criteria

Within the scope of conformity attestation of the compressive strength of concrete, the following requirements would have to be met:

- Criterion 1: The requirement on the mean value of a series of 6, or the 5% quantile of the concrete family or concrete mix
 - Criterion 2: The requirement made on the smallest single value
 - Criterion 3: The requirement made on the mean value of a concrete of a concrete family.
- Note: Criterion 1 is therefore basically comparable to the mean value requirement resp. the statistical evaluation, and criterion 2 to the nominal strength (if not with regard to the numerical values). Criterion 3 is a totally new requirement.

The requirements listed above are summarized in Tables 3 and 4. As regards criterion 2 (single value criterion), a C 20/25 to DIN 1045-2 should have a compressive strength of $f_{ck} - 4 = (25 - 4) \text{ N/mm}^2$, in other words 21 N/mm^2 . f_{ck} is here the so-called characteristic compressive strength. According to the "old" DIN 1045, the smallest single value of a comparable B 25 should attain at least the nominal strength, i.e. 25 N/mm^2 . In this regard it is here noted that the requirements of DIN 1045-2 on the smallest single value are clearly less than those specified in the old DIN 1045. The reason for this is that in accordance with the statistical approach, on which criterion 1 is based for continuous production, 5% of the compressive strength values fall below the characteristic (under the old norm nominal) strength when the requirement on the mean value is just met (i.e. when a C 20/25 has a mean compressive strength of 29 N/mm^2).

Based on criterion 1, within the scope of initial production (mean value criterion), a C 20/25 (corresponding to a B 25 in

Tabelle 4: Mittelwertanforderung an jeden einzelnen Beton einer Betonfamilie
Table 4: Mean value required of every single concrete of a concrete family

Anzahl der Prüfergebnisse eines Betons in einer Betonfamilie Number of test results of a concrete in a concrete family	Kriterium 3 Criterion 3 Mittelwert von n Druckfestigkeiten eines Betons in einer Betonfamilie Mean value of n compressive strengths of a concrete in a concrete family
1	$\geq f_{ck} - 4$
2	$\geq f_{ck} - 1$
3	$\geq f_{ck} + 1$
4	$\geq f_{ck} + 2$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6-14	$\geq f_{ck} + 3$
≥ 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \times \sigma$

Kriterium 1 bei der stetigen Herstellung zu Grunde liegt, 5% der Druckfestigkeitsergebnisse die charakteristische Festigkeit (nach alter Norm Nennfestigkeit) unterschreiten, wenn die Mittelwertanforderung gerade erfüllt ist (ein C 20/25 also eine mittlere Druckfestigkeit von 29 N/mm² besitzt). Gemäß dem Kriterium 1 im Rahmen der Erstherstellung (Mittelwertkriterium) muss ein C 20/25 (entspricht in etwa einem B 25 nach alter Norm) eine mittlere Druckfestigkeit von $f_{ck} + 4 = (25 + 4) \text{ N/mm}^2$ also 29 N/mm² besitzen. f_{ck} ist hierbei die sog. charakteristische Druckfestigkeit, die sinngemäß der Nennfestigkeit nach der alten Norm gleichzusetzen ist. Nach der „alten DIN 1045“ musste der vergleichbare B25 eine mittlere Druckfestigkeit von $\geq 30 \text{ N/mm}^2$ besitzen, also ca. 1 N/mm² mehr. An dieser Stelle muss nochmals die Durchführung der Prüfungen in Erinnerung gerufen werden. Die Druckfestigkeit eines nach DIN 1048-5 gelagerten Betonwürfels mit einer Kantenlänge von 150 mm ist nach den neuen Normen um ca. 3%, also um ca. 1 N/mm², geringer als nach der alten DIN 1045. Für die Erfüllung der Druckfestigkeitsanforderung ist nach alter und neuer Betonnorm dementsprechend nahezu dieselbe Bruchlast erforderlich. Nachfolgend ist eine Auswertung des Kriteriums 1 im Rahmen der Erstherstellung mittels des Druckfestigkeitsfaktors beispielhaft dargestellt. Zu diesem Zweck wurde die Sorte 103 als Referenzbeton verwendet.

- ▶ Im Schritt 1 wird der Druckfestigkeitsfaktor aus den festgelegten Zielwerten berechnet.
- ▶ Im Schritt 2 wird die transformierte Druckfestigkeit aus der Ist-Festigkeit und dem Transformationsfaktor berechnet.
- ▶ Abschließend werden die 3er-Mittelwerte der transformierten Druckfestigkeiten bestimmt und mit dem Anforderungswert ($f_{ck} + 4$) verglichen.

Bei der statistischen Auswertung von Kriterium 1 im Rahmen der stetigen Herstellung (statistisches Kriterium) ist zu beachten, dass zur Berechnung des 5%-Quantils nicht die Standardabweichung der auszuwertenden 15 Prüfergebnisse, sondern die bekannte Standardabweichung der 35 davor liegenden Druckfestigkeiten anzuwenden ist. Weiterhin ist zu beachten, dass bei Normalbeton unabhängig von der Gleichmäßigkeit der Produktion mindestens mit einer bekannten Standardabweichung von $\geq 3 \text{ N/mm}^2$ gerechnet werden muss. Das entsprechende Berechnungsbeispiel für die Auswertung des Kriteriums 1 im Rahmen der stetigen Herstellung mittels des Druckfestigkeitsfaktors ist **Bild 5** zu entnehmen.

- ▶ Im Schritt 1 wird der Druckfestigkeitsfaktor aus den festgelegten Zielwerten berechnet.
- ▶ Im Schritt 2 wird die transformierte Druckfestigkeit aus der Ist-Festigkeit und dem Transformationsfaktor berechnet.
- ▶ Im Schritt 3 wird der Anforderungswert aus der bekannten Standardabweichung und der charakteristischen Festigkeit bestimmt.
- ▶ Abschließend wird der Mittelwert der 15 transformierten Druckfestigkeiten bestimmt und mit dem Anforderungswert verglichen.

Darüber hinaus muss jeder Beton einer Betonfamilie die Anforderungen der nachfolgenden Tabelle erfüllen. Gemäß diesen Anforderungen werden der Mittelwert der Druckfestigkeiten der betreffenden Sorte einer Betonfamilie im Betrachtungszeitraum gebildet und die Anzahl der Prüfergebnisse dieser Sorte gezählt. Auf der Basis der Anzahl der Prüfergebnisse wird die Anforderung an den Mittelwert dieser Sorte aus **Tabelle 4** abgelesen und mit dem tatsächlichen Mittelwert der Druckfestigkeit verglichen. Konkret heißt das, dass z. B. vier Prüfergebnisse einer Sorte gemäß der oben aufgeführten Tabelle einen Mittelwert von $\geq f_{ck} + 2$ erreichen müssen.

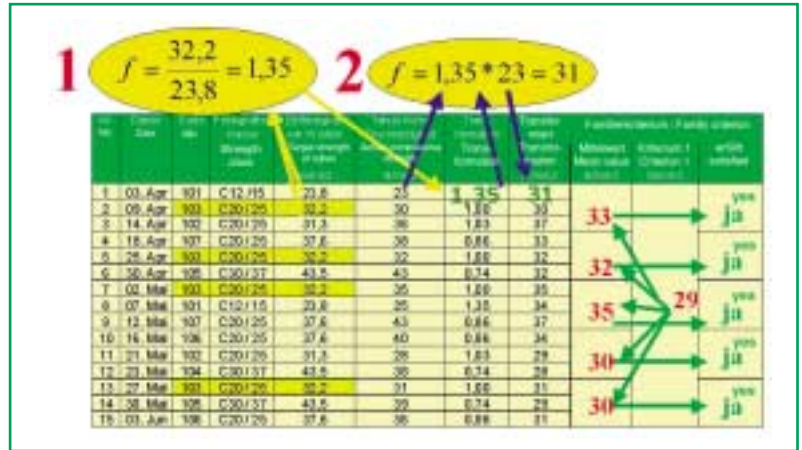


Bild 4. Beispiel-auswertung für den Serienmittelwert – Kriterium 1 einer Betonfamilie in der Erstherstellung Fig. 4. Evaluation example for the mean series value – criterion 1 of a concrete family in initial type-testing

the old standard) should attain a mean compressive strength of $f_{ck} + 4 = (25 + 4) \text{ N/mm}^2$, i.e. 29 N/mm^2 . f_{ck} denotes here the so-called characteristic compressive strength, which, by analogy, is equal to the nominal strength of the old standard. Under the "old DIN 1045," a comparable B 25 would have to have a mean compressive strength of $\geq 30 \text{ N/mm}^2$, i.e. approx. 1 N/mm² more. Here, the execution of the tests should once again be called to mind. The compressive strength of a concrete cube with an edge length of 150 mm, stored as specified in DIN 1048-5, according to the new standard, is approx. 3%, i.e. by approx. 1 N/mm², lower than that determined to old DIN 1045. Accordingly, in order to meet the requirements made on the compressive strength, nearly the same ultimate load is required under both the old and new standards. In what follows, an evaluation of criterion 1 made within the scope of initial production, using the compressive

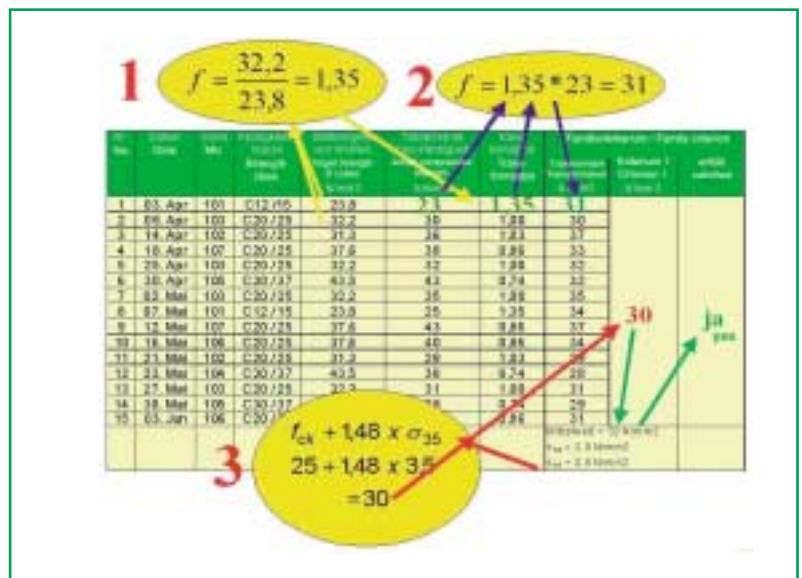


Bild 5. Beispiel-auswertung für den Familienmittelwert – Kriterium 1 einer Betonfamilie in der stetigen Herstellung Fig. 5. Evaluation example for the mean family value – criterion 1 of a concrete family in continuous production

strength factor, is presented by way of example. For this purpose, mix composition 103 was chosen as the reference concrete.

- ▶ In stage 1, the compressive strength factor is calculated from the established target values.
- ▶ In step 2, the transformed compressive strength is calculated based on the actual strength and the transformation factor.
- ▶ Finally, the 3 mean values of the transformed compressive strength are determined and compared with the requirement value ($f_{ck} + 4$).

For the statistical evaluation of criterion 1 within the scope of continuous production (statistical criterion) it should be con-



Standardabweichung

Neben den oben aufgeführten Anforderungen an die Betondruckfestigkeit sollte die Standardabweichung gemäß [1] während der Produktion nicht stark schwanken. In den neuen Betonnormen wird diese Forderung wie folgt definiert:

$$0,63 \sigma_{35} \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma_{35}$$

Bei σ_{35} handelt es sich um die sog. bekannte Standardabweichung der 35 Prüfergebnisse, die vor dem Betrachtungszeitraum liegen. s_{15} ist die Standardabweichung der 15 Prüfergebnisse, die im Betrachtungszeitraum ermittelt wurde.

Wird die o. a. Bedingung nicht erfüllt, so ist eine neue Standardabweichung zu „schätzen“. Dies geschieht i.d.R. dadurch, dass die Standardabweichung der letzten 35 Prüfergebnisse inkl. der 15 Werte aus dem Betrachtungszeitraum berechnet und für die weitere Auswertung herangezogen wird.

Bei der Bewertung der Standardabweichung der Produktion von Betonwerken hat sich herausgestellt, dass die oben formulierte Bedingung häufiger nicht eingehalten wird. So können erhebliche Schwankungen der Standardabweichung auftreten, wenn z. B. zeitlich begrenzte Großaufträge mit engen Konsistenzanforderungen (z. B. Beton für Brückenbauwerke) in den Betrachtungszeitraum fallen und dadurch eine geringe Standardabweichung bewirken. Ebenso steigt die Standardabweichung s_{15} im Vergleich zu σ_{35} an, wenn der Großauftrag zeitlich vor dem Betrachtungszeitraum liegt und im Betrachtungszeitraum „nur noch“ Ergebnisse aus einer „normalen“ Produktion vorliegen.

Maßnahmen bei Nichtkonformität

Wird eine Nichtkonformität der Druckfestigkeit festgestellt, so sind die nachfolgenden Maßnahmen zu ergreifen:

- ▶ Nachprüfen der Prüfergebnisse;
- ▶ Durchführung einer Wiederholungsprüfung;
- ▶ Information der Abnehmer;
- ▶ Durchführung von Untersuchungen am Bauwerk.

Mögliche Verfahren, die hierbei zur Anwendung kommen können sind die Rückprallprüfung oder die Bohrkernentnahme und anschließende zerstörende Prüfung im Prüflabor.

Inwiefern die Durchführung einer sachgerechten Wiederholungsprüfung möglich ist, ist fraglich, da die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung ja frühestens nach 28 Tagen vorliegen.

Wie eine derartige Wiederholungsprüfung in der Praxis aussehen soll, wird in der Norm nicht näher ausgeführt.

Beton nach Zusammensetzung

Wie bei der Definition der Betonarten bereits erwähnt, ist der Betonhersteller beim Beton nach Zusammensetzung ausschließlich für die Einhaltung der vorgegebenen Sollzusammensetzung verantwortlich. Der Betonhersteller muss weder eine Erstprüfung noch regelmäßige Druckfestigkeitsprüfungen durchführen. Er muss nur über Protokollausdrucke belegen, dass er die vorgegebene Rezeptur mit einer Genauigkeit von $\pm 3\%$ einhält und den w/z-Wert um nicht mehr als 0,02 überschreitet. Dass die erforderlichen Eigenschaften des Betons mit der verwendeten Rezeptur eingehalten werden, liegt in der Verantwortung des Auftraggebers. Er muss dementsprechend im Rahmen einer Erstprüfung nachweisen, dass die geforderten Eigenschaften mit der vorgegebenen Rezeptur erfüllt werden. Weiterhin muss er regelmäßig Güteprüfungen durchführen, die dies im Rahmen der Produktion bzw. Verarbeitung dauerhaft bestätigen.

Zusammenfassung

Das neue Normenwerk für Beton und Gesteinskörnungen wird eine Reihe von Neuerungen bringen. Die Neuerungen betreffen sowohl die Technischen Abteilungen als auch die Marketing-

sidered that for calculating the 5% quantile not the standard deviation of the 15 test results to be evaluated are to be applied, but the known standard deviation of the 35 compressive strength values obtained before that. Furthermore, allowance should be made for the fact that for normal concrete, independent of the constancy of production, at least one of the known standard deviations of $\geq 3 \text{ N/mm}^2$ should be considered in the calculation. The corresponding arithmetic example for evaluating criterion 1 within continuous production by means of the compressive strength factor is given in Figure 5.

- ▶ In step 1, the compressive strength factor is calculated from the established target values.
- ▶ In step 2, the transformed compressive strength is calculated from the actual strength and the transformation factor.
- ▶ In step 2, the requirement value is determined from the known standard deviation and the characteristic strength.
- ▶ Finally, the mean value of the 15 transformed compressive strength values is determined and compared with the required value.

In addition to that, every concrete of a concrete family should meet the requirement shown in Table 4.

In accordance with this requirement, the mean value of the compressive strength of a given mix of a concrete family in the period under consideration is formed and the number of test results obtained on this mix counted. Based on the number of test results, the requirement made on the mean value for this mix is taken from Table 4 and compared with the actual mean value of the compressive strength. In concrete terms, this means that, based on the above table, e.g. four test results of one mix must be attained with a mean value of $\geq f_{ck} + 2$.

Standard deviation

In addition to the above-stated requirements made on the compressive strength of concrete, the standard deviation pursuant to [1] should not be subject to much fluctuation during production. In the new concrete standards, this requirement is defined as follows:

$$0,63 \sigma_{35} \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma_{35}$$

σ_{35} represents a so-called known standard deviation of the 35 test results obtained prior to the period of observation. s_{15} denotes the standard deviation of the 15 test results determined during the period of observation.

If the condition stated above is not met, a new standard deviation must be "estimated." This is as a rule done by calculating the standard deviation of the last 35 test results, including the 15 values from the period of observation, and to take them into account for the further evaluation.

In evaluating the standard deviation of the production in concrete plants, it has been found that the condition formulated above is frequently not adhered to. Therefore, considerable fluctuations from the standard deviation may occur when processing in the period under observation, e.g., large jobs with tight consistence requirements over a limited period of time (e.g. for bridge structures), resulting in a lower standard deviation. In the same way, standard deviation s_{15} will increase over σ_{35} when the large job was processed prior to the period under observation and when during the period of observation only the results from "normal production" are available.

Measures to be taken in case of non-conformity

If non-conformity of the compressive strength has been established, the following measures should be taken:

- ▶ Recheck the rest results
- ▶ Repeat the test
- ▶ Inform the customer
- ▶ Investigate the structure. Among the possible methods sui-

abteilungen der Betonwerke. Hierbei wird häufig der Änderungsbedarf im Bereich der Eigenüberwachungs-Prüfstellen unterschätzt. So werden sich die Prüfstellen u. a. intensiv mit der Frage der Betonfamilien-Bildung und der damit verbundenen EDV-Voraussetzungen auseinander setzen müssen. Daneben sind Erstprüfungen für an die neue Norm angepasste Betonzusammensetzungen durchzuführen, neue Sortenverzeichnisse zu entwickeln und die anzuwendenden Auswertesysteme werksspezifisch festzulegen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Prüfstellen in der näheren Zukunft eine Reihe von Aufgaben zu bewältigen haben. Neben der hierfür erforderlichen Zeit muss trotz der jetzigen konjunkturellen Situation auch Geld z. B. in eine neue Laborsoftware investiert werden, um die Voraussetzungen der neuen Normen zu erfüllen.

Karl-Uwe Voß, Neuwied

table for that purpose are rebound tests or drill core sampling, followed by destructive testing in a test laboratory.

To what extent the execution of an appropriate repeat testing is possible is questionable, as the results of the compressive strength test will be available after 28 days at the earliest.

How repeat testing of that kind is to be performed is not explained in detail in the standard.

Concrete based on the mix composition

As has already been stated in connection with the definition of the types of concrete, the concrete producer is solely responsible for adherence to the specified target composition for a concrete based on a mix composition. The concrete producer is neither required to perform initial type-testing, nor regular compressive strength tests. All he needs to do is prove, by means of a protocol printout, that the specified concrete mix composition has been adhered to within a tolerance of $\pm 3\%$ and that the w/c ratio is not fallen below by more than 0.02.

That the required properties of the concrete are met with the mix design used is the responsibility of the client. He must submit proof to the effect that the required properties are met with the specified mix composition. Further to that, he is required to perform at regular intervals quality tests by which this fact is permanently attested to within the scope of the production or processing.

Summary

The new standards for concrete and aggregates for concrete and mortar will bring a number of changes. The changes will affect both the technical departments and the marketing departments of concrete plants. The changes these will require in the attestation bodies for factory production control are frequently underestimated. Among the issues the attestation bodies will need to intensively concern themselves with is the aspect of concrete family formation and the computer environment to be created to meet these requirements. Aside from that, initial type-testing for concrete mix composition adapted to the new standard is to be performed, new mix lists developed and the evaluation systems to be used by the plants specified.

In summary it must be emphasized that the testing bodies will have to master a number of tasks in the near future. In addition to the time this will require, money must also be invested, e.g. into new laboratory software, to meet the requirements of the new standards, despite the present economical situation.

LITERATUR

- [1] DIN 4226-1 Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel – Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen, Fassung Juli 2001
- [2] DIN-Fachbericht 100, „Beton“ zur Anwendung der DIN EN 206-1 und DIN 1045-2, Fassung August 2001
- [3] DIN 1045 Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung, Fassung Juli 1988
- [4] DIN 1048-5 Prüfverfahren für Beton – Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper, Fassung Juni 1991
- [5] CEN-Bericht „Die Anwendung des Prinzips von Betonfamilien auf die Produktions- und Konformitätskontrolle von Beton“, Entwurf Juli 1999
- [6] Transportbeton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e. V. (BTB), Fassung August 2001
- [7] DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, Fassung Juli 2001
- [8] DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Fassung Juli 2001



Aufgaben der Eigenüberwachungs-Prüfstellen im Rahmen der Umstellung auf die neuen Betonnormen

Teil 2/4: Neue Prüfnormen für Beton und Gesteinskörnungen – Änderungen bei der Prüfung von Beton

Im Zuge der Umstellung auf die europäische Normung und mit der Einführung der neuen Beton- und Gesteinskörnungsnormen DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 [1], [2] und DIN 4226 [3] mussten und müssen auch zahlreiche Regelwerke überarbeitet bzw. neu erstellt werden, die mit den neuen Normen im Zusammenhang stehen. Dies gilt auch für die Normen, die die Prüfung von Beton und Gesteinskörnungen regeln. Mit Einführung der neuen Prüfnormen kommen auf den Anwender zahlreiche Änderungen und Umstellungen zu.

Dieser Artikel soll einen Überblick über die neuen Prüfnormen geben und die wesentlichen Änderungen, die sich in Hinblick auf die erforderlichen Geräte und für die Durchführung der Prüfungen ergeben, aufzeigen. Aus diesem Grund richtet er sich auch oder gerade an die Verantwortlichen im Bereich der werkseigenen Produktionskontrolle sowie an das mit der Durchführung von Beton- und Gesteinskörnungsprüfungen betraute Personal.

Neue Prüfnormen für Beton

In Verbindung mit der „alten“ DIN 1045 (07.88) [4] waren bislang alle wesentlichen Prüfverfahren für Beton in der gleichlautenden DIN 1048 – Prüfverfahren für Beton [5] geregelt. Die DIN 1048 gliedert sich in die folgenden vier Teile: Teil 1 – Frischbeton, Teil 2 – Festbeton in Bauwerken und Bauteilen, Teil 4 – Bestimmung der Druckfestigkeit von Festbeton in Bauwerken und Bauteilen [...] und Teil 5 – Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper.

In Verbindung mit der neuen Betonnorm DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 (07.01) wird die DIN 1048 durch neue Regelwerke ersetzt, die zum Teil nur geringfügige Neuerungen, zum Teil aber auch gravierendere Änderungen beinhalten. Zukünftig wird die Prüfung von Frischbeton in der Normenreihe DIN EN 12350 [6] geregelt, die Prüfung von Festbeton in der Normenreihe DIN EN 12390 [7] und die Prüfung von Beton in Bauwerken in der Normenreihe DIN EN 12504 [8]. Es ist anzumerken, dass die DIN EN 12504 nur Regelungen für die Probenahme bzw. für die Durchführung der Prüfung enthält, jedoch keine Hinweise im Hinblick auf die Bewertung der Prüfergebnisse gibt. Hierfür wird mit der DIN EN 13791 – Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen [9] eine eigene Norm erscheinen, die bisher jedoch erst in der Entwurfsfassung prEN 13791 vorliegt.

In **Tabelle 1** ist eine Übersicht über die neuen Prüfnormen für Beton mit den jeweils zugehörigen Teilen dargestellt. Die grau hinterlegten Titel sind bisher noch nicht als Weißdruck erschienen.

Die neuen Prüfnormen sind mit ihrer Einführung für die Prüfung von Beton anzuwenden, wenn es sich um Beton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 handelt. Wird in der Übergangszeit, die bis Ende 2004 vorgesehen ist und in der die „alte“ DIN 1045 (07.88) und die „neue“ DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (07.01) parallel gelten, Beton nach „alter“ DIN 1045 (07.88)

Tasks for the attestation bodies within the context of the conversion to the new concrete standards

Part 2/4: New standards for testing concrete and aggregates for concrete and mortar – changes to concrete testing

The transition to European standardization and the implementation of the new European standards for testing concrete and aggregates DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 [1], [2] and DIN 4226 [3] will necessitate revision of many standards or require the drafting of new standards. This applies also to the standards regulating testing of concrete and aggregates for concrete and mortar. The coming into effect of the new test standards will require users to implement numerous changes and conversions.

This report gives a survey of the new test standards and draws attention to the essential changes to be made to the equipment required for testing and the performance of the tests themselves. The report therefore also and in particular addresses all those responsible for factory production control as well as the personnel that administer the concrete and aggregate tests.

New test standards for concrete

Under the “old” DIN 1045 (07.88) [4], all significant test methods for concrete were regulated in DIN 1048 of the same title – Test methods for concrete [5]. DIN 1048 is broken down into four parts: Part 1 – Fresh concrete, Part 2 – Hardened concrete in structures and structural elements, Part 4 – Determination of the compressive strength of concrete in structures and structural elements [...], and Part 5 – Hardened concrete, specially manufactured test specimens.

Upon implementation of the new concrete standard DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (07.01), DIN 1048 will be replaced by new standards. Some of these changes are only minor, others are of a more fundamental nature. Testing of fresh concrete will in future be regulated in the standard series DIN EN 12350 [6]; testing of hardened concrete in the standard series DIN EN 12390 [7], and testing of concrete in structures in standard series DIN EN 12504 [8]. It should here be noted that DIN EN 12504 contains only regulations for sampling and/or for the execution of the tests and makes no reference to the evalua-

Tabelle 1. Übersicht über die neuen Prüfnormen für Beton
Tabelle 1. Survey of the new standards for testing concrete

DIN EN 12350 Prüfung von Frischbeton <i>Testing fresh concrete</i>	DIN EN 12390 Prüfung von Festbeton <i>Testing hardened concrete</i>	DIN EN 12504 Prüfung von Beton in Bauwerken <i>Testing concrete in structures</i>
Teil 1: Probenahme <i>Part 1: Sampling</i>	Teil 1: Formen, Maße und andere Anforderungen für Probekörper und Formen <i>Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds</i>	Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung unter Druck <i>Part 1: Cores specimens, taking, examining and testing in compression</i>
Teil 2: Setzmaß <i>Part 2: Slump test</i>	Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen <i>Part 2: Making and curing specimens for strength tests</i>	Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung – Bestimmung der Rückprallzahl <i>Part 2: Non-destructive testing – Determination of rebound number</i>
Teil 3: Vebe-Prüfung <i>Part 3: Vebe test</i>	Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern <i>Part 3: Compressive strength of test specimens</i>	Teil 3: Bestimmung der Ausziehkraft <i>Part 3: Determination of pull-out force</i>
Teil 4: Verdichtungsmaß <i>Part 4: Degree of compactability</i>	Teil 4: Bestimmung der Druckfestigkeit – Anforderungen an Prüfmaschinen <i>Part 4: Compressive strength – Specification for testing machines</i>	Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit <i>Part 4: Determination of ultra-sonic pulse velocity</i>
Teil 5: Ausbreitmaß <i>Part 5: Flow table test</i>	Teil 5: Biegezugfestigkeit von Probekörpern <i>Part 5: Flexural strength of test specimens</i>	
Teil 6: Frischbetonrohddichte <i>Part 6: Density</i>	Teil 6: Spaltzugfestigkeit von Probekörpern <i>Part 6: Tensile splitting strength of test specimens</i>	DIN EN 13791 Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen <i>Assessment of concrete compressive strength in structure or in structural elements</i>
Teil 7: Luftgehalte <i>Part 7: Air content</i>	Teil 7: Dichte von Festbeton <i>Part 7: Density of hardened concrete</i>	
	Teil 8: Wassereindringtiefe unter Druck <i>Part 8: Depth of penetration of water under pressure</i>	

hergestellt bzw. verwendet, ist dieser auch noch gemäß der zugehörigen Prüfnorm, d. h. nach DIN 1048 zu prüfen. Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die DIN 1048 nicht bereits vor Ende 2004 durch das Deutsche Institut für Normung zurückgezogen und durch die neuen Normenreihen DIN EN 12350, DIN EN 12390 und DIN EN 12504 in Verbindung mit DIN EN 13791 ersetzt wird.

Änderungen bei den Prüfgeräten und der Durchführung von Betonprüfungen

Die neuen Prüfnormen für Beton bringen sowohl Veränderungen in Hinblick auf die benötigten Prüfgeräte als auch bei der Durchführung der Prüfungen mit sich. Dabei handelt es sich teilweise nur um sehr geringe Änderungen, die mit Ausnahme der erforderlichen Schulungen im Personalbereich für die Prüfstellen de facto keine weiteren Konsequenzen nach sich ziehen. Teilweise sind jedoch auch Neuerungen enthalten, die umfangreichere Anpassungen oder Umstellungen im Prüfwesen erfordern. Im Folgenden werden für die Normen im Bereich der Frisch- und Festbetonprüfung sowie für die bereits erschienenen Normenteile im Bereich der Prüfung von Beton in Bauwerken die wichtigsten Neuerungen dargestellt.

Änderungen bei der Frischbetonprüfung hinsichtlich der Geräte

Nur geringfügige Änderungen treten im Bereich der Frischbetonprüfung hinsichtlich der Geräte bei der Prüfung zur Bestimmung des Ausbreitmaßes sowie bei der Bestimmung der Frischbetonrohddichte und des Luftgehaltes auf. Bei der Prüfung des Ausbreitmaßes nach DIN EN 12350-5 wird für den Ausbreittisch gefordert, dass der Rahmen direkt auf dem Boden aufliegt und nicht mehr wie bisher auf drei PVC-Füßen steht. Darüber hinaus muss der Rahmen über eine Fußraste verfügen, um den Tisch bei Gebrauch zu stabilisieren. Bei der Bestimmung der Frischbetonrohddichte nach DIN EN 12350-6 und des Luftgehaltes nach DIN EN 12350-7 gibt es etwas abgewandelte Anforderungen an das Volumen der

tion of the test results. This area will be covered by a special standard DIN EN 13791 – Assessment of concrete compressive strength in structures or in structural elements [9], which however has so far become available only as draft version prEN 13791.

Table 1 provides a survey of the new test standards for concrete together with the relevant parts. The titles highlighted in gray have not yet been published as final standards.

The new test standards are to be applied to the testing of concrete upon their implementation where the concrete is to comply with DIN EN 206-1/DIN 1045-2. If during the transitional period, which is to last until the end of 2004 and during which the "old" DIN 1045 (07.88) and the "new" DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (07.01) will apply in parallel, concrete is made or used in accordance with the "old" DIN 1045 (07.88), then this concrete will also have to be tested in accordance with the relevant test standard, i.e. in accordance with DIN 1048. This however applies only provided DIN 1048 has not been withdrawn by the German Institute for Standardization prior to the end of 2004 and been replaced by the new standard series DIN EN 12350, DIN EN 12390 and DIN EN 12504 in conjunction with DIN EN 13791.

Changes to the test equipment and the execution of concrete tests

The new test standards for concrete result in changes both with regard to the required test equipment and the execution of the tests. Some of these changes are very minor and would de facto be of little consequence to the attesting bodies and mainly affect personnel training. There are however a number of changes that will necessitate more extensive adjustments or conversions in testing procedures. In what follows, the most significant changes in the standards relating to the testing of fresh and hardened concrete are presented, as well as the parts of the standards gone into that deal with the testing of concrete in structures.



Behälter. So wird bei der Bestimmung der Frischbetonrohddichte ein Behälter mit einem Volumen ≥ 5 l gefordert, gleiches gilt bei der Prüfung des Luftgehaltes. Wird für die Bestimmung der Frischbetonrohddichte und des Luftgehaltes ein derzeit üblicher Luftporentopf verwendet, so sind die genannten Anforderungen jedoch ohnehin erfüllt. Darüber hinaus enthält die DIN EN 12350-6 einen Hinweis, dass für Prüfungen der Frischbetonrohddichte im Rahmen der Eigenüberwachung auch die Verwendung von Behältern mit einem kleineren Volumen (also z. B. auch die 150er Würfelform) sinnvoll sein kann.

Änderungen bei der Frischbetonprüfung hinsichtlich der Durchführung

Auch für die Durchführung der Frischbetonprüfungen ergeben sich für die Bestimmung des Ausbreitmaßes sowie für die Bestimmung der Frischbetonrohddichte und des Luftgehaltes einige Änderungen.

Für die Bestimmung des Ausbreitmaßes wird in der DIN EN 12350-5 ein detaillierter zeitlicher Rahmen vorgegeben, in dem die einzelnen Schritte der Prüfung durchzuführen sind. Demnach ist die Form 30 s nach dem Befüllen langsam vertikal abzuheben (innerhalb von 3 s bis 6 s) und die Platte des Ausbreittisches anschließend 15-mal anzuheben und fallen zu lassen, wobei jeder dieser 15 Vorgänge zwischen 2 s und 5 s dauern soll. Das Ausbreitmaß ist als Mittelwert von zwei Messungen parallel zu den Tischkanten auf 10 mm genau anzugeben.

Hinweis: In der DIN EN 12350-7 wird für die Bestimmung des Luftgehaltes neben dem Druckausgleichsverfahren (LP-Topf) auch das Wassersäulenverfahren beschrieben. Da in Deutschland jedoch das Druckausgleichsverfahren die Standardprüfung ist, beziehen sich die folgenden Ausführungen auch nur auf dieses Verfahren.

Änderungen bei der Bestimmung der Frischbetonrohddichte und des Luftgehaltes gibt es hinsichtlich der Vorgehensweise beim Befüllen der Behälter. Für die Prüfung der Frischbetonrohddichte hat dies in mindestens zwei Schichten zu erfolgen, bei der Bestimmung des Luftgehaltes ist der Beton in drei gleichmäßigen Schichten in den Behälter einzubringen, wobei jede Schicht unmittelbar nach dem Einfüllen zu verdichten ist. Dabei ist darauf zu achten, dass die Betonmenge für die letzte Schicht so bemessen wird, dass nach dem Verdichten kein Beton entnommen werden muss. Um den Behälter vollständig zu füllen, darf etwas Beton nachträglich zugegeben und nochmals verdichtet werden. Die Forderung nach Verwendung eines Aufsatzrahmens entfällt bei der Prüfung des Luftgehaltes somit. Des Weiteren enthält der Anhang der DIN EN 12350-7 ein Verfahren zur Bestimmung des Korrekturfaktors des Zuschlags, der bei der Bestimmung des Luftgehaltes von dem an der Betonprobe ermittelten Luftgehalt abzuziehen ist.

Anmerkung: Die DIN EN 12350-7 spricht im Zusammenhang mit dem Korrekturfaktor noch von Zuschlag. In DIN EN 206-1/DIN 1045-2 ist der Begriff Zuschlag nicht mehr definiert, an seine Stelle tritt der Begriff der Gesteinskörnungen.

Der Korrekturfaktor ändert sich in Abhängigkeit von den verwendeten Zuschlägen, und auch wenn er für einen bestimmten Zuschlag nahezu konstant bleibt, ist er gemäß DIN EN 12390-7 in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Eine Zusammenstellung der einzelnen Frischbetonprüfungen sowie der Änderungen bei den Prüfgeräten und der Prüfungsdurchführung ist in **Tabelle 2** enthalten.

Änderungen bei der Festbetonprüfung hinsichtlich der Geräte

Änderungen im Hinblick auf die Geräte ergeben sich im Bereich der Festbetonprüfung vor allem für die Prüfmaschinen.

Changes affecting the equipment used for testing fresh concrete

The changes to the testing of fresh concrete are only minor as regards the equipment used for determining the slump, the density of fresh concrete and the air content.

To comply with the new flow table test to DIN EN 12350-5, the frame of the tabletop has to be placed directly on the ground and may no longer stand on three PVC feet, as was previously the case. In addition to that the frame must be provided with a foot rest to stabilize the table when in use.

For determining the density of fresh concrete to DIN EN 12350-6 and the air content to DIN EN 12350-7, the requirements made on the volume of the containers used for this have changed. For determining the density of fresh concrete, for example, a container with a volume of ≥ 5 l is required; the same applies for testing the air content. If, for determining the density of fresh concrete, a container of the customary type is used, the requirements are anyhow met. In addition to that, DIN EN 12350-6 includes a note to the effect that for testing the density of fresh concrete within the scope of factory production control, use of containers of smaller volume (i.e. for example also the 150 mm cube shape) may be more suitable.

Changes to the procedure for testing fresh concrete

There are also a number of changes affecting the execution of fresh concrete testing with regard to determining the slump on the flow table as well as for establishing the density of fresh concrete and the air content.

For carrying out the flow table test, DIN EN 12350-5 specifies a detailed time frame during which the individual steps of the test are to be performed. The new provisions stipulate that the mould, 30 s after casting, shall be raised slowly in vertical direction (within 3 s to 6 s) and the top of the flow table subsequently raised and dropped 15 times, each of these procedures lasting between 2 s and 5 s. The slump is to be given as the mean value of two measurements parallel to the table edge to within 10 mm precision.

Note: DIN EN 12350-7 describes in addition to the pressure method (container) also the water column method. However, as in Germany the pressure method is the standard test, the following will discuss only that method.

For determining the density of fresh concrete and the air content, changes have been made to the procedure to be followed for filling the containers. When testing the density of fresh concrete, casting has to take place in at least two layers; for determining the air content, the concrete must be cast into the container in three uniform layers and every layer compacted immediately following casting. Here, care must be taken that the concrete mix for the last layer is measured out in such a way that no excess concrete needs to be removed following compaction. In order to completely fill the container, a small amount of concrete may be supplemented and the added concrete once again compacted. The requirement to use a mounting frame thus does not apply for testing the air content. In addition, the Annex to DIN EN 12350-7 stipulates a procedure for determining the correction factor of the aggregate. For determining the air content, this factor must be deducted from the air content determined on the concrete sample.

Note: DIN EN 12350-7 in conjunction with the correction factor also mentions the aggregate. In DIN EN 206-1/DIN 1045-2 the term "aggregate" is no longer defined, it has been replaced by the term "aggregate size."

The correction factor changes depending on the aggregate used and, even if it remains nearly constant for a specific aggregate, it must still be tested at regular intervals in accordance with DIN EN 12390-7.

Tabelle 2. Zusammenstellung der Änderungen bei Frischbetonprüfungen
Table 2. Summary of the changes for testing fresh concrete

Frischbetonprüfung <i>Testing fresh concrete</i>	Prüfverfahren <i>Test method</i>	Norm neu <i>Standard new</i>	Norm alt <i>Standard old</i>	Änderungen bei den Prüfgeräten <i>Changes to the testing machines</i>	Änderungen bei der Durchführung <i>Changes to the procedure</i>
Konsistenz <i>Consistence</i>	Augenscheinprüfung <i>Visual inspection</i>	–	–	–	–
	Ausbreitmaß <i>Flow table test</i>	DIN EN 12350-5	DIN 1048-1	Aufschlagrahmen liegt direkt auf dem Untergrund auf, Fußbraste zum Stabilisieren <i>Impact frame is placed directly on the ground, foot rest for stabilisation</i>	zeitlicher Ablauf für die einzelnen Schritte der Prüfung <i>with regard to the timing of the individual steps of the test</i>
	Verdichtungsmaß <i>Degree of compactability</i>	DIN EN 12350-4	DIN 1048-1	–	–
	Setzmaß und Vebe-Prüfung <i>Slump test and Vebe test</i>	DIN EN 12350-2/ DIN EN 12350-3	DIN ISO 4109 DIN ISO 4110	in Deutschland nicht relevant <i>Not relevant in Germany</i>	in Deutschland nicht relevant <i>Not relevant in Germany</i>
Rohdichte des Frischbetons <i>Density of fresh concrete</i>	Rohdichteprüfung <i>Density test</i>	DIN EN 12350-6	DIN 1048-1	Behältervolumen: $V \geq 5$ l ($V < 5$ l ist ggf. im Rahmen der Eigenüberwachung sinnvoll) <i>Container volume: $V \geq 5$ l ($V < 5$ l may make sense within the scope of factory production control)</i>	Einfüllen des Betons und Verdichten in mind. zwei Schichten <i>The concrete is cast and compacted in at least two layers</i>
Luftgehalt des Frischbetons (wenn festgelegt) <i>Air content of fresh concrete (if specified)</i>	Druckausgleichsverfahren <i>Pressure method</i>	DIN EN 12350-7	DIN 1048-1 (ISO 4848)	Volumen des Druckmessgeräts (LP-Topf): $V \geq 5$ l, Geometrie: $d/h = 0,75$ bis $1,25$, Genauigkeit des Manometers <i>Volume of the pressure gauge (container) $V \geq 5$ l, geometry: $d/h = 0.75-1.25$, manometer precision</i>	Einfüllen des Betons und Verdichten in drei Schichten, keine Verwendung von Aufsatz, Korrekturfaktor für Zuschlag ist zu berücksichtigen <i>The concrete is cast and compacted in three layers using no attachment, the correction factor for aggregate</i>
	(Wassersäulenverfahren) <i>(Water column method)</i>	DIN EN 12350-7	(ISO 4848)	in Deutschland nicht relevant <i>in Germany not relevant</i>	in Deutschland nicht relevant <i>in Germany not relevant</i>
Temperatur des Frischbetons <i>Temperature of the fresh concrete</i>	Messen der Temperatur <i>Measuring the temperature</i>	DIN EN 12350-1	DIN 1048-1	–	–

So muss für neue Prüfmaschinen nach DIN EN 12390-4 in Zukunft auch die Krafteinleitung nach dem in Anhang A bzw. in DIN 51302-2 [10] beschriebenen Dehnzylinder-Prüfverfahren durch Fachleute geeigneter Laboratorien überprüft werden. Für Maschinen, die vor dem Erscheinen der genannten Normen gefertigt wurden, existiert allerdings ein Bestandschutz, so dass für solche Maschinen die Überprüfung der Krafteinleitung entfallen kann.

Weiterhin gibt es für die Prüfung der Spaltzugfestigkeit nach DIN 12390-6 geringfügige Änderungen der Anforderungen, die an die zu verwendenden Lastverteilungstreifen gestellt werden. Demnach müssen diese Zwischenstreifen aus Hartfaserplatte nach DIN EN 316 [11] mit einer Dichte ≥ 900 kg/m³ bestehen und eine Breite von 10 ± 1 mm sowie eine Dicke von 4 ± 1 mm haben. Die Zwischenstreifen dürfen für die Prüfung nur einmal verwendet werden.

A survey of the individual fresh concrete tests as well as the changes to the test equipment and the test procedure is given in Table 2.

Changes to the testing equipment used for testing hardened concrete

The changes to the equipment used for testing hardened concrete primarily affect the test machines. For the new test machines to DIN EN 12390-4, in future also the load application must be checked by qualified personnel in suitable laboratories using the strain-test cylinder method described in Appendix A and/or DIN 51302-2 [10]. However, machines manufactured before the new standards come into effect are exempted from this rule so that the load application of these existing machines need not to be tested.

In addition, there are a few minor changes regarding the requirements made on the load distribution strips for testing



Änderungen bei der Festbetonprüfung hinsichtlich der Durchführung

Mehr oder weniger gravierende Änderungen treten vor allem bei der Durchführung von Festbetonprüfungen auf. Für die Probenvorbereitung bei der Prüfung der Druckfestigkeit enthält die DIN EN 12390-3 detaillierte Angaben zum Abgleichen von Probekörpern, wobei die folgenden Verfahren zulässig sind: a) Abschleifen, b) Abgleichen mit Tonerdeschmelzement, c) Abgleichen mit Schwefelmischung und d) Abgleichen mit Sandkasten (für Zylinder). Bei der Durchführung der Druckfestigkeitsprüfung selbst wird der Bereich der zulässigen Belastungsgeschwindigkeit auf 0,2 bis 1,0 N/mm²·s erweitert, wobei die gewählte Belastungsgeschwindigkeit mit ±10% einzuhalten ist. Neben der Angabe der Druckfestigkeit mit einer Genauigkeit von 0,5 N/mm² ist am geprüften Probekörper auch das Bruchbild zu beurteilen. Dabei hat eine Einstufung in normale Bruchtypen und ungewöhnliche Bruchtypen zu erfolgen, wobei jeweils Beispiele für normale und ungewöhnliche Bruchtypen von Würfeln und Zylindern in der Norm skizziert sind. Das Auftreten eines ungewöhnlichen Bruchtyps ist als Bestandteil des Prüfergebnisses anzugeben.

Für die Prüfung der Biegezugfestigkeit wird in der DIN EN 12390-5 als Versuchsanordnung neben der „Zweipunkt-Lasteintragung“ auch die „mittige Lasteintragung“ angeführt. Der zulässige Bereich der Belastungsgeschwindigkeit ist dabei mit 0,04 bis 0,06 N/mm²·s etwas enger als bisher, wobei die gewählte Belastungsgeschwindigkeit mit einer Genauigkeit von ±1% einzuhalten ist. Die Angabe der ermittelten Biegezugfestigkeit hat auf 0,1 N/mm² genau zu erfolgen.

Für die Prüfung der Spaltzugfestigkeit nach DIN EN 12390-6 gelten die gleichen Anforderungen hinsichtlich der Belastungsgeschwindigkeit wie für die Prüfung der Biegezugfestigkeit. Die Spaltzugfestigkeit ist auf 0,05 N/mm² genau anzugeben. Bei der Bestimmung der Festbetonrohddichte wird nach DIN EN 12390-7 zwischen drei Bedingungen zur Ermittlung der Massen unterschieden: a) wie angeliefert, b) wassergesättigt und c) im Wärmeschrank getrocknet. In gleicher Weise wird auch bei der Bestimmung des Volumens des Prüfkörpers zwischen den folgenden Verfahren unterschieden: a) durch Wasserverdrängung, b) Berechnung aus gemessenen Istmaßen und c) Berechnung aus überprüften angegebenen Maßen bei Würfeln. Die Angabe des Zustandes des Prüfkörpers zum Zeitpunkt der Prüfung und das Verfahren zur Ermittlung des Volumens sind als Bestandteil des Prüfergebnisses anzugeben. Zudem gilt für die Bestimmung der Rohddichte, wie auch bei allen anderen Prüfungen, bei denen Maße oder Gewichte zu bestimmen sind, dass die jeweils zulässigen Abweichungen bzw. Messungengenauigkeiten in den Normteilen prozentual angegeben sind. So fordert die DIN EN 12390-7 für die Rohddichtebestimmung beispielsweise die Abmessungen auf ±0,5% genau zu bestimmen, für Massen beträgt die geforderte Genauigkeit ±0,1%.

Die Prüfung der Wassereindringtiefe ist in DIN EN 12390-8 geregelt, wobei die derzeit geläufigen Grenzwerte von 50 mm (für „wasserundurchlässigen Beton“ und „Beton mit hohem Widerstand gegen schwachen chemischen Angriff“) bzw. 30 mm (für „Beton mit hohem Widerstand gegen starken chemischen Angriff“) in dieser Form nicht mehr existieren. Wenn die Prüfung der Wassereindringtiefe als Nachweisverfahren vereinbart wird, sind auch immer die geforderten Grenzwerte (Konformitätskriterien) mit zu vereinbaren. Die Änderungen bei der Durchführung der Prüfung bestehen darin, dass alle Probekörper, deren Kantenlänge bzw. deren Durchmesser ≥ 150 mm und deren Mindestalter 28 Tage beträgt, geprüft werden können. Ein Hinweis auf ein Höchstalter der Probe ist in der neuen Prüfnorm nicht enthalten. Als Ergebnis der Prüfung ist für jeden Probekörper die größte Eindringtiefe auf 1 mm genau anzugeben, wobei die bisherige Regelung einer Mittelwertbildung aus drei Proben nicht mehr besteht.

In **Tabelle 3** ist die Zusammenstellung der einzelnen Festbetonprüfungen sowie der Änderungen bei den Prüfgeräten und der Prüfungsdurchführung dargestellt.

the tensile splitting strength to DIN 12390-6. From now on, these packing strips must be of hardboard manufactured to DIN EN 316 [11] with a density of ≥ 900 kg/m² and a width of 10 ± 1 mm and a thickness of 4 ± 1 mm. The packing strips may be used for testing only once.

Changes to the procedure for testing hardened concrete

More or less fundamental changes will take effect primarily with regard to the execution of testing hardened concrete. DIN EN 12390-3 contains detailed specifications on how to adjust the specimens in preparation for compressive strength testing. The following procedures are permissible: a) grinding, b) adjustment with high-alumina cement, c) adjustment with a sulfur mix and, d), adjustment using a sand box (for cylinders). For the execution of the compressive strength test itself, the permissible loading rate is extended to 0.2 to 1.0 N/mm²·s, the selected loading rate must be within ±10%. In addition to the compressive strength, which has to be established to within 0.5 N/mm², the fracture pattern on the test specimen must also be assessed. This is done by classifying the fractures into normal fracture types and unusual fracture types. Normal and unusual fracture types of cubes and cylinders are sketched out in the standard. The occurrence of an unusual fracture type is to be recorded as part of the test result.

For testing the bending strength, DIN EN 12390-5 provides in addition to the “two-point loading method” also for “center-point loading”. The permissible loading rate is here given at 0.04 to 0.06 N/mm²·s and as such somewhat more restricted than before so that the selected loading rate has to be within ±1%. The bending strength has to be recorded to an accuracy of 0.1 N/mm².

For testing the tensile splitting strength to DIN EN 12390-6, the same requirements apply with regard to the loading speed as specified for testing the bending strength. The tensile splitting strength must be given to 0.05 N/mm².

For determining the density of fresh concrete, DIN EN 12390-7 differentiates between three conditions for determining the masses: a) as received, b) water-saturated and c) oven-dried. In the same manner, the standard distinguishes between the processes to be used for determining the volume of a test specimen: a) by water displacement, b) calculation based on actual measured dimensions of the specimen, c), calculation based on the verified designated measured dimensions for cubes. The condition of the test specimen at the time of testing and the procedure used for determining the volume must be recorded as part of the test result. With regard to the density there applies – the same as is the case for all other tests for which dimensions or weights are to be specified – that the deviations permissible in each case and/or the measurement precision as stated in the relevant parts of the standard, must be given to the nearest percentage point. For determining the density, DIN EN 12390-7 specifies for example that the dimension are to be determined to an accuracy of within ±0.5%: for masses, the required precision is stipulated to be within ±0.1%.

The test to determine the water penetration depth is regulated in DIN EN 12390-8. The currently customary limit values of 50 mm (for “waterproof concrete” and “concrete with high resistance to slightly aggressive chemical attack“) and/or 30 mm (for “concrete with high resistance to strongly aggressive chemical attack“) no longer exist in this form. When testing by the water penetration depth method has been agreed as the means of verification, the required limit values (conformity criteria) need also be agreed on. The changes in the execution of the test consist in that all test specimens whose edge length and/or diameter is ≥ 150 mm and whose minimum age is 28 days can be tested. The test standard makes no reference to a maximum specimen age. As test result for each test specimen the penetration depth must be recorded to an accuracy of within 1mm. The old rule according to which an average can be formed from three test specimens is no longer valid.

Tabelle 3. Zusammenstellung der Änderungen bei Festbetonprüfungen
Table 3. Summary of the changes for testing hardened concrete

Festbetonprüfung <i>Testing hardened concrete</i>	Prüfverfahren <i>Test method</i>	Norm neu <i>Standard new</i>	Norm alt <i>Standard old</i>	Änderungen bei den Prüfgeräten <i>Changes to the test equipment</i>	Änderungen bei der Durchführung <i>Changes to the procedure</i>
Druckfestigkeit von in Formen hergestellten Betonprobekörpern <i>Compressive strength of the concrete test specimens made up in moulds</i>	Druckfestigkeitsprüfung <i>Compressive strength test</i>	DIN EN 12390-3	DIN 1048-5	Bestandsschutz für vorhandene Prüfmaschinen, für <u>neue</u> Prüfmaschinen ist Kräfteinleitung gemäß DIN EN 12390-4, Anhang A bzw. DIN 51302-2 im Rahmen der jährlichen Kalibrierung zu überprüfen <i>Existing machines are exempted; for new test machines, force application in accordance with DIN EN 12390-4, Annex A and/or DIN 51302-2 should be checked within the scope of annual calibration</i>	Angaben zum Abgleichen in Anhang A, Beurteilung des Bruchbildes, Belastungsgeschwindigkeit 0,2 bis 1,0 N/mm ² -s, Abgabe der Druckfestigkeit auf 0,5 N/mm ² <i>Notes on adjustment in Annex A, assessment of the fracture pattern, loading rate 0.2 to 1.0 N/mm²-s, recording of compressive strength to within 0.5 N/mm²</i>
Biegezugfestigkeit von Probekörpern <i>Bending strength of specimens</i>	Prüfung der Biegezugfestigkeit <i>Bending strength test</i>	DIN EN 12390-5	DIN 1048-5	Anforderungen an die Prüfmaschinen wie oben <i>Requirements made on the test machines same as above</i>	„Zweipunkt-Lasteintragung“ und „mittige Lasteintragung“ möglich, Belastungsgeschwindigkeit 0,04 bis 0,06 N/mm ² -s, Angabe der Biegezugfestigkeit auf 0,1 N/mm ² <i>Force application on “two point loading” and “center-point loading” possible, loading rate 0.04 to 0.06 N/mm²-s, recording of bending strength to within 0.1 N/mm²</i>
Spaltzugfestigkeit von Probekörpern <i>Tensile splitting strength of specimens</i>	Prüfung der Spaltzugfestigkeit <i>Tensile splitting strength test</i>	DIN EN 12390-6	DIN 1048-5	Zwischenstreifen aus Hartfaserplatte (a = 10 ± 1 mm, h = 4 ± 1 mm) nach EN 316 mit Dichte ≥ 900 kg/m ² , die Verwendung einer Zentriervorrichtung ist freigestellt, Anforderungen an die Prüfmaschinen wie oben <i>Hardboard packing strip (a = 10 ± 1 mm, h = 4 ± 1 mm) to EN 316 of a density of ≥ 900 kg/m², use of a centering jig is optional, requirements on the test machine same as above</i>	Zwischenstreifen aus Hartfaserplatte dürfen nur einmal verwendet werden, Belastungsgeschwindigkeit 0,04 bis 0,06 N/mm ² -s, Angabe der Spaltzugfestigkeit auf 0,05 N/mm ² <i>Hardboard packing strips may be used only once, loading rate 0.04 to 0.06 N/mm²-s, recording of tensile splitting strength to within 0.05 N/mm²</i>
Dichte von Festbeton <i>Density of hardened concrete</i>	Rohdichteprüfung <i>Density test</i>	DIN EN 12390-7	DIN 1048-5 DIN 4219	– –	Unterscheidung der Bedingungen bzw. des Verfahrens für die Bestimmung von Masse und Volumen, Messgenauigkeit ist prozentual einzuhalten (Abmessungen: ±0,5%, Massen: ±0,1%) <i>A distinction is made between the conditions and/or the method used for determining mass and volume, measuring precision is to the nearest percentage point (measurements: ±0,5%, masse: ±0,1%)</i>
Wassereindringtiefe unter Druck <i>Water penetration depth under pressure</i>	Prüfung der Wassereindringtiefe <i>Testing of water penetration depth</i>	DIN EN 12390-8	DIN 1048-5	Abmessungen der Prüffläche sollten etwa die Hälfte der Abmessungen der Probekörper betragen <i>The dimensions of the test area should be of about half the size of the test specimen</i>	Abmessungen: Kantenlänge bzw. Durchmesser ≥ 150 mm, Mindestalter d. Proben ist 28 d, für jeden Probekörper wird die größte Eindringtiefe bestimmt (keine Mittelwertbildung aus drei Proben vorgesehen) <i>Measurements: edge length and/or diameter ≥ 150 mm, minimum age of test specimens 28 d, the penetration depth is determined for every test specimen (no provisions for averaging the the results obtained from three specimens)</i>



Prüfung von Beton in Bauwerken

Die DIN 12504-1 beinhaltet Angaben zur Entnahme von Bohrkernen zu deren Untersuchung und Vorbereitung sowie zur Prüfung auf Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3. Darüber hinaus sind im Anhang der Norm Daten von Ergebnissen von Prüfungen enthalten, bei denen der Einfluss des Größtkorns und des Bohrkerndurchmessers auf die Druckfestigkeit untersucht wurde.

Änderungen bei der zerstörungsfreien Prüfung mit dem Rückprallhammer nach DIN EN 12504-2 treten im Hinblick auf die Durchführung der Prüfung auf. So wird die Anzahl der Rückprallwerte (Ablösungen) je Prüffläche mit mindestens 9 angegeben. Zur Bestimmung der Rückprallzahl der Prüffläche ist aus den Ablösungen der Medianwert zu bilden, d. h. der abgelesene Wert, der von genauso vielen Werten über- wie unterschritten wird. Sollten dabei mehr als 20% aller Ablösungen um mehr als 6 Einheiten von dem Medianwert abweichen, ist die gesamte Ablesungsreihe, d. h. die Rückprallzahl der Prüffläche, zu verwerfen.

Wie bereits eingangs erwähnt, enthalten die beiden Teile der DIN EN 12504 keine Hinweise zur Auswertung bzw. zur Beurteilung der Prüfergebnisse. Dieser Bereich wird in der DIN EN 13791 geregelt werden, die bislang aber nur als Entwurf vorliegt.

Zusammenfassung

Die Einführung der neuen Prüfnormen für Beton hat für die Anwender im Wesentlichen eine Umstellung im Bereich der Durchführung der Prüfungen und bei der Dokumentation der Ergebnisse zur Folge. Aus diesem Grund sollten Schulungsmaßnahmen für das mit der Prüfungsdurchführung betraute Personal frühzeitig eingeplant werden. Darüber hinaus sind Anpassungen im Bereich von Vordrucken und Formblättern sowie bei der verwendeten EDV notwendig. Umfangreiche Neuanschaffungen von Prüfgeräten werden dagegen im Bereich der Betonprüfung durch die neuen Normen nicht erforderlich.

Volker Herrkind, Neuwied

In Table 3 a summary of the individual tests of hardened concrete is given together with the changes to the test equipment and the procedure.

Testing concrete in structures

DIN 12504-1 contains specifications on the sampling of core specimens and their examination and preparation as well as their testing in compression to DIN EN 12390-3. An addition to that, the appendix of the standard contains the results of tests for which the influence of the maximum particle size and the diameter of the core specimen were examined for compressive strength.

There are changes to non-destructive testing by rebound hammer to DIN EN 12504-2 with regard to the test procedure. Thus, the number of rebound values (readings) for each test surface is now stipulated to at least 9. To determine the rebound number, of the test surface, the median (the median being the middle of a distribution: half the readings are above the median and half are below). If more than 20% of all readings deviate by more than 6 units from the median, the entire series of readings, i.e. the rebound number of the test surface, must be rejected.

As already mentioned in the opening paragraph, the two parts of DIN EN 12504 make no reference to the evaluation and/or assessment of the test results. This area will be regulated in DIN EN 13791, which at this time is only available in draft form.

Summary

The coming into effect of the new standards for concrete will require the users of these standards mainly to adapt to changes in test procedures and the recording of the results. For this reason, measures for familiarizing the personnel in charge of testing should be planned in good time. In addition to that, some adjustments will have to be made to the printed forms and to the computer software. Extensive investments for test equipment for concrete testing will not be required to comply to the new standards.

LITERATUR

- [1] DIN EN 206-1: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [2] DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zur DIN EN 206-1, Beuth Verlag, Berlin 2001
- [3] DIN 4226: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teile 1–2 und 100, Beuth Verlag, Berlin 2001
- [4] DIN 1045: Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin 1988
- [5] DIN 1048: Prüfverfahren für Beton, Teile 1–5, Beuth Verlag, Berlin 1991
- [6] DIN EN 12350: Prüfung von Frischbeton, Teile 1–7, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [7] DIN EN 12390: Prüfung von Festbeton, Teile 1–8, Beuth Verlag, Berlin 2000–2002
- [8] DIN EN 12504: Prüfung von Beton in Bauwerken, Teile 1–2, Beuth Verlag, Berlin 2000/2001
- [9] DIN EN 13791 (Entwurf): Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [10] DIN 51302-2: Werkstoffprüfmaschinen – Dehnzylinder-Prüfverfahren für Druckprüfmaschinen für Beton, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [11] DIN EN 316: Holzfaserplatten – Definition, Klassifizierung und Kurzzeichen, Beuth Verlag, Berlin 1999

Aufgaben der Eigenüberwachungs-Prüfstellen im Rahmen der Umstellung auf die neuen Betonnormen

Teil 3/4: Neue Prüfnormen für Beton und Gesteinskörnungen – Änderungen bei der Prüfung von Gesteinskörnungen

Mit der Einführung der neuen Beton- und Gesteinskörnungsnormen DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1], [2] und DIN 4226 [3] wurden auch zahlreiche Regelwerke überarbeitet bzw. neu erstellt, die mit den neuen Produktnormen im Zusammenhang stehen. Dies gilt auch für die Prüfung von Beton und Gesteinskörnungen. Mit Einführung der neuen Prüfnormen kommen auf den Anwender zahlreiche Änderungen und Umstellungen zu. Dieser Artikel soll den Verantwortlichen der werkeigenen Produktionskontrolle sowie dem mit der Durchführung von Prüfungen betrauten Personal einen Überblick über die wesentlichen Änderungen geben, die bei der Prüfung von Gesteinskörnungen nach neuer Norm zu beachten sind.

Mit Einführung der Bauregelliste 2002/1 ersetzt die DIN 4226-1 (2001) die Fassung der Norm aus dem Jahr 1983. Bisher vorwiegend im Teil 3 der DIN 4226 (1983) geregelte Prüfverfahren für Zuschlag mit dichtem Gefüge (jetzt: normale und schwere Gesteinskörnungen) werden daher durch die in der gültigen Stoffnorm genannten Verfahren ersetzt. Tabelle 1 zeigt die gemäß DIN 4226-1 prüfbaren Eigenschaften von normalen und schweren Gesteinskörnungen mit den entsprechenden Prüfverfahren.

Konsequent werden für die bautechnischen Eigenschaften von Gesteinskörnungen die europäischen Prüfnormen der Normenreihen DIN EN 933 ff., DIN EN 1097 ff., DIN EN 1367 ff. und DIN EN 1744 ff. zu Grunde gelegt. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um in Deutschland bekannte und praktizierte Prüfverfahren. Änderungen bezüglich des Geräteaufbaus oder der Durchführung sind jedoch auch bei diesen „bekannten“ Prüfverfahren feststellbar.

Einige der Eigenschaften können mit unterschiedlichen Verfahren (Referenz- und Alternativverfahren) überprüft werden, so z. B. die Kornform oder der Widerstand gegen Zertrümmerung. In beiden Fällen war eine Prüfung nach dem sogenannten „Referenzverfahren“ bisher nicht üblich.

Darüber hinaus können gemäß der neuen Norm Eigenschaften deklariert werden, welche nach alter DIN 4226-1 nicht Gegenstand einer Überprüfung waren (z. B. Verschleißwiderstand, Widerstand gegen Abrieb etc.). Der Anwender muss sich also auch mit völlig neuen Prüfverfahren auseinandersetzen.

Änderungen bei „bekannten“ Prüfverfahren/ zusätzliche alternative Verfahren

Neben der Reduktion der Prüfhäufigkeiten, Änderungen der Probemengen oder der Trocknungstemperaturen sind bei Prüfung nach den neuen Normen weitere Änderungen zu beachten. Berücksichtigt werden bei den folgenden Betrachtungen besonders die Prüfverfahren für die allgemeinen Eigenschaften von Gesteinskörnungen (vgl. Anhang H, Tabelle H1 der Norm).

Tasks for the attestation bodies within the context of the conversion to the new concrete standards

Part 3/4: New test standards for concrete and aggregates – changes to aggregates testing

The implementation of the new standards for concrete and aggregates for concrete and mortar DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1], [2] and DIN 4226 [3] requires revision and/or new creation of many standards which are related to the new product standards. The same applies to the testing of concrete and aggregates for concrete and mortar. Implementation of the new test standards will require their users to make many modifications and changes.

This report aims to provide guidance for all those responsible for factory production control and the personnel in charge of performing the tests by giving an overview of the essential changes that need to be considered when testing aggregates for concrete and mortar against these new standards.

With the publication of Bauregelliste 2002/1, the list of German building regulations, DIN 4226-1 (2001) replaces the 1983 version of this standard. The test methods for normal-weight and heavy aggregates (used for obtaining concrete with closed structure), until now primarily regulated in Part 3 of DIN 4116, are now being replaced by the valid European standards. Table 1 summarizes the characteristics of normal-weight and heavy aggregates that can be tested to DIN 4226-1, together with the related test methods.

The various properties or characteristics of aggregates are strictly regulated by the European test standards of standard series DIN EN 933 ff., DIN EN 1097 ff., DIN EN 1367 ff. and DIN EN 1744 ff. Most of these test methods are known and widely practiced in Germany. However, the standards also provide for changes even to these “known” test methods with regard to the test setup and the procedure.

Some characteristics or properties can be checked by different methods (reference method and alternative method, such as, for example, the particle shape of aggregates or their resistance to fragmentation. In both cases, testing by the so-called



Tabelle 1. Eigenschaften von Gesteinskörnungen und die entsprechend DIN 4226-1:2001 anzuwendenden Prüfnormen

Tabelle 1. Aggregates characteristics and the relevant test standards to be used in accordance with DIN 4226-1:2001

Geometrische Eigenschaften Gesteinskörnungen DIN EN 933 <i>Geometrical properties of aggregates EN 933</i>	Physikalische und mechanische Eigenschaften von Gesteinskörnungen DIN EN 1097 <i>Physical and mechanical properties of aggregates EN 1097</i>	Thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen DIN EN 1367 <i>Thermal and weathering properties of aggregates EN 1367</i>	Chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen DIN EN 1744 <i>Chemical properties of aggregates EN 1744</i>
Körngrößenverteilung Gehalt an Feinanteilen Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung - Siebverfahren <i>Particle size distribution Assessment of fines Part 1: Determination of particle size distribution – sieving method</i>	Verschleißwiderstand Teil 1: Bestimmung des Widerstands gegen Verschleiß (Micro-Deval) <i>Resistance to wear Part 1: Determination of resistance to wear (Micro-Deval)</i>	Frostwiderstand Teil 1: Bestimmung des Widerstands gegen Frost-Tau-Wechsel <i>Frost resistance Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing</i>	Chloridgehalt Säurelösliches Sulfat Gesamtschwefel Feine organ. Bestandteile Leichtgew. organ. Bestandteile
Kornform Teil 3: Bestimmung der Kornform, Plattigkeitskennzahl Teil 4: Bestimmung der Kornform, Kornformkennzahl <i>Particle shape Part 3: Determination of particle shape, flakiness Part 4: Determination of particle shape, shape index</i>	Widerstand gegen Zertrümmerung Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung <i>Resistance to fragmentation Part 2: Method for determination of resistance to fragmentation</i>	Frost-Tausalz-Widerstand Teil 2: Magnesiumsulfatverfahren <i>Resistance to freeze-thaw with de-icing salt Part 2: Magnesium sulfate test</i>	Teil 1: Chemische Analyse Chloride content Acid-soluble sulfate Total sulphur Fine organic constituents <i>Part 1: Chemical analysis</i>
Beurteilung von Feinanteilen Teil 8: Beurteilung von Feinanteilen, Sandäquivalent-Verfahren Teil 9: Beurteilung von Feinanteilen, Methylenblau-Verfahren <i>Assessment of fines Part 8: Assessment of fines – sand equivalent test Part 9: Assessment of fines – Methylene blue test</i>	Kornrohdichte Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme <i>Particle density Part 6: Determination of particle density and water absorption</i>	Alkali-Kieselsäure-Reaktion DAFStb-Richtlinie Alkali-aggregate reaction silic acid <i>DAFStb code of practice</i>	
	Widerstand gegen Polieren Teil 8: Bestimmung des Polierwertes <i>Resistance to polishing and abrasion Part 8: Determination of the polished stone value</i>		
	Widerstand gegen Abrieb durch Spikereifen Teil 9: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß durch Spikereifen <i>Resistance to wear by studded tires Part 9: Determination of the resistance to wear by abrasion from studded tires</i>		

Korngrößenverteilung/Gehalt an Feinanteilen

Der Gehalt an Feinanteilen (früher: abschlämmbare Bestandteile) und die Korngrößenverteilung werden nach DIN EN 933-1 [4] in einem Arbeitsgang ermittelt. Dies war auch nach alter Norm bereits möglich, aber nicht vorgeschrieben. Dazu wird

“reference method“ has so far not been commonly practiced in this country.

In addition, under the new standard, properties or characteristics (such as wear resistance, resistance to abrasion etc.) can be declared, the testing of which had not been provided for

die Gesteinskörnung zunächst ausgewaschen, anschließend erfolgt die Ermittlung der Kornzusammensetzung an der gewaschenen Probe. Der Absetzversuch zur Bestimmung des Gehalts an Feinanteilen ist nicht mehr zulässig.

Nach neuer Norm ist eine einfache Bestimmung des Gehalts der Feinanteile bzw. der Kornzusammensetzung ausreichend (alte Norm: Doppelbestimmung). Auch die erforderliche Prüfmenge je Siebung/Auswaschversuch wurde geändert (siehe **Tabelle 2**).

Die Änderungen bei den Anforderungen an die Kornzusammensetzung wirken sich auch auf das entsprechende Prüfverfahren aus. Wichtigster Punkt in diesem Zusammenhang ist sicherlich der Einsatz neuer, in Deutschland bisher gar nicht bzw. nur im Straßenbau genutzter Siebe. Die Anforderung der Norm an den Durchgang durch das Sieb mit 1,4 D (D = Größtkorn; geforderter Durchgang: 98 bis 100 bzw. 95 bis 100 bei Sanden) macht die Einführung von Ergänzungssiebsätzen erforderlich. Ergänzungssiebsatz 1 umfasst die Siebe mit 1,4 mm, 2,8 mm, 5,6 mm, 11,2 mm, 22,4 mm und 45 mm Maschenweite. Ergänzungssiebsatz 2 umfasst weitere Siebe (6,3 mm, 10 mm, 12,5 mm, 14 mm, 20 mm und 40 mm), die jedoch in Deutschland aller Wahrscheinlichkeit nach keine Anwendung finden werden.

Eine wichtige Änderung im Zusammenhang mit dem Gehalt an Feinanteilen ist, dass bei erhöhten Gehalten (Sand > 3 M.-%) die Unschädlichkeit der Feinanteile mittels neuer Prüfverfahren (Methylenblau-, Sandäquivalent-Verfahren) nachgewiesen werden kann (siehe **Tabelle 2**).

Kornform

Die Kornform wurde bisher nach DIN 52114 untersucht und über die Anzahl der ungünstig geformten Körner (Körner mit einem Länge-Dicke-Verhältnis > 3) beurteilt. Dieses Verfahren mit dem Kornformmessschieber wird in der DIN EN 933-4 [6] beschrieben. Abgesehen von geänderten Prüfutmengen ist es weitestgehend mit dem Verfahren nach alter Norm identisch (vgl. **Tabelle 2**). Kornklassen mit weniger als 10 M.-% Anteil an der Gesamtprobe werden ausgesondert, bei der Auswertung sind Unterschiede bei Prüfung eng- und weitgestufter grober Gesteinskörnungen zu berücksichtigen. Der Prozentsatz ungünstig geformter Körner wird mit der Kornformkennzahl SI wiedergegeben.

Die Bestimmung der Kornformkennzahl stellt jedoch „nur“ das Alternativverfahren dar, als Referenzverfahren wurde mit der DIN EN 933-3 [5] das Verfahren zur Bestimmung der Plattigkeitskennzahl FI eingeführt. Nach Auftrennen der Körnung in einzelne Kornklassen erfolgt hier die Absiebung über die in der Norm vorgegebenen, sogenannten Stabsiebe (**Bild 1**). Als ungünstig geformt bzw. plattig gelten solche Körner, die das entsprechende Stabsieb passieren.

Bei Schiedsuntersuchungen ist dieses Referenzverfahren maßgebend!

Kornrohdichte und Wasseraufnahme

Die Kornrohdichte, die nach alter Norm zum Beispiel bei erhöhten Anforderungen an Leichtzuschläge geprüft wurde, muss nach neuer DIN 4226-1 im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) bzw. der Fremdüberwachung (FÜ) jährlich untersucht werden.

Bei dem in DIN EN 1097-6 [7] beschriebenen Verfahren handelt es sich um eine Bestimmung mittels Pyknometer (> 32 mm: Drahtkorbverfahren), wie sie auch in der alten Norm beschrieben wurde. Die neue Norm unterscheidet jedoch in Abhängigkeit von der Korngröße (0,063 bis 4 mm, 4 bis 32 mm, 32 bis 63 mm) verschiedene Vorgehensweisen. Weiterhin ergeben sich Änderungen bei den Prüftemperaturen und den Prüfutmengen. Neu ist die Bestimmung der Wasseraufnahme, die zusammen mit der Kornrohdichte aus der Massendifferenz von ofengetrockneter und wassergesättigter, oberflächen-trockener Probe ermittelt wird (vgl. **Tabelle 3**).

Frostwiderstand

under the old DIN 4226. Users will now have to acquaint themselves with entirely new test methods.

Changes to “known” test methods/ additional alternative methods

Apart from the reduction in test frequency, the quantities of test portions or the drying temperatures, there are a number of other changes to be considered when testing to the new standards. In the following discussion, in particular the test methods governing the general properties of aggregates (compare Annex H, Table H1 of the standard) will be gone into in more detail.

Particle size distribution/fines content

The fines content (previously: settleable solids) and the particle size distribution in accordance with DIN EN 933-1 [4] are now determined in a single step. This had been possible also under the old standard, but not stipulated. For this, the aggregates are first washed and the particle distribution subsequently determined on the washed specimen. The settlement test previously used to determine the fines content is no longer permitted.

In accordance with the new standard, a single determination of the fines contents and/or the granulometric composition is sufficient (old standard: double check). The amounts of aggregates required for each sieving/wash test has also been changed (see **Table 2**).

The changes to the requirements of the granulometric composition also affect the relevant test methods. The most significant changes are here surely in the sieving methods, which are entirely new to Germany and/or having been employed only in road construction. The requirement of the standard to describe aggregates by passage through a sieve at 1.4 D (D = maximum particle size; required passage: 98-100 and/or 95-100 for sands) means that new sieve sets must be purchased. Supplementary sieve set 1 comprises sieves of 1.4 mm, 2.8 mm, 5.6 mm, 11.2 mm, 22.4 mm and 45 mm mesh width. Supplementary sieve set 2 comprises additional sieves (6.3 mm, 10 mm, 12.5 mm, 14 mm, 20 mm and 40 mm), which however in all probability will not be used in Germany. An important change in connection with the fines assessment is that in case of higher contents (sand > 3 M.-%), it is now possible to demonstrate the non-harmfulness of the fines by means of new test methods (methylene blue test, sand equivalent test) (**Table 2**).

Particle shape

The particle shape has until now been determined in accordance with DIN 52114 and assessed based on the number of unfavorably shaped particles (particles with a length/thickness ratio > 3). This method, using the particle slide gauge, is speci-



Bild 1. Untersuchung einer gebrochenen Gesteinskörnung mit dem Stabsieb; links: plattige Körner, rechts: Stabsieb mit kubisch geformten Körnern

Fig. 1. Examination of crushed aggregates using a bar sieve; on the left: flaky particles; on the right: steel sieve containing particles of cubical shape



Tabelle 2. Änderungen bei der Prüfung geometrischer Eigenschaften von Gesteinskörnungen
Tabelle 2. Changes in testing the geometrical properties of aggregates

Prüf-gegenstand <i>Subject of testing</i>	Prüf-verfahren <i>Test method</i>	Norm neu <i>Standard new</i>	Norm alt <i>Standard old</i>	Änderungen bei Prüfgeräten <i>Changes in test apparatus</i>	Änderungen bei der Durchführung <i>Changes in procedure</i>
Korngrößenverteilung bei WPK erforderlich <i>Particle size distribution required for factory production control</i>	Siebung <i>Sieving</i>	DIN EN 933-1	DIN 4226-3	Zusätzliche siebe <i>Additional sieves</i>	Verwendung eines anderen Siebsatzes Einfache Siebung ausreichend <i>Use of another sieve set Single sieving sufficient</i>
Kornform bei WPK erforderlich <i>Particle shape required for factory production control</i>	Plattigkeitskennzahl <i>Flakiness index</i>	DIN EN 933-3	–	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>
	Kornformkennzahl <i>Shape index</i>	DIN EN 933-4	DIN 52114	Keine <i>None</i>	Geänderte Probemengen Kornklassen < 10 M.-% an der Gesamtprobe sind auszusondern Änderungen bei der Auswertung <i>Changes in test portions Particle sizes < 10 M.-% in the total sample to be discarded Changes in the assessment procedure</i>
Gehalt an Feinanteilen bei WPK erforderlich <i>Assessment of fines required for factory production control</i>	Auswaschversuch (Absetzversuch entfällt!) <i>Wash test (Settlement test no longer applicable)</i>	DIN EN 933-1	DIN 4226-3	Keine <i>None</i>	Geänderte Probemengen Einfache Bestimmung ausreichend <i>Changes in test portions Single determination sufficient</i>
Beurteilung von Feinanteilen bei WPK ggf. erforderlich <i>Assessment of fines required for factory production control</i>	Methylenblau-Verfahren <i>Methylene blue test</i>	DIN EN 933-9	–	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>
	Sandäquivalent-Verfahren <i>Sand equivalent test</i>	DIN EN 933-8		Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>

Der Frostwiderstand von Gesteinskörnungen wird mit Einführung der neuen DIN 4226-1 nach DIN EN 1367-1 [8] geprüft. Dieses Verfahren ist weitestgehend identisch mit dem Verfahren N der DIN 52104 („Dosenfrost“), nach welchem bisher geprüft wurde. Auch hier sind geänderte Probemengen zu berücksichtigen. Während nach alter Norm sowohl die Frostbeständigkeit (eF) als auch die Frost-Tausalz-Beständigkeit (eFT) mit diesem Verfahren nachgewiesen werden konnte (in Abhängigkeit von der Menge der Absplitterungen), muss der Nachweis über einen ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstand nach neuer DIN 4226-1 mit anderen Verfahren, in der Regel mit dem Magnesiumsulfat-Verfahren (siehe unten) erbracht werden.

Chlorid-/Sulfatgehalt

Die Bestimmung des Gehalts an wasserlöslichen Chloriden erfolgt im Referenzverfahren nach DIN EN 1744-1, Abschnitt 7 [9] durch Titration nach Volhard. Die Änderungen im Vergleich zum alten Verfahren (potenziometrische Titration, DIN 4226-3, Abschnitt 3.6.4) sind gravierend (vgl. Tabelle 4). Neben erhöhten Probemengen haben sich deutliche Änderun-

gen in DIN EN 933-4 [6]. Apart from the changes regarding the quantities of test portions, the method is largely identical with the method specified in the old standard (cf. Table 2). Aggregate categories containing less than 10 M.-% of the total sample is discarded; differences in the close- or wide-meshed sieve must be taken into consideration. The percentage of unfavorably shaped particles is recorded as shape index SI. However, the determination of the shape index refers “only” to the alternative method. As reference method, DIN EN 933-3 [5] introduces the method for determining the flakiness index FI. After grading the aggregate into particle size fractions, sieving here takes place using the bar sieves specified in the standard (see Fig. 1). Particles that pass through the relevant bar sieve are regarded as being unfavorably shaped or flaky. This reference method is authoritative whenever a matter is submitted to arbitration.

Particle density and water absorption

The particle density which, under the old standard, was for example determined when higher demands were made on

Tabelle 3. Änderungen bei der Prüfung physikalischer bzw. thermischer Eigenschaften von Gesteinskörnungen
Tabelle 3. Changes in testing the physical and thermal properties of aggregates

Prüf-gegenstand <i>Subject of testing</i>	Prüf-verfahren <i>Test method</i>	Norm neu <i>Standard new</i>	Norm alt <i>Standard old</i>	Änderungen bei den Prüfgeräten <i>Changes in test apparatus</i>	Änderungen bei der Durchführung <i>Changes in procedure</i>
Kornroh-dichte und Wasserauf-nahme bei WPK ggf. erforderlich <i>Particle density and water absorption required for factory production control</i>	Kornroh-dichte <i>Particle density</i>	DIN EN 1097-6	DIN 52102	ggf. neue Pyknometer Metallform <i>Possibly new pycnometers Metal form</i>	Geänderte Probemengen <i>Changes in test portions</i>
	Wasser-aufnahme <i>Water absorption</i>	DIN EN 1097-6	DIN 52103	Vgl. Kornroh-dichte <i>Cf. particle density</i>	Prüfung aller Kornklassen möglich Prüfung erfolgt mit der Bestimmung der Kornroh-dichte <i>Testing of all particle size categories possible Testing by determining the particle density</i>
Frostwider-stand bei WPK ggf. erforderlich <i>Frost resistance, may be required for factory production control</i>	Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel <i>Resistance to freeze-thaw with attack</i>	DIN EN 1367-1	DIN 52104, Verfahren N <i>Method N</i>	Keine <i>None</i>	Geänderte Probemengen <i>Changes in test portions</i>
Frost-Tau-salz-Wider-stand <i>Resistance to freeze-thaw with de-icing salt</i>	Magnesium-sulfat-Verfahren <i>Magnesium sulfate test</i>	DIN EN 1367-2	DIN 52104, Verfahren N <i>Method N</i>	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>

gen hinsichtlich der Aufbereitung der Gesteinskörnungen ergeben: Die Proben sind auf eine Korngröße < 16 mm zu zerkleinern und werden dann 60 min lang mit destilliertem Wasser geschüttelt (alte Norm: Kochen mit destilliertem Wasser). Die Bestimmung des Chloridgehaltes erfolgt am so erhaltenen wässrigen Auszug der Probe durch Titration mit Silbernitrat und Ammoniumthiocyanat. Auch dies stellt eine Abweichung zum bisherigen Verfahren dar. Die Beschaffung neuer Geräte, wie z. B. einer Schüttelmaschine, diverser Glasgeräte etc. ist erforderlich. Bei gleicher Aufbereitung gibt es weitere Alternativverfahren zur Bestimmung des Gehalts an Chloriden (unter anderem auch eine potenziometrische Titration wie nach alter Norm). Der Gehalt an säurelöslichen Sulfaten von Gesteinskörnungen wird nach gleicher Norm, Abschnitt 12 ermittelt. Die Bestimmung erfolgt wie bisher üblich durch salzsauren Aufschluss der Probe und anschließende Fällung des Sulfats als Bariumsulfat. Geändert haben sich lediglich die Probemengen und das Vorgehen beim Aufschluss der Probe (vgl. Tabelle 4). Neue Geräte sind zur Versuchsdurchführung im allgemeinen nicht erforderlich.

Organische Bestandteile

Um festzustellen, ob eine Gesteinskörnung fein verteilte organische Stoffe enthält, wird weiterhin der Natronlaugetest eingesetzt. Im Vergleich zur alten Norm haben sich jedoch einige Änderungen ergeben (siehe Tabelle 4). So gibt es bei dem Ver-

light-weight aggregates, must now under the new DIN 4226-1 be tested annually within the scope of factory production control and/or external control.

The method described in DIN EN 1097-6 [7] involves determination by pycnometer (> 32 mm: wire basket method), which was also described in the old standard. The new standard, however, provides for different methods, depending on the particle size (0.063 to 4 mm, 4 to 32 mm, 32 to 63 mm). In addition to that, the new standard specifies different test temperatures and sample quantities.

New is the determination of water absorption, which is done based on the mass difference between oven-dried and water-saturated, samples dried on the surface (cf. Table 3).

Frost resistance

Upon implementation of the new DIN 4226-1, the aggregates' resistance to frost is to be determined in accordance with DIN EN 1367-1 [8]. This method is largely identical with method N described in DIN 52104 (involving direct freezing of the aggregates), based on which testing used to take place. Here, too, the changes in the number of samples must be taken into account.

While under the old standard, both the resistance to frost and the frost/de-icing salt resistance could be demonstrated by this method (depending on the test sample loss) sufficient resistance to freeze-thaw with de-icing salt, in accordance to the new DIN



Tabelle 4. Änderungen bei der Prüfung chemischer Eigenschaften von Gesteinskörnungen
Tabelle 4. Changes in testing the chemical properties of aggregates

Prüf-gegenstand <i>Subject of testing</i>	Prüf-verfahren <i>Test method</i>	Norm neu <i>Standard new</i>	Norm alt <i>Standard old</i>	Änderungen bei Prüfgeräten <i>Changes in test apparatus</i>	Änderungen bei der Durchführung <i>Changes in procedure</i>
Chlorid-gehalt bei WPK ggf. erforderlich <i>Chloride content may be required for factory production control</i>	Bestimmung wasserlös. Chloride nach Volhard <i>Determination of water-soluble chloride using the Volhard method</i>	DIN EN 1744-1, Abschnitt 7 <i>Section 7</i>	DIN 4226-3, Abschnitt 3.6.4 <i>Section 3.6.4</i>	Schüttelmaschine erforderlich Weithalsflaschen <i>Shaking machine required Wide-necked bottles</i>	Geänderte Probemengen Änderungen bei der Probenaufbereitung und Bestimmung <i>Changes in test portions Changes in sample preparation and determination</i>
Sulfatgehalt <i>Sulfate content</i>	Bestimmung säurelöslicher Sulfate <i>Determination of acid-soluble sulfate</i>	DIN EN 1744-1, Abschnitt 13 <i>Section 13</i>	DIN 4226-3, Abschnitt 3.6.4 <i>Section 3.6.4</i>	Keine <i>None</i>	Geänderte Probemengen Änderungen bei der Probenaufbereitung <i>Changes in test portions Changes in sample preparation</i>
Organische Bestandteile bei WPK erforderlich <i>Organic constituents required for factory production control</i>	Bestimmung des Humusgehaltes (Natronlauge-Test) <i>Determination of humus content (sodium hydroxide solution test)</i>	DIN EN 1744-1, Abschnitt 15.1 <i>Section 15.1</i>	DIN 4226-3, Abschnitt 3.6.2.1 <i>Section 3.6.2.1</i>	Geänderte Abmessungen der Glasgeräte <i>Changed sized of glass apparatus</i>	Prüfung aller Kornklassen möglich Trocknung bei 55 °C Herstellen einer Farbvergleichslösung notwendig <i>Testing of all particle size categories possible Drying at 55 °C Manufacture of a color comparison solution required</i>
	Bestimmung des Fulvosäuregehaltes <i>Determination of fulvo acid content</i>	DIN EN 1744-1, Abschnitt 15.2 <i>Section 15.2</i>	–	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>	Neues Prüfverfahren <i>New test method</i>
Leichtgew. organ. Verunreinigungen bei WPK ggf. erforderlich <i>Lightweight contaminants may be required for factory production control</i>	Untersuchung auf aufschwimmende Verunreinigungen <i>Tests for lightweight contaminants</i>	DIN EN 1744-1, Abschnitt 15.2 <i>Section 15.2</i>	DIN 4226-3, Abschnitt 3.6.2.2 <i>Section 3.6.2.2</i>	Geänderte Abmessungen der Glasgeräte <i>Changed sizes of glass apparatus</i>	Geänderte Probemengen Abtrennen der Anteile < 0,3 mm <i>Changes in test portions Separation of particles < 0.3 mm</i>

fahren nach DIN EN 1744, Abschnitt 15.1 [9] keine Begrenzung hinsichtlich des Größtkorns (alte Norm: < 8 mm). Das Prüfgut muss allerdings auf eine Korngröße < 4 mm zerkleinert werden. Während nach alter Norm ohne vorherige Trocknung geprüft werden konnte, sieht die neue Norm eine Trocknung bei 55 °C vor.

Die Beurteilung der Verfärbung der Lösung (gelb: keine wesentlichen Anteile, rot-schwarz: erhöhte Anteile) erfolgt nicht mehr nur nach subjektiver Farbabschätzung, sondern im direkten Vergleich mit einer Farbvergleichslösung (heller als Vergleichslösung: geeignet). Diese Farbvergleichslösung ist nur begrenzte Zeit (mindestens jedoch 2 Wochen) verwendbar und muss dann aus den entsprechenden Chemikalien (Eisen- und Kobaltchlorid) frisch hergestellt werden. Auf eine umweltverträgliche Entsorgung dieser Lösungen ist zu achten. Der Fulvosäuretest nach DIN EN 1744-1, Abschnitt 15.2 [9] stellt ein alternatives Verfahren zur Prüfung auf organische Bestandteile dar. Auch bei diesem Verfahren gibt es keinerlei Einschränkung hinsichtlich der Prüfkorngröße. Nach Aufschluss

4226-1 must now be demonstrated by another method; as a rule by way of the magnesium sulfate test (see below).

Chloride/sulfate content

The content of soluble chlorides is determined by the reference method to DIN EN 1744-1, section 7 [9] by titration using the Volhard method. The changes compared to the old method (potentiometric titration, DIN 4226-3, section 3.6.4) are quite drastic (cf. Table 4).

Apart from the increased sampling quantities that are required by the new standard, there are significant changes regarding the preparation of the aggregates: The samples must be reduced to particle size < 16 mm and subsequently agitated with distilled water for 60 min (old standard: boiling in distilled water). The chloride content is determined from the aqueous extract of the sample obtained in this way, with silver nitrate and ammonium thiocyanate. This is also a departure from the hitherto followed method. New apparatus, e.g. a shaking machine, a variety of glassware etc. must be purchased.

der Messprobe mit verdünnter Salzsäure wird die Lösung abfiltriert und mit Zinnchlorid-Lösung versetzt. Sind organische Bestandteile in der Probe enthalten, verfärbt sich die Lösung (Reaktion auf Fulvosäure). Die Beurteilung erfolgt im Vergleich mit einer Standardfarbtafel in mehreren Abstufungen.

In der neuen Fassung der DIN 4226-1 wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei diesen zwei Verfahren lediglich um Vorversuche handelt. Lassen sich Hinweise erkennen, dass die Gesteinskörnung wesentliche Anteile an erstarrungs- bzw. erhärtungsstörenden Stoffen enthält (z. B. Dunkelfärbung der Lösung), so kann dieser Einfluss mit dem Mörtelverfahren (DIN EN 1744-1, Abschnitt 15.3 [9]) quantifiziert werden. Dazu werden Mörtel mit der unbehandelten Gesteinskörnung sowie mit einer zuvor erhitzten Probe hergestellt. Durch das Erhitzen werden organische Bestandteile zerstört – diese Probe dient im weiteren als Referenz.

Über den Vergleich der Erstarrungszeiten und der Druckfestigkeiten dieser zwei Mörtel lässt sich der Einfluss der organischen Bestandteile auf diese Kenngrößen quantifizieren.

Leichtgewichtige organische Bestandteile

Der Anteil leichtgewichtiger organischer Bestandteile, nach alter Norm gleichzusetzen mit den quellfähigen Bestandteilen, wird weiterhin nach dem bekannten Prinzip ermittelt (vgl. Tabelle 4). Das entsprechende Verfahren ist in DIN EN 1744-1, Abschnitt 14.2 [9] geregelt. Änderungen bei der Durchführung betreffen die eingesetzte Probenmenge, außerdem ist ein Abtrennen der Anteile < 0,3 mm erforderlich.

Wie auch beim Natronlaugetest macht eine normgemäße Prüfung des Anteils an leichtgewichtigen organischen Bestandteilen die Beschaffung neuer Glasgeräte erforderlich, da sich die Abmessungen im Vergleich zur alten Norm geändert haben.

Neue Prüfverfahren

Einige neue Prüfverfahren wurden bereits im vorangegangenen Kapitel vorgestellt, und zwar dann, wenn sie eine Alternative zur bisher üblichen Prüfung darstellen. Die neue DIN 4226-1 kennt jedoch auch Eigenschaften bzw. Prüfverfahren, die bisher nicht geläufig waren.

Auf Verfahren, welche im Rahmen der allgemeinen Anforderungen an Gesteinskörnungen relevant sein können, soll im Folgenden eingegangen werden.

Beurteilung von Feinanteilen

Bei erhöhten Anteilen an Körnern < 0,063 mm kann der Nachweis der Unschädlichkeit dieser Feinanteile bei Sanden mit zwei neuen Verfahren erbracht werden.

Beim Sandäquivalent-Verfahren (DIN EN 933-8 [10]) wird der zu prüfende Sand mit Wasser und einem Flockungshilfsmittel zunächst in einem speziellen Glaszylinder geschüttelt, anschließend wird die Höhe der Ausflockung sowie die Höhe des Bodensatzes ermittelt. Der prozentuale Anteil des Bodensatzes im Vergleich zur gesamten Ausflockung ergibt den Sandäquivalent-Wert SE.

Bislang liegen keine ausreichenden Erfahrungen vor, die die Festlegung eines Grenz- bzw. Richtwertes für den SE-Wert rechtfertigen würden (vgl. Anhang D der DIN 4226-1). Der Nachweis der Unschädlichkeit der Feinanteile gilt daher bis auf weiteres auch bei jahrelanger problemloser Verwendung eines Sandes als erbracht.

Das Methylenblau-Verfahren (DIN EN 933-9 [11]) wird im europäischen Ausland bereits seit langem praktiziert. Hier wird die Tatsache genutzt, dass die betonschädlichen Stoffe (zum Beispiel Tonminerale) den Farbstoff aus einer Farbstofflösung (Methylenblau-Lsg.) absorbieren können. Der Lösung eines Sandes in Wasser wird solange Methylenblau-Lösung zugegeben, bis der zugegebene Farbstoff nicht mehr absorbiert wird, d. h. alle enthaltenen Tonminerale mit Farbstoff gesättigt sind. Dieser Zeitpunkt wird durch die sogenannte „Tüpfelprobe“ ermittelt. Anhand der Probenmenge und der zugegebenen

Using the same preparation procedure, there are other alternative methods available for determining the chloride content (inter alia potentiometric titration as described in the old standard).

The content of acid-soluble sulfates in aggregates is determined in accordance with section 12 of the same standard. The procedure is the same as before, i.e. dissolving the sample in hydrochloric acid, followed by precipitation of the sulfate as barium sulfate. Here, the only changes are to the quantities of the test portions and the procedure used for dissolving the sample (cf. Table 4).

New apparatus are in general not required for the procedure.

Organic constituents

In order to determine whether an aggregate contains finely distributed organic matter, the test using a sodium hydroxide solution is used, the same as before. There are, however, a few changes in the new standard (cf. Table 4). Thus, for example, the procedure in accordance with DIN EN 1744, section 15.1 [9] provides for no limitation on the maximum particle size (old standard: < 8 mm). However, the test portions must be reduced to particle size < 4 mm. While testing to the old standard required no drying, the new standard specifies drying at a temperature of 55 °C.

The assessment of the discoloration (yellow: no significant content; red-back: increased content) is no longer based on a subjective estimation of the color, but is now effected by direct comparison with a reference color solution (lighter than reference solution: suitable). This reference color solution can be used for only a limited period of time (at the least, however, for 2 weeks), after which it must be prepared anew from the appropriate chemicals (iron and cobalt chloride). Care must be taken that the solution is disposed off in an environmentally friendly manner.

The fulvo acid test to DIN EN 1744-1, section 15.2 [9] is an alternative method for establishing the presence of organic constituents. The procedure described in the new standard also provides for no limitation with regard to the particle size. Following dissolution of the sample with diluted hydrochloric acid, the solution is passed through a filter and mixed with a tin chloride solution. If the sample contains organic constituents, the solution changes color (reaction to vulvo acid). The assessment is made by comparing the sample with a standard graduated color chart.

In the new version of DIN 4226-1, express attention is called to the fact that these two procedures are only preliminary tests. When there are indications of a sample containing significant amounts of constituents that would interfere with the setting or hardening process (e.g. if the solution changes to a darker color), this influence can be quantified by means of the mortar process (DIN EN 1744-1, section 15.3 [9]). For this assessment, mortars are made up from the untreated particle size as well as with a previously heated sample. The heating process destroys organic constituents – this sample would then be used as a reference.

The influence of the organic constituents on this parameter can be quantified by comparing setting times and compressive strengths.

Lightweight organic constituents

The content of lightweight organic constituents, according to the old standard equivalent to the constituents capable of swelling, is determined as before, following the same principle (cf. Table 4). The relevant procedure is regulated in DIN EN 1744-1, section 14.2 [9]. Changes in procedure refer to the size of the test portion. In addition to that, separation of particles < 0,3 mm is required.

Determination of the content of lightweight organic constituents as specified in the new standard will require the purchase of new glass apparatus, the same as is the case for the sodium hydroxide test, due to the change in dimensions.



Bild 2. Prüfgerät zur Bestimmung des Los-Angeles-Koeffizienten
Fig. 2. Apparatus used for determining the Los Angeles coefficient



nen Farbstoffmenge lässt sich der Methylenblau-Wert MB errechnen. Auch hier liegen zur Beurteilung bislang nur Erfahrungswerte aus dem Ausland vor.

Da beide Verfahren bisher in Deutschland nicht eingesetzt wurden, müssen entsprechende Geräte für diese Prüfungen neu beschafft werden.

Frost-Tausalz-Widerstand (Magnesiumsulfat-Verfahren)

Auch der Nachweis für die Frost-Tausalz-Beständigkeit wurde in der neuen DIN 4226-1 mit dem Magnesiumsulfat-Verfahren (DIN EN 1367-2 [12]) neu geregelt.

Bei dem bislang üblichen „Dosenfrost“ (Verfahren N nach DIN 52104) galt die Frost-Tausalz-Beständigkeit als gegeben, wenn die Masse der Absplitterungen (bei Absiebung durch entsprechendes Sieb) einen Wert von < 2 M.-% ergab.

Auch beim Magnesiumsulfat-Verfahren wird der Anteil an Absplitterungen nach Abschluss des Verfahrens ermittelt, die Beanspruchung der Körnung ist jedoch eine völlig andere. Eine Befrostung bzw. Frost-Tau-Wechsel entfallen, die Probe wird statt dessen 5-mal einer Magnesiumsulfat-Lösung ausgesetzt und anschließend getrocknet. Absplitterungen können entstehen, wenn bei Trocknung der mit Salzlösung gesättigten Probe in Hohlräumen der Körner Salz auskristallisiert. Ist der Druck durch die aufwachsenden Kristalle größer als die Festigkeit des Gesteins, kommt es zu Absplitterungen. Der MS-Wert gibt den Prozentsatz der Absplitterungen bei Absiebung über ein 10-mm-Sieb wieder.

Auf Grund der andersartigen Beanspruchung der Körnung sind Fälle denkbar, in denen nach neuem Verfahren keine ausreichende Frost-Tausalz-Beständigkeit mehr nachgewiesen werden kann, obwohl die gleiche Körnung zuvor als eFT eingestuft worden war. Eine frühzeitige Prüfung von Gesteinskörnungen mit dem Magnesiumsulfat-Verfahren ist daher bei entsprechender Verwendung empfehlenswert.

Neue Prüfgeräte und -mittel (Drahtsiebkörbe, Chemikalien) sind auch hier gegebenenfalls erforderlich.

Petrografische Beschreibung

Im Rahmen der Werkseigenen Produktionskontrolle muss nach neuer Norm regelmäßig (alle 3 Jahre bzw. bei wesentlichen Änderungen) eine petrografische Beschreibung der Gesteinskörnung nach DIN EN 932-3 [13] erfolgen. Dies war bisher nicht erforderlich.

Nach augenscheinlicher Begutachtung der Probe erfolgt bei diesem Verfahren die Beurteilung der Kornform und Oberflächenbeschaffenheit sowie eine petrografische Einordnung durch Auszählen der Körner. Die petrografische Einordnung beinhaltet Angaben zur Art des Gesteins, zu den vorkommenden Mineralien sowie geologische Angaben zur Lagerstätte.

Mechanische Eigenschaften

Vor allem im Bereich der physikalischen (bzw. mechanischen) Anforderungen kennt die neue Norm eine Fülle neuer Eigenschaften, die überprüft werden können, wenn die Gesteinskörnung für spezielle Anwendungen vorgesehen ist. Diese Eigen-

New methods

Some of the new test methods were already presented in the preceding chapter, all of which represent alternatives to the hitherto practiced testing. However, the new DIN 4226-1 also knows of a number of properties and/or test methods that are unfamiliar.

Methods that may be of relevance to aggregates will be discussed in what follows.

Assessment of fines

For mixes containing an increased content of particles $< 0,063$ mm, evidence of the non-harmfulness of these fines, when contained in sands, can be provided by two new methods. With the sand equivalent method (DIN EN 933-8 [10]), the sand specimen is first agitated with water and a flocculation aid in a special-type glass cylinder; subsequently, the amount of flocculation and the height of the sediment is determined. The percentage of sediment compared to the total amount of flocculation yields the sand equivalent value SE.

So far there is not sufficient experience available that would justify specifying a limit and/or guide value for the SE value (cf. Annex D of DIN 4226-1). Proof of the non-harmfulness of fines is therefore now as before the unproblematic use of the sand.

The methylene blue test (DIN EN 933-9 [11]) has long been practiced in other European countries. Here, use is made of the fact that matter harmful to concrete (such as clay minerals) can absorb from a dye solution the dye (methylene blue solution). For this, methylene blue solution is added in drops to the solution of a sand until the added dye is no longer absorbed, i.e. all clay minerals in the specimen are saturated with dye. The point of saturation is determined by means of a so-called spot test. The methylene blue value MB can be calculated based on the sample quantity and the amount of dye added. Empirical values for this assessment are also only available from other countries.

As both test methods are new to Germany, appropriate apparatus for performing these tests must be purchased.

Resistance to freeze-thaw with de-icing salt (magnesium sulfate process)

Testing the resistance to freeze-thaw with de-icing salt has also been newly regulated in the new DIN 4226-1, using the magnesium sulfate test (DIN EN 1367-2 [12]).

With the hitherto customary "direct freezing" (method N to DIN 52104) resistance to freeze-thaw with de-icing salt was assumed to have been demonstrated when the test sample loss (after passage through the appropriate sieve) yielded a value of < 2 M.-%.

In the magnesium sulfate test, the rate of loss is also determined at the end of the test. However, the actions to which the aggregates are subjected to are entirely different. Freezing and/or freeze-thaw cycles are no longer performed. Instead, the sample is exposed 5 times to a magnesium sulfate solution and subsequently dried. Sample losses can occur when in the voids of the particles in the sample saturated with a salt solution salt out-crystallizes. Losses are incurred, when the pressure asserted by the growing crystals is greater than the strength of the aggregate. The MS value reflects the percentage of sample loss incurred following passage through a 10-mm sieve.

Due to the different type of loading to which the aggregate is subjected, cases are conceivable where, using the new method, a sufficient resistance to the action of freeze-thaw with de-icing salt can no longer be shown, despite the fact that the same aggregate had previously been classified as such. It is therefore recommended to test aggregates intended for relevant utilization at an early stage, using the magnesium sulfate test.

New test devices and means (wire sieves, chemicals) may have to be acquired.

schaften, wie z. B. Widerstand gegen Abrieb, Widerstand gegen Zertrümmerung, Festigkeit, Widerstand gegen Verschleiß etc. werden nach der Normenreihe DIN EN 1097 ff. geprüft (siehe Tabelle 1). Exemplarisch soll hier nur auf den Widerstand gegen Zertrümmerung eingegangen werden.

Widerstand gegen Zertrümmerung

Der Widerstand gegen Zertrümmerung bzw. die Festigkeit einer Gesteinskörnung wird charakterisiert durch den nach DIN EN 1097-2 [14] ermittelten Los-Angeles-Koeffizienten LA bzw. durch den Schlagzertrümmerungswert SZ. Während der Schlagzertrümmerungswert ein in Deutschland bekanntes Verfahren darstellt (z. B. bei Gesteinskörnungen für den Straßenbau), handelt es sich beim Los-Angeles-Verfahren um eine neue Prüfung.

Eine Gesteinsprobe der Kornklasse 10/14 mm mit definierter Zusammensetzung in diesem Bereich wird in einer rotierenden Trommel mit Stahlkugeln beansprucht (siehe Bild 2). Anschließend wird die Probe über ein 1,6-mm-Sieb abgeseibt. Aus dem Siebrückstand lässt sich der Los-Angeles-Koeffizient ermitteln.

Das Los-Angeles-Verfahren ist als Referenzverfahren für diese Prüfung eingeführt. Der Schlagversuch ist mit dem Verfahren nach DIN 52115-3 identisch, neue Geräte sind hier nicht erforderlich.

Zusammenfassung

Die Einführung der neuen DIN 4226 – Teil 1 und – damit verbunden – die Einführung neuer Prüfnormen für Gesteinskörnungen bringt für die Anwender deutliche Änderungen im Bereich der Durchführung der Prüfungen. Neben den Änderungen bei bekannten Verfahren, sind dabei zusätzlich bisher nicht bestimmte Eigenschaften zu überprüfen bzw. völlig neue Verfahren einzusetzen. Dies macht die Anschaffung neuer Prüfgeräte und -mittel erforderlich. Darüber hinaus sind Anpassungen im Bereich von Vordrucken und Formblättern notwendig.

Petra Arens, Neuwied

Petrographic description

Within the scope of factory production control, the new standard requires a petrographic description of the aggregates to be provided at regular intervals (every 3 years and/or whenever significant changes occur) in accordance with DIN EN 932-3 [13]. This was previously not necessary.

Following a visual examination of the specimen, the procedure calls for an assessment of the particle shape and the surface characteristics, as well as a petrographic classification by counting the particles. The petrographic description includes information on the type of rock, the occurrence of minerals as well as geological data on the deposit.

Mechanical properties

The new standard specifies a large number of new properties that can be tested when the aggregates are intended for specific applications. This applies in particular to the physical (and/or mechanical) properties. These properties, such as the resistance to wear, resistance to fragmentation etc. are tested in accordance with the standard series DIN EN 1097 ff. (Table 1). One example, the resistance to fragmentation, is discussed here as an example.

Resistance to fragmentation

The resistance to fragmentation and/or the strength of a particle size is characterized by the Los Angeles coefficient LA and/or fragmentation value SZ, determined as specified in DIN EN 1097-2 [14]. While the fragmentation value is a method known in Germany (e.g. for assessing particle sizes intended for road construction), the Los Angeles test is new.

A test portion of 10/14 mm aggregate of defined composition within this range is rolled in a steel drum together with steel balls (cf. Fig. 2). Subsequently, the test portion is passed through a 1.6 mm sieve. The Los Angeles coefficient is determined by the particles retained in the sieve.

The Los Angeles test has been introduced as a reference method. The impact test (S.V.) is identical with the method described in DIN 52115-3; new apparatus is here not required.

Summary

The introduction of the new DIN 4226 – Part 1 and – in connection with this - the implementation of the new test standards for aggregates, requires users to adapt to significant changes in test procedures. In addition to the changes made to known methods, further properties and characteristics must now be determined and/or entirely new methods used. This requires acquisition of new test apparatus and means. In addition to that, adjustments to printed forms must be made.

LITERATUR

- [1] DIN EN 206-1: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [2] DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zur DIN EN 206-1, Beuth Verlag, Berlin 2001
- [3] DIN 4226-1: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel – Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen, Beuth-Verlag, Berlin 2001
- [4] DIN EN 933-1: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung, Siebverfahren, Beuth-Verlag, Berlin 1995
- [5] DIN EN 933-3: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung der Kornform, Plattigkeitskennzahl, Beuth-Verlag, Berlin 1997
- [6] DIN EN 933-4: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 4: Bestimmung der Kornform, Kornformkennzahl, Beuth-Verlag, Berlin 1999
- [7] DIN EN 1097-6: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme, Beuth-Verlag, Berlin 2000
- [8] DIN EN 1367-1: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Ver-

- witterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung des Widerstands gegen Frost-Tau-Wechsel, Beuth-Verlag, Berlin 1999
- [9] DIN EN 1744-1: Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Chemische Analyse, Beuth-Verlag, Berlin 1998
- [10] DIN EN 933-8: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 8: Beurteilung von Feinanteilen, Sandäquivalent-Verfahren, Beuth-Verlag, Berlin 1999
- [11] DIN EN 933-9: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 9: Beurteilung von Feinanteilen, Methylenblau-Verfahren, Beuth-Verlag, Berlin 1998
- [12] DIN EN 1367-2: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 2: Magnesiumsulfat-Verfahren, Beuth-Verlag, Berlin 1998
- [13] DIN EN 932-3: Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Durchführung und Terminologie einer vereinfachten petrographischen Beschreibung, Beuth-Verlag, Berlin 1996
- [14] DIN EN 1097-2: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstands gegen Zertrümmerung, Beuth-Verlag, Berlin 1998



Aufgaben der Eigenüberwachungs-Prüfstellen im Rahmen der Umstellung auf die neuen Betonnormen

Teil 4/4: Werkseigene Produktionskontrolle von Beton und Gesteinskörnungen

Die ordnungsgemäße Durchführung der werkeigenen Produktionskontrolle durch den Hersteller hat entscheidenden Einfluss auf die Qualität der hergestellten Produkte. Aus diesem Grund spielt die werkseigene Produktionskontrolle, bisher bekannt als Eigenüberwachung, sowohl in der neuen Betonnorm DIN EN 206-1 [1] / DIN 1045-2 [2] als auch in der neuen Gesteinskörnungsnorm DIN 4226-1 [3] eine wichtige Rolle.

Dieser Artikel stellt exemplarisch für die Betonherstellung die entscheidenden Bestandteile des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle sowie die Änderungen, die sich in Hinblick auf die bisherige Praxis der Eigenüberwachung ergeben, dar. Darüber hinaus wird ergänzend auf die Besonderheiten der werkseigenen Produktionskontrolle im Bereich der Gesteinskörnungen eingegangen.

„Jeder Beton ist unter der Verantwortung des Herstellers einer Produktionskontrolle zu unterziehen.“ Mit diesem Satz beginnt der Abschnitt 9 Produktionskontrolle der DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Unter werkseigener Produktionskontrolle (WPK) ist zunächst einmal die „Eigenüberwachung“ zu verstehen, die für die Herstellung von Beton in den Bereichen der B II-Baustellen, der Fertigteilwerke und der Transportbetonwerke aus Abschnitt 8 der „alten“ DIN 1045 [4] und den drei Teilen der DIN 1084 [5] allgemein bekannt ist. Im Vergleich mit den eher knappen Ausführungen der alten DIN 1045 und DIN 1084 zur „Eigenüberwachung“ wird die werkseigenen Produktionskontrolle in der neuen Norm in einem weit ausführlicheren Rahmen behandelt. Unter die WPK fallen dabei grundsätzlich alle Maßnahmen, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass der Beton bzw. das Betonprodukt die festgelegten Eigenschaften aufweist. Die in diesem Zusammenhang relevanten Bereiche sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Für die Produkteigenschaften von Beton relevante Bereiche

Table 1. Areas relevant for product properties

- a) Auswahl der Ausgangsstoffe
Selection of constituent materials
- b) Betonentwurf
Concrete design
- c) Herstellung des Betons bzw. Fertigung des Betonproduktes
Concrete production and/or manufacture of the concrete product
- d) Überwachung und Prüfungen
Inspection and tests
- e) Verwendung der Prüfergebnisse in Hinblick auf die zuvor genannten Punkte a) bis d)
Use of test results in respect of items a) to d) listed above
- f) Werkseinrichtungen (inkl. Einrichtungen für den Transport)
Plant equipment (including transport equipment)
- g) Konformitätskontrolle
Conformity control

Tasks for attestation bodies within the context of the new concrete standards

Part 4/4: Factory production control of concrete and aggregates for concrete and mortar

Proper performance of in-plant factory production control by manufacturers has a decisive influence on the quality of products. Factory production control by the manufacturer – until now known in Germany as “self-monitoring” – accordingly plays a key role both in the new European concrete standard, DIN EN 206-1 [1] / DIN 1045-2 [2], and in the new standard for aggregates for concrete and mortar, DIN 4226-1 [3].

This article describes, as one example for concrete production, the characteristic elements of this system of factory production control, as well as the changes that result with regard to in-plant production control as practiced until now. The article furthermore elaborates on the special characteristics of factory production control for aggregates.

“All concrete shall be subject to production control under the responsibility of the user” specifies Chapter 9 “Production of concrete” of DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Factory production control (FPC) means first of all “self-monitoring,” a scheme well known from concrete production on B II construction sites (where site- and ready-mixed concrete of strength classes B 35 and over are processed), in precast plants and in ready-mixed concrete plants from Section 8 of the “old” DIN 1045 [4] and the three parts of DIN 1084 [5]. Compared to the rather brief description in the old DIN 1045 and DIN 1084 on self-monitoring, factory production control in the new standard is discussed in much greater detail. FPC, in principle, covers all measures required to ensure that the concrete and/or the concrete product possesses the properties specified. The areas relevant in this connection are listed in Table 1.

The system of factory production control

In analogy with the systems of quality management in accordance with DIN EN ISO 9001 [6], every manufacturer of concrete, to comply with DIN EN 206-1/DIN 1045-2, is required to install a system of production control which documents all of the specified controls and procedures in all areas of significance to the quality of the product manufactured.

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle

In Anlehnung an Systeme des Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001 [6] hat zukünftig jeder Hersteller von Beton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 ein System der Produktionskontrolle zu installieren, das die vorgesehenen Regelungen und Abläufe in allen Bereichen, die für die Qualität des hergestellten Produktes von Bedeutung sind, dokumentiert.

Hinweis: Bei der Produktion von Betonfertigteilen sind ergänzende Regelungen für die Herstellung und die Konformität zu beachten. Die WPK ist dabei für die Herstellung des Betons sinngemäß nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 durchzuführen. Für das Bewehren, die Fertigung und die Kontrolle der Fertigteile gelten darüber hinaus die Regelungen nach DIN 1045-3 [7] und DIN 1045-4 [8].

An erster Stelle sind hier die Verantwortungsbereiche, die Weisungsbefugnis und die Zuständigkeit für das gesamte Personal, das Einfluss auf die Qualität des Betons hat, zu nennen. Weiterhin sind für alle Tätigkeiten und Produktionsschritte, die für das Erreichen und die Sicherstellung der Produktqualität relevant sind, angemessene Verfahrens- und Arbeitsanweisungen aufzustellen. Alle erforderlichen Prüfungen und Kontrollen an den verwendeten Ausgangsstoffen, der Geräteausstattung im Werk und dem hergestellten Beton bzw. dem Betonprodukt sind unter Berücksichtigung der vorgesehenen Häufigkeit in Prüfplänen zusammenzustellen. Darüber hinaus müssen auch solche Maßnahmen, die im Falle einer festgestellten „Nichtkonformität“ des Betons oder des Betonproduktes mit den festgelegten Eigenschaften zu ergreifen sind, in das System der WPK integriert werden. Gerade diesem Punkt kommt eine besondere Bedeutung zu, da es letztlich von diesen Maßnahmen abhängt, ob und wie schnell verhindert werden kann, dass ein Produkt im Falle der Nichtkonformität ausgeliefert wird. Des Weiteren umfasst dieser Punkt auch die Maßnahmen, die notwendig sind, um eventuelle Mängel an den Ausgangsstoffen sowie Fehler im Produktionsablauf frühzeitig zu erkennen und negative Auswirkungen auf die Produktqualität auszuschließen. Die Dokumentation des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle hat in Form eines sogenannten „Handbuch der werkseigenen Produktionskontrolle“ oder kurz „WPK-Handbuch“ zu erfolgen. Dieses sollte im Wesentlichen die zuvor genannten Punkte beinhalten, wobei Aufbau und Ausgestaltung des WPK-Handbuchs aber von dem spezifischen System der Produktionskontrolle abhängig sind und somit im Detail dem jeweiligen Hersteller überlassen bleiben.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass das System der werkseigenen Produktionskontrolle und das zugehörige WPK-Handbuch keine statischen Gebilde darstellen, die in einem Unternehmen einmal eingeführt werden und dann in ihrer ursprünglichen Form bestehen bleiben. Die WPK ist vielmehr als ein flexibles System anzusehen, das unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus den täglichen Abläufen ständig weiterentwickelt werden kann und muss. Aus diesem Grund ist auch das WPK-Handbuch als eine Art offenes Dokument zu erstellen, das im Laufe der Zeit immer weiter ergänzt und ausgestaltet werden kann.

WPK ist Chefsache

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss mindestens alle zwei Jahre durch die Geschäftsführung des Herstellers dahingehend überprüft werden, ob es weiterhin wirksam und geeignet ist, die Qualität des hergestellten Produkts zu gewährleisten. Durch diese Regelung wird die Verantwortung für die WPK eindeutig der Unternehmensleitung zugeschrieben. Natürlich bedeutet dies nicht, dass technische Werkleiter oder Produktionsleiter von ihrer Verantwortung für die Qualität des Produktes befreit werden. Die letzte Verantwortung für die

Note: For the production of structural precast products, supplementary regulations on production and conformity must be observed. FPC for concrete production should therefore take place in analogy with DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Reinforcement, production and structural precast products control are moreover subject to the provisions of DIN 1045-3 [7] and DIN 1045-4 [8].

First mentioned should here be the areas of responsibility, authority and interrelation of all personnel who manage, perform and verify work affecting the quality of the concrete. Further to that, appropriate procedure and work instructions are to be established for all activities and production steps relevant for achieving and assuring product quality. All tests and inspections of the constituent materials, the equipment in the production facility and the concrete and/or concrete product manufactured should be compiled in test plans, taking into consideration the specified frequency. In addition to that, the measures to be taken in case of non-conformity of the concrete or the concrete product with the specified properties must be integrated in the system of FPC. This point is of particular significance as it will lastly depend on these measures whether and how quickly a nonconforming product is prevented from leaving the plant. This point also contains the measures to be taken to detect in good time possible faults in the constituent materials or in the production flows and to eliminate negative effects on the product quality. The documentation of the system of factory production control should take place in the form of a factory production control manual or FPC manual for short. This manual should essentially contain the elements listed above. The structure and design of the FPC manual however depends on the specific system of production control followed so that the details are left to the individual producer.

In this place, attention should be drawn to the fact that the system of factory production control and the relevant FPC manual is not a static structure which, once implemented, is continued in its original form. FPC should much rather be looked upon as a flexible system which can and should be continuously evolved further, taking into consideration the day-to-day flows of operations. This is also the reason why the FPC manual should be organized like an open document which, in the course of time, can be further supplemented and extended as required.

FPC requires top management commitment

The standard requires the producer's management to check its system of factory production control at least every two years for continued effectiveness and suitability to ensure the quality of the product manufactured. This regulation, clearly assigns the responsibility for FPC to management. This, of course, does not mean that the technical manager of the plant, or the production manager, are released from their responsibility for the quality of the product. The final responsibility for the implementation and regular checking of the system of production control is however expressly the responsibility of the management. The effectiveness of the system or the production control scheme could be checked in the form of internal and/or external audits. The objectives of such audits would be to discover and eliminate gaps any faults in the system itself, or changing requirements. The data gathered in carrying out such checks and their results, including the measures that evolve from them, must be documented and the records pertaining to them retained by the company for at least three years.

How do you create a FPC manual?

First of all, attention should be drawn to the fact that the system of factory production control is not a new invention. On



Einführung und die regelmäßige Überprüfung des Systems der Produktionskontrolle liegt nun aber ausdrücklich bei der Geschäftsleitung. Die Überprüfungen der Wirksamkeit des Systems der Produktionskontrolle können etwa in Form von internen und/oder externen Audits vorgenommen werden. Sie haben das Ziel, Lücken oder Fehler, die im System angelegt sind oder die sich aus veränderten Anforderungen ergeben, aufzudecken und zu beseitigen. Die Durchführung solcher Überprüfungen und deren Ergebnisse, einschließlich der sich daraus ergebenden Maßnahmen, sind zu dokumentieren und die zugehörigen Unterlagen sind im Unternehmen mindestens drei Jahre aufzubewahren.

Wie erstellt man ein WPK-Handbuch?

Zunächst sei darauf hingewiesen, dass es sich bei der werkseigenen Produktionskontrolle um keine neue Erfindung handelt. Im Gegenteil: Hersteller, die auch bisher großen Wert auf eine gleichmäßig hohe Qualität ihres Produktes gelegt haben, werden die zuvor genannten Elemente der WPK in vergleichbarer Form bereits in ihren Betrieben umsetzen. Und auch im Zusammenhang mit den heute immer weiter verbreiteten Systemen des Qualitätsmanagement sind ähnliche Strukturen, die der Lenkung der Produktqualität dienen, bekannt. Dennoch bringt die Forderung nach der „Einführung“ eines Systems der werkseigenen Produktionskontrolle und insbesondere dem Erstellen des zugehörigen WPK-Handbuchs für viele Unternehmen Neuerungen. Dabei wird gerade auf dem Gebiet der Dokumentation für viele Betriebe ein erheblicher zusätzlicher Aufwand einhergehen. Für die konkrete Umsetzung der Anforderungen an ein System der Produktionskontrolle ist es daher empfehlenswert, sich zunächst auf die wesentlichen Bereiche zu konzentrieren. Davon ausgehend sollte das WPK-Handbuch weiter ausgearbeitet werden.

Für die Erstellung des WPK-Handbuchs bietet sich zunächst eine grobe Gliederung nach Kapiteln an. Diese kann sich etwa an den wesentlichen Punkten des Abschnitts 9 der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 orientieren.

Hinweis: Vorlagen für WPK-Handbücher sind in unterschiedlicher Form von vielen Verbänden und Überwachungsstellen erhältlich. In Hinblick auf die Verwendung solcher Musterhandbücher ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese lediglich einen groben Rahmen vorgeben können. Das WPK-Handbuch dient dem Zweck, das System, nach dem die Abläufe des jeweiligen Betriebs gelenkt werden sollen, zu beschreiben. Aus diesem Grund muss das WPK-Handbuch auf die individuelle Organisationsstruktur und Arbeitsweise eines jeden Unternehmens ausgerichtet sein.

Innerhalb der einzelnen Kapitel sollten dann die wesentlichen Abläufe und Regelungen durch kurze Erläuterungen, Tabellen oder Organigramme anschaulich dargestellt werden. So können beispielweise im Bereich des Personals Stellenbeschreibungen mit den zugehörigen Aufgabenbereichen durch kurze textliche Erläuterungen erfolgen. Die Verantwortlichkeiten und

the contrary: Producers who have so far put great stock in a uniformly high quality of their products will implement in their facilities the measures required for FPC in much the same form. The various systems of quality management, which today are increasingly widely, know similar structures aimed at controlling product quality. But the requirement of “implementing” a system of factory production control, and in particular the creation of a FPC manual, which is a part of it, will require considerable changes in many companies. Here, considerable additional expense will be incurred in particular for the area of documentation. For the concrete implementation of the measures required of a system of production control it is therefore advisable to concentrate in the beginning on the most important areas. The FPC manual should be worked out based on these.

As the first step in creating the FPC manual, a rough breakdown into chapters offers itself. This breakdown could be oriented on the most important criteria of Chapter 9 of DIN EN 206-1/DIN 1045-2.

Note: A variety of models for the creation of a FPC manual are available from many trade associations and attestation bodies. Users of such model manuals should however consider that these can provide only a rough framework. The purpose of every FPC manual is to describe the sequences of operations in a particular production facility. The FPC manual should therefore be oriented on the individual company's organizational structure and operating procedures.

In the individual chapters of the manual, the essential sequences of operations and regulations should be presented in an illustrative manner, supplemented by brief explanations, tables or organization charts. In the area of personnel, job descriptions together with the relevant scopes of activities, could for example be followed by brief textual explanations. The areas of responsibility and authority to issue directives to the personnel should be presented in clear and logical organizational charts (cf. Fig. 1); training plans can be easily worked out in tabular form.

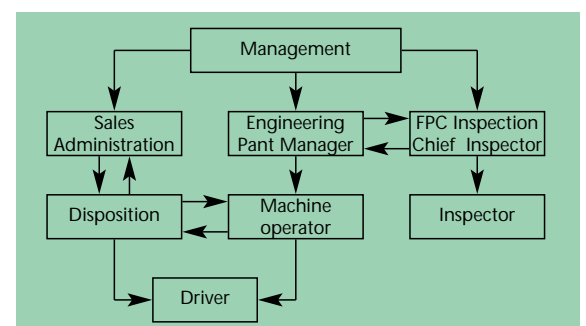
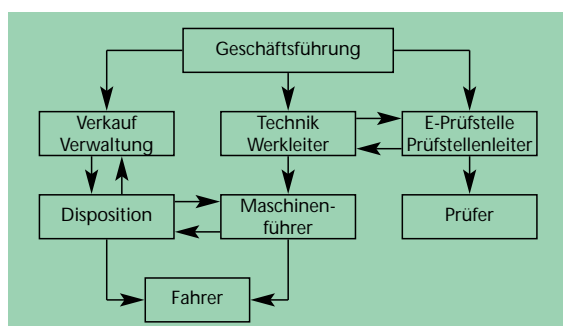
In this way, the chapters can be further broken down, step by step, into the respective relevant subject areas. An example for such a breakdown in a FPC manual is given in Table 2.

What are the special characteristics that evolve for production control of aggregates?

In accordance with Section 7 of DIN 4226-1: 2001-07, the manufacturers of normal-weight and heavy aggregates are likewise required to ensure that their products comply with the provisions of the standard. A “system of factory production control” is to guarantee this.

Note: The requirements made on the system of factory production control are laid down in Appendix H of DIN 4226-1:2001-07.

Bild 1. Darstellung der Weisungsbefugnis Fig. 1. Scheme of authority to instruct



Weisungsbefugnisse des Personals sind übersichtlich in Organigrammen darzustellen (siehe Bild 1) und Schulungspläne lassen sich auf einfache Art in Tabellenform ausarbeiten.

Auf diese Weise können die Kapitel nach den jeweils relevanten Themenbereichen Schritt für Schritt weiter unterteilt werden. Einen entsprechenden Gliederungsvorschlag für ein WPK-Handbuch zeigt die Tabelle 2.

Welche Besonderheiten ergeben sich in Bezug auf die werkseigene Produktionskontrolle von Gesteinskörnungen?

Auch die Hersteller von normalen und schweren Gesteinskörnungen sind gemäß Abschnitt 7 der DIN 4226-1:2001-07 dazu verpflichtet sicherzustellen, dass ihre Produkte den Anforderungen der Norm entsprechen. Ein „System der werkseigenen Produktionskontrolle“ soll dies garantieren.

Hinweis: Die Anforderungen an das System der werkseigenen Produktionskontrolle sind im Anhang H der DIN 4226-1:2001-07 festgelegt.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dem System der werkseigenen Produktionskontrolle um eine vereinfachte Art eines Qualitätsmanagement-Systems im Sinne der DIN EN ISO 9001. Wichtige Grundzüge sind daher bei allen WPK-Systemen – unabhängig vom hergestellten Produkt – gleich. So bestehen Anforderungen bezüglich der Organisation (Festlegung von Verantwortlichkeiten, Lenkung von Dokumenten etc.), der Produktionslenkung (Arbeitsanweisungen, Funktionskontrollen der Geräte etc.), sowie bezüglich der eigentlichen Produktprüfung (Aufstellen von Prüfplänen, Festlegung von Konformitätskriterien, Maßnahme bei Nichtkonformität etc.), wie sie in Tabelle 2 bereits für den Bereich „Beton“ beschrieben sind, auch für die WPK von Gesteinskörnungen. Die Dokumentation des WPK-Systems hat auch bei den Gesteinskörnungen in Form eines WPK-Handbuchs zu erfolgen. Unterschiede im Vergleich zu den in Tabelle 2 genannten Punkten ergeben sich vor allem für den Bereich der Produktprüfung, wenn also eine entsprechende Anpassung dieser zunächst sehr allgemein beschriebenen Anforderungen an die produkt- und werkspezifischen Gegebenheiten erfolgt. Bereiche, die bei der werkseigenen Produktionskontrolle von Gesteinskörnungen zu berücksichtigen sind und die unmittelbar die Produktqualität betreffen, sind in Analogie zur WPK für Beton (Tabelle 1) in Tabelle 3 dargestellt. Das System der werkseigenen Produktionskontrolle nach neuer DIN 4226-1 geht viel weiter als die „Eigenüberwachung“ nach alter Norm (DIN 4226, Teil 4 [9]). Schwerpunkt der „Eigenüberwachung“ nach alter Norm waren die Produktprüfungen, die im Anhang H der DIN 4226-1 in den Tabellen H.1–H.3 (Mindestprüfhäufigkeiten allgemeiner bzw. weiterer Eigenschaften) beschrieben sind. Das System der werkseigenen Produktionskontrolle gemäß DIN 4226-1 umfasst jedoch auch Bereiche der betrieblichen Organisation und erfordert einen höheren Dokumentationsaufwand.

Welchen Nutzen bringt die WPK?

Ein System, das in erster Linie auf dem Papier besteht, kann die qualitätsrelevanten Abläufe in einem Unternehmen nicht lenken. Eine bloßes Aufstellen von Verfahrens- und Arbeitsanweisungen sowie das stupide Dokumentieren von Prüfergebnissen hat in der Vergangenheit keine sinnvolle Form der Eigenüberwachung dargestellt und bildet auch zukünftig keine Grundlage für eine nutzbringende WPK. Unternehmen, die die Einführung des Systems der Produktionskontrolle jedoch dazu nutzen, ihre eigenen Organisationsstrukturen und Betriebsab-

Tabelle 2. Gliederungsmöglichkeit für ein WPK-Handbuch
Table 2. A possibility for a breakdown for a FPC manual

Kapitel Clause	Relevante Themenbereiche Relevant topical areas
0 Grundlagen des Systems der WPK <i>Fundamentals of the system of FPC</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gegenstand und Ziele der WPK <i>Object and aims of FPC</i> • Überprüfung des Systems <i>Verification of the system</i>
1 Personal <i>Personnel</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabenbereiche und Zuständigkeit <i>Task areas and competence</i> • Weisungsbefugnisse und Verantwortlichkeit <i>Authority and responsibility</i> • Qualifikation und Fortbildung <i>Qualification and training</i>
2 Unterlagen und Aufzeichnungen <i>Recorded data and other documents</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Lenkung von Formularen und Daten <i>Control of forms and data</i> • Umfang der aufzuzeichnenden Daten <i>Extent of data recording</i> • Aufbewahrung von Unterlagen <i>Record keeping</i>
3 Werksausstattung <i>Plant equipment</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionskontrollen der Geräte <i>Function control of the equipment</i> • Eich- und Kalibrierplan <i>Verification and calibration plan</i>
4 Betonzusammensetzung und Erstprüfung <i>Concrete composition</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Verzeichnis der Ausgangsstoffe <i>Schedule of constituent materials</i> • Verzeichnis vorhandener Erstprüfungen <i>Schedule of existing initial tests</i> • Bedingungen für Verwendung von Erfahrungswerten <i>Conditions for using empirical values</i>
5 Ausgangsstoffe <i>Constituent materials</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Lieferantenverzeichnis <i>Schedule of suppliers</i> • Kontrolle der Lieferung <i>Inspection of delivery</i> • Lagerung der Ausgangsstoffe <i>Storage of constituent materials</i>
6 Herstellung und Transport <i>Production and transport</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsanweisungen <i>Work instruction</i> • Dosierung der Ausgangsstoffe <i>Dosing of constituent materials</i> • Mischen des Betons/Herstellung der Erzeugnisse <i>Concrete mixing/manufacture of products</i> • Transport <i>Transport</i>
7 Prüfverfahren und Prüfungen <i>Testing equipment and testing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfvorschriften (z. B. Normen) und -anweisungen <i>Test specifications (e.g. standards) and instructions</i> • Prüfpläne <i>Test plans</i> • Konformitätskontrolle <i>Conformity control</i> • Maßnahmen bei Nichtkonformität <i>Measures in case of non-conformity</i>

The system of factory production control, as already explained, is a simplified form of a quality management system as defined in DIN EN ISO 9001. Essential key elements are therefore identical in all FPC systems – independent of the product manufactured. Thus, the standard makes requirements with regard to the organization (establishing responsibilities, control of documentation etc.) on production control (work instructions, functional tests of equipment etc.) as well as on actual product testing (creation of test plans, establishing conformity criteria, measures to be taken in case of non-conformity etc.) as already described in Table 2 for the area of “concrete,” also for FPC of aggregates. Documentation of the FPC system should take place in the form of a FPC manual, also for aggregates. Differences compared to the issues listed in Table 2 refer primarily to the area of product testing, i.e. when an appropriate



Tabelle 3. Für die Produkteigenschaften von Gesteinskörnungen relevante Bereiche
Table 3. Areas relevant for the performance characteristics of aggregate sizes

- a) Rohmaterialien
Raw materials
Beschreibung der Lagerstätte, Abbaupläne
Description of deposit, mine layout
- b) Produktion
Production
Arbeits- und Verfahrensanweisungen
Work and process instructions
- c) Überwachung und Prüfungen
Inspection and tests
Prüfpläne, Festlegung von Eingriffsgrenzen, Konformitätskontrolle, Maßnahmen bei Nichtkonformität
Test plans, establishment of control limits, conformity control, measures in case of non-conformity
- d) Handhabung und Lagerung
Handling and storage
Arbeits- und Verfahrensanweisungen, Maßnahmen gegen Verunreinigung und Entmischen, Vorkehrungen für die Sauberkeit der Verladeeinrichtungen und Lagerbereiche
Work and process instructions, measures against pollution and segregation
- e) Transport und Verpackung
Transport and packaging

läufe systematisch auf den Prüfstand zu stellen, werden nicht nur ein wirksames System zur Gewährleistung der Produktqualität aufbauen, sondern unter Umständen auch eine Verringerung der Betriebsblindheit und eine Erhöhung der Produktivität erreichen können.

Petra Arens und Volker Herrnkind, Neuwied

adjustment of these requirements, which are initially described in very general terms, to the product- and plant-specific conditions takes place. Areas which should be considered for factory production control of aggregates, and which directly affect the product quality, are presented in analogy to FPC for concrete (Table 1) in Table 3.

The system of factory production control in accordance with the new DIN 4226-1 goes much further than the "self-monitoring" provided for under the old standard (DIN 4226, Part 4 [9]). "Self-monitoring" in accordance with the old standard focused on product testing, which is described in Appendix H of DIN 4226-1 in Tables H.1–H.3 (minimum test frequencies of general and/or further properties).

The system of factory production control to DIN 4226-1 comprises however also areas of in-plant organization and requires more complex documentation.

What are the benefits of FPC?

A system which consists primarily on paper cannot control the sequences of operations relevant to quality production in a company. The mere setting up of procedure and work instructions and meaningless documentation of test results has never been a constructive form of self-monitoring and is no future basis for a useful FPC. Companies that see the implementation of a system of production control as an opportunity to systematically put on the test stand their own organizational structures and in-plant flows of operations will not only build up an effective system for assuring product quality, but may at the same time also succeed in reducing their staffs' entrenched inability to see the forest for the trees and bring about an increase in productivity.

LITERATUR

- [1] DIN EN 206-1: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [2] DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zur DIN EN 206-1, Beuth Verlag, Berlin 2001
- [3] DIN 4226-1: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel – Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen, Beuth-Verlag, Berlin 2001
- [4] DIN 1045: Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin 1988

- [5] DIN 1084: Überwachung (Güteüberwachung) im Beton und Stahlbetonbau, Teile 1–3, Beuth Verlag, Berlin 1978
- [6] DIN EN ISO 9001: Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen, Beuth Verlag, Berlin 2000
- [7] DIN 1045-3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 3: Bauausführung, Beuth Verlag, Berlin 2001
- [8] DIN 1045-4: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen, Beuth Verlag, Berlin 2001
- [9] DIN 4226-4: Zuschlag für Beton, Teil 4: Überwachung (Güteüberwachung), Beuth Verlag, Berlin 1983

Die MPVA Neuwied entwickelte sich aus der 1919 gegründeten Versuchsanstalt der Gesellschaft für Tuff- und Tontechnik. Die MPVA-Vorgängergesellschaft schuf mit ihren umfangreichen Aktivitäten der Rohstoffuntersuchung und Anwendungsforschung die Basis für die Entwicklung der Bims-Baustoffindustrie im Neuwieder Becken. Konsequenterweise erweiterte die Versuchsanstalt diese Aktivitäten auf alle Bereiche mineralisch gebundener Baustoffe. Über 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Baustoffprüfer, Mineralogen, Bau- und Werkstoffingenieure stehen den MPVA-Kunden heute beratend zur Seite. Dabei umfaßt das Leistungsspektrum

- ▶ Schadensgutachten
- ▶ Materialprüfungen und Materialentwicklungen
- ▶ Fremdüberwachungen
- ▶ Forschung
- ▶ Seminarveranstaltungen

Als bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle unterstützt die MPVA die staatliche Bauaufsicht. Unter anderem sind die MPVA-Mitarbeiter als Fremdüberwacher in Herstellerwerken und auf Baustellen tätig.

The MPVA Neuwied evolved from the materials testing institute of the Society for Volcanic Tuff and Clay Engineering. The MPVA's predecessor, with its far-reaching activities in the fields of raw materials investigation and application research, created the basis for the development of the pumice building materials industry in the Neuwied Basin. The testing institute consistently extended its activities to all areas of mineral-bonded construction materials. Today, a staff of over 20 men and women, including construction materials testers, mineralogists, construction and materials engineers, are available for consultation to MPVA customers. The performance spectrum comprises

- ▶ Expert reports on damages
- ▶ Materials testing and materials development
- ▶ External control
- ▶ Research
- ▶ Seminar events

The MPVA, as a testing, control and certification body recognized by the building authority, supports the state construction supervisory board. The MPVA staff work as external controllers in production facilities and on construction sites.



Dr. Karl-Uwe Voß (1966), 1985–1992 Chemiestudium und Promotion an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster; 1992–1997 Sachbearbeiter und stellvertretender Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR, Beckum; 1998–2000 technischer Geschäftsführer der Duisburger Bundesüberwachungsverbände und des Baustoffüberwachungsvereins Nordrhein-Westfalen; 2000–2002 Prüfstellenleiter

beim ZEMLABOR; seit 2002 Geschäftsführer und Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied.



Dipl.-Ing. Volker Herrnkind, Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Darmstadt, seit 2001 Mitarbeiter bei der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied mit den Schwerpunkten Fremdüberwachung, Bauwerksuntersuchung und Beurteilung von Bauschäden.



Dr. Petra Arens, Studium der Chemie und Promotion an der Universität Siegen, Fachrichtung Bau- und Werkstoffchemie, seit 2001 Mitarbeiterin der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied, verantwortlich für die Sachgebiete Gesteinskörnungen und Mörtel.