

# Übereinstimmungsnachweis (Güteüberwachung) für Zement

Erläuterungen zum Entwurf von DIN 1164-2

## Attestation of conformity (quality inspection) of cement

Commentary on the draft of DIN 1164-2

Gerd Thielen, Franz Sybertz; Düsseldorf

### Übersicht

*Als Ausgabe Juni 1995 ist der Entwurf von DIN 1164-2 „Zement – Teil 2: Übereinstimmungsnachweis (Güteüberwachung)“ veröffentlicht worden. Ähnlich wie bei der vor kurzem vorgenommenen Überarbeitung von DIN 1164-1 wurden in diesem Entwurf die Festlegungen der europäischen Vornorm ENV 197-2 möglichst weitgehend übernommen. Zusätzlich wurden die Vorgaben der neuen Landesbauordnungen berücksichtigt. Die neue DIN 1164-2 soll 1996 als sogenannter „Weißdruck“ erscheinen und dann die bisher gültigen Festlegungen für die Güteüberwachung in DIN 1164 Teil 2 und den zugehörigen „Ergänzenden Richtlinien für die Überwachung (Güteüberwachung) von Zement nach DIN 1164“ ersetzen. Nachfolgend wird dargestellt, welche Änderungen die neue Norm für die bauaufsichtlich geforderte Güteüberwachung von Zement mit sich bringen wird.*

### 1 Einleitung

Die Güteüberwachung genormter Baustoffe bildet in Deutschland seit jeher eine wesentliche Voraussetzung für die zuverlässige Herstellung von Bauteilen und Bauwerken. Schon während der Anfänge der Betonbauweise unterlag der Zement einer systematischen, vom Zementhersteller durchzuführenden Güteüberwachung. Bereits 1877 wurden „Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“ erstellt, denen die Preußische Verwaltung kurze Zeit später amtlichen Charakter verlieh [1]. Darin waren zunächst nur die Anforderungen an den Zement sowie die zugehörigen Prüfverfahren beschrieben. Diese erste Zementnorm enthielt keine Festlegungen zur Güteüberwachung. Der Hersteller mußte jedoch in eigener Verantwortung erklären, daß der von ihm hergestellte Zement die Anforderungen der Norm erfüllt. Das war bereits ein Konformitätsnachweis, der in den neuen Landesbauordnungen als Herstellererklärung wieder vorgesehen ist. In welchem Umfang der Hersteller Prüfungen seines Zements durchzuführen hatte, um diese Erklärung begründet abgeben zu können, war seiner Sorgfaltspflicht überlassen.

Mit zunehmender Bedeutung der Betonbauweise wuchs das Bedürfnis, den durch den Zementhersteller in eigenem Ermessen durchgeführten Prüf- und Überwachungsaufwand durch Prüfungen einer externen, unabhängigen Stelle zu ergänzen. Dazu gründeten die deutschen Zementhersteller eine Güteüberwachungsgemeinschaft. Ein Ziel dieser Güteüberwachungsgemeinschaft bestand darin, die Erfüllung der in der Norm festgelegten Anforderungen an den Zement aus Wettbewerbsgründen von allen Mitgliedern nachweislich zu erzwingen. Anfänglich kontrollierten sich die Mitglieder der Güteüberwachungsgemeinschaft gegenseitig. Wegen des harten Wettbewerbs untereinander führte dies zu unvermeidlichen Konflikten. 1899 wurde deshalb ein Zentrallabor der Zementindustrie in Berlin gegründet und mit der Durchführung der externen, unabhängigen Güteüberwachung beauftragt.

Erst nach Einführung dieser freiwilligen, auf Initiative der Zementhersteller zurückgehenden Überwachung forderte der Staat die Güteüberwachung von Zement. Sie wurde zuerst nur für alle staatlichen Baumaßnahmen vorgeschrieben, später wurde aus bauaufsichtlicher Verantwortung gefordert, daß für alle tragenden Bauteile nur güteüberwachte Baustoffe eingesetzt werden dürfen.

### Abstract

*The draft of DIN 1164-2 “Cement – Part 2: Attestation of conformity (quality inspection)” has been published in June 1995. Like the recent revision of DIN 1164-1, the provisions of the European Pre-standard ENV 197-2 have as far as possible been adopted in this draft. The stipulations of the new Landesbauordnungen (State Building Regulations) have also been taken into account. The new DIN 1164-2 is to appear in 1996 as a so-called “white print” and then replace the provisions for quality inspection in DIN 1164 Part 2 and the associated “Supplementary guidelines for the inspection (quality inspection) of DIN 1164 cement” which were previously in force. A description is given below of the changes which the new standard will entail for the quality inspection of cement required by the building regulations.*

### 1 Introduction

The quality inspection of standardized construction materials has, for a long time, been an essential precondition in Germany for reliable manufacture of building components and structures. Even during the early period of concrete construction the cement was subjected to systematic quality inspection carried out by the cement manufacturer. “Standards for uniform supply and testing of Portland cement” were drawn up as early as 1877, and shortly afterwards were made official by the Prussian authorities [1]. At first these only described the cement specifications and the associated test methods. This first cement standard did not contain any provisions for quality inspection. However, the cement manufacturer was himself responsible for declaring that the cement which he manufactured fulfilled the requirements of the standard. This was an attestation of conformity which is still included in the new Landesbauordnungen (State Building Regulations) in the form of the manufacturer's declaration. The extent to which the manufacturer had to carry out tests on his cement in order to be able to substantiate this declaration was left to his own diligence.

With the increasing importance of concrete construction the need grew to supplement the testing and inspection carried out by the cement manufacturer at his own discretion by testing by an independent, external body. The German cement manufacturers therefore founded a quality inspection association. For reasons of competition one aim of this quality inspection association was to ensure demonstrably that all members fulfilled all the cement specifications laid down in the standard. In the beginning the members of the quality inspection association carried out checks on one another. Because of the stiff mutual competition this led to unavoidable conflicts. A central laboratory for the cement industry was therefore founded in Berlin in 1899 and given the task of carrying out the independent external quality inspection.

It was only after the introduction of this voluntary surveillance originating from the initiative of the cement manufacturers that the government demanded quality inspection of cement. At first this was only stipulated for all governmental building work, but later the building inspectorate required that all load-bearing components should only use construction materials which had been inspected for quality.

Über lange Zeit beschränkten sich die geforderten Maßnahmen zur Güteüberwachung auf Fremdüberwachungsprüfungen des versandbereiten Zements durch eine unabhängige Prüfstelle. Ausgehend von statistischen Überlegungen, wie oft und wie häufig ein kontinuierlich hergestelltes, homogenes Massengut durch Stichproben überprüft werden muß, wurden erstmals 1970 im Teil 2 der vollständig überarbeiteten Zementnorm DIN 1164 [2] Regelungen für die vom Zementhersteller durchzuführenden Prüfungen am versandbereiten Zement getroffen. Alle Prüfungen, die zusätzlich während des Herstellprozesses an den Rohstoffen und den Vor- und Zwischenprodukten zur Qualitätslenkung notwendig sind, blieben weiterhin in Art und Umfang dem Ermessen des Herstellers überlassen. Im Jahr 1981 wurden zusätzlich zu DIN 1164 Teil 2 die sogenannten „Ergänzenden Richtlinien für die Güteüberwachung von Zement“ [3] herausgegeben. Darin erfuhren die Grundsätze für die Durchführung der Eigen- und Fremdüberwachungsprüfungen, die Bewertung der Prüfergebnisse und die bei Abweichung von den Normanforderungen zu ergreifenden Maßnahmen eine weitere Präzisierung. Erstmals wurden darin, wenn auch in sehr allgemeiner Form, Anforderungen an die technischen Einrichtungen für die Herstellung und Abgabe von Zement, an das Werkslabor und an das zugehörige Personal festgelegt.

## 2 Neufassung von DIN 1164-2

### 2.1 Europäische und deutsche Normung von Zement

Ähnlich wie bei anderen Baustoffen wird die nationale Normung von Zement zunehmend durch die allmähliche Anpassung und Annäherung an europäische Regelwerke geprägt. Das Bild 1 zeigt die dabei vom DIN-Normenausschuß „Zement“ verfolgte Vorgehensweise. Zunächst wurden im Jahr 1990 die Teile 1, 2, 3, 5, 6, 7 und 21 der europäischen Prüfnorm EN 196 als DIN-Norm in das deutsche Regelwerk übernommen. In einem nächsten Schritt wurde 1994 die neue DIN 1164-1 [4], in der die Zusammensetzung und die Anforderungen an Zement festgelegt sind, veröffentlicht. Zum Jahreswechsel hat die Zementindustrie – gleichzeitig mit der bauaufsichtlichen Einführung – die Umstellung auf diese neue Norm vollzogen. DIN 1164-1 entspricht in weiten Teilen der europäischen Vornorm ENV 197-1 [5]. Für die Durchführung der Güteüberwachung oder, wie es nunmehr heißt, für den Übereinstimmungsnachweis (siehe Abschnitt 2.2) gelten für alle Zementarten zunächst weiterhin DIN 1164 Teil 2 (Ausgabe 1990) und die „Ergänzenden Richtlinien“ [3] zusammen mit den Festlegungen in der Anlage 1.1 der Bauregelliste A [6].

Deutschland/Germany			Europa/Europe
Norm/Standard	Ausgabe Issue	Inhalt/Content	(Vor-)Norm (Pre-)Standard
DIN EN 196	90 <sup>1)</sup>	Prüfverfahren Test methods	EN 196
DIN 1164-1	94	Zusammensetzung, Anforderungen Composition, requirements	ENV 197-1
DIN 1164-2	96 <sup>2)</sup>	Übereinstimmungskriterien Conformity criteria	ENV 197-2
		Verfahren für den Übereinstimmungsnachweis (Güteüberwachung) Procedures for evaluation of conformity (quality inspection)	

<sup>1)</sup> Die Teile 1, 2, 3 u. 5 wurden inzwischen als Ausgabe Mai 1995 überarbeitet. Parts 1, 2, 3 and 5 have since been revised as May 1995 issues.

<sup>2)</sup> Zur Zeit Entwurf, Ausgabe Juni 1995  
At present in draft form, June 1995 issue

Bild 1 Konzept für die Neufassung der deutschen Normen für Zement  
Fig. 1 Scheme for the revision of the German standards for cement

In the long term the required quality inspection procedures became confined to audit testing of the finished cement by an independent body. Regulations for the tests to be carried out by the cement manufacturer on the finished cement were drawn up for the first time in 1970 in Part 2 of the completely revised DIN 1164 cement standard [2], based on statistical considerations as to how frequently a continuously produced, homogenous, bulk material has to be checked by spot samples. The nature and extent of any testing which was needed on the raw materials and preliminary and intermediate products during the production process for controlling the quality were still left to the discretion of the manufacturer. The “Supplementary guidelines for the quality inspection of DIN 1164 cement” [33] were issued in 1981 in addition to DIN 1164 Part 2. This gave further precision to the fundamental principles for carrying out autocontrol and audit testing, the evaluation of test results and the procedures to be taken on deviation from the requirements of the standard. For the first time requirements were given, even if only in very general form, for the technical equipment for the manufacture and delivery of cement, for the factory laboratory, and for the associated personnel.

## 2 Revised version of DIN 1164-2

### 2.1 European and German standardization of cement

In the same way as with other construction materials the national standardization of cement is becoming increasingly characterized by gradual adaptation and approximation to European regulations. Fig. 1 shows the procedure followed by the DIN “Cement” standards committee. Firstly, in 1990 Parts 1, 2, 3, 5, 6, 7 and 21 of the European test standard EN 196 were adopted into the German regulations as DIN standards. In a following step the new DIN 1164-1 [4], which lays down the composition and specifications for cement, was published in 1994. The cement industry implemented the changeover to this new standard at the end of the year – at the same time as the introduction into the building regulations. For the most part DIN 1164-1 corresponds to the European prestandard ENV 197-1 [5]. For the time being DIN 1164 Part 2 (1990 edition) and the “Supplementary guidelines” [3] together with the definitions in Appendix 1.1 of Building Regulations List A [6] will continue to apply to the implementation of the quality inspection or, as it is now called, the attestation of conformity (see Section 2.2) for all types of cement.

ENV 197-2 has now been adopted as a further European prestandard which lays down the procedure for evaluating the conformity of cement with the requirements of the standard [7, 8]. These provisions, together with the conformity criteria also adopted in Europe as a draft, form the basis for revising Part 2 of DIN 1164 [9] which is described below. In addition to the provisions in the European prestandard the new DIN 1164-2 also takes account of the guidelines in the new State Building Regulations (LBO).

### 2.2 Attestation of conformity as specified in the new State Building Regulations

The transformation of the European Construction Products Directive [11] into national law implemented in 1992 by the German Construction Products Law (BauPG) [10] made it necessary to adjust the State Building Regulations which control the use of construction products. The Model Building Code drawn up for this purpose by the States’ Working Committee for Construction and Housing (ARGEBAU) combines the requirements to be met by the construction products under the heading “technical regulations”, and requires construction products to have an attestation of conformity with the technical regulations [12]. In a list of building regulations [6] issued by the German Institute of Construction Technology (DIBt) at the request of ARGEBAU the technical regulations which have to be fulfilled and the attestations of conformity which have to be furnished are listed in tabular form for each of the construction products covered by building inspectorate regulations. The provisions in DIN 1164-1 [4] count as technical regulations for cement.

The new State Building Regulations envisage that the attestation of conformity will be a declaration of conformity by the manufacturer (ÜH), if necessary after prior testing by an approved testing laboratory (ÜHP), or a certificate of conformity issued by a certification body (ÜZ). Because of the importance of cement for the stability and performance capabilities of concrete structures the State Building Regulations required an attestation of conformity for cement through

Inzwischen wurde als weitere europäische Vornorm die ENV 197-2 verabschiedet, in der das Verfahren für die Bewertung der Konformität von Zement mit den Anforderungen der Norm festgelegt ist [7, 8]. Diese Festlegungen bilden gemeinsam mit den ebenfalls europäisch als Entwurf verabschiedeten Konformitätskriterien die Basis für die Überarbeitung des Teils 2 der DIN 1164 [9], über die im folgenden berichtet wird. Neben den Festlegungen der europäischen Vornormen berücksichtigt die neue DIN 1164-2 auch die Vorgaben der neuen Landesbauordnungen (LBO).

## 2.2 Übereinstimmungsnachweis nach den neuen Landesbauordnungen

Die durch das deutsche Bauproduktengesetz (BauPG) [10] 1992 erfolgte Umsetzung der Europäischen Bauproduktenrichtlinie [11] in nationales Recht machte eine Anpassung der Landesbauordnungen, in denen die Verwendung von Bauprodukten geregelt ist, erforderlich. Die dazu durch die Arbeitsgemeinschaft für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen der Länder (ARGEBAU) ausgearbeitete Musterbauordnung (MBO) faßt die von den Bauprodukten zu erfüllenden Anforderungen unter dem Begriff „technische Regeln“ zusammen und fordert für Bauprodukte einen Übereinstimmungsnachweis mit den technischen Regeln [12]. In einer vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) im Auftrag der ARGEBAU herausgegebenen Bauregelliste [6] werden für jedes durch bauaufsichtliche Regelungen erfaßte Bauprodukt die zu erfüllenden technischen Regeln und die zu erbringenden Übereinstimmungsnachweise tabellarisch aufgeführt. Für Zement gelten als technische Regeln die Festlegungen in DIN 1164-1 [4].

Als Übereinstimmungsnachweise sehen die neuen Landesbauordnungen eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers (ÜH), ggf. nach vorheriger Prüfung durch eine anerkannte Prüfstelle (ÜHP), oder ein Übereinstimmungszertifikat durch eine Zertifizierungsstelle (ÜZ) vor. Wegen der Bedeutung des Zements für die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Betonbauwerken fordern die Landesbauordnungen einen Übereinstimmungsnachweis für Zement durch ein Übereinstimmungszertifikat (ÜZ). Voraussetzung für die Erteilung eines Übereinstimmungszertifikats durch eine Zertifizierungsstelle ist zum einen eine werkseigene Produktionskontrolle durch den Hersteller und zum anderen eine Fremdüberwachung durch eine Überwachungsstelle (siehe Bild 2). Zertifizierungs- und Überwachungsstellen bedürfen der bauaufsichtlichen Anerkennung.

## 3 Werkseigene Produktionskontrolle

### 3.1 Allgemeines

Werkseigene Produktionskontrolle bedeutet nach Bauproduktenrichtlinie [11] die ständige Eigenüberwachung der Produktion durch

a conformity certificate. A precondition for issuing a conformity certificate by a certification body is not only factory production control by the manufacturer but also third party inspection by an inspection body (see Fig. 2). Certification and inspection bodies must be approved by the building inspectorate.

## 3 Factory production control

### 3.1 General

According to the Construction Products Directive [11] factory production control means the permanent internal control of production exercised by the manufacturer. According to [12] it covers the operational techniques and all the procedures necessary for maintaining and regulating the constitution of the construction product. The extent to which this is necessary depends on the properties of the building product, its composition, and the degree of difficulty of the production (see also [13]). The factory production control consists on the one hand of inspection testing of the finished construction product and on the other hand of quality control during manufacture of the construction product (see Fig. 2). Depending on the product the emphasis in the corresponding standards can lie more on the inspection testing of the end product or on the quality control procedures during production.

Two objectives were followed when defining the requirements for the factory production control by the cement manufacturer. One was to incorporate in the new standard the benefits of experience gathered during many decades of quality inspection of cement. The other was to take into account trends, not only internationally and in Europe, but also in Germany, which aimed at giving stronger consideration in the evaluation of conformity to quality control procedures during cement production. Both objectives were taken into account by the provisions contained relating to the autocontrol testing on the one hand and to the required internal quality control procedures on the other. This led to the form and weighting of these two components of factory production control (Fig. 2) which are discussed below.

### 3.2 Autocontrol testing of samples

#### 3.2.1 General

The testing of the cement properties required in DIN 1164-1 continues to form the main part of the evaluation of conformity for cement. The importance of this inspection testing to be carried out by the manufacturer on finished cement as final testing and hence as confirmation of the effectiveness of all the quality control procedures during manufacture has a tradition of proven effectiveness and is carried on without reservation. The procedures carried out as part of the internal quality control in the quality inspection are therefore considered as additional backing for the results determined on spot samples in the inspection testing (see Section 3.3). No essential

Übereinstimmungsnachweis für Zement Evaluation of conformity of cement			
Werkseigene Produktionskontrolle durch den Hersteller Factory production control by the manufacturer		Fremdüberwachung durch eine Überwachungsstelle Third party inspection by the inspection body	
Interne Überwachungsprüfungen <sup>1)</sup> Autocontrol testing	Interne Qualitätslenkung Internal quality control	Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle Inspection of the factory production control	Fremdüberwachungsprüfungen Audit testing
Prüfungen von Proben des versandbereiten Zements Testing of samples of finished cement	Arbeitstechniken und Tätigkeiten des Herstellers zur Erfüllung der Anforderungen von DIN 1164-1 Manufacturer's operational techniques and activities for fulfilling the requirements of DIN 1164-1	Beurteilung und Auswertung der internen Überwachungsprüfungen und der internen Qualitätslenkung Assessment and evaluation of the autocontrol testing and internal quality control	Prüfungen des versandbereiten Zements durch die Überwachungsstelle Testing of the finished cement by the inspection body

<sup>1)</sup> Früher als „Eigenüberwachungsprüfungen“ bezeichnet

Bild 2 Grundelemente des Verfahrens für den Übereinstimmungsnachweis  
Fig. 2 Basic elements of the procedure for evaluation of conformity of cement

den Hersteller. Sie umfaßt nach [12] die Betriebstechniken und alle erforderlichen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung und Regulierung der Beschaffenheit des Bauprodukts. Der erforderliche Umfang hängt dabei von den Eigenschaften des Bauprodukts, seiner Zusammensetzung und dem Schwierigkeitsgrad der Produktion ab (s. auch [13]). Die werkseigene Produktionskontrolle besteht zum einen aus Überwachungsprüfungen des versandbereiten Bauprodukts und zum anderen aus der Qualitätslenkung während der Herstellung des Bauprodukts (siehe Bild 2), wobei produktspezifisch in den entsprechenden Normen der Schwerpunkt mehr auf den Überwachungsprüfungen am Endprodukt oder auf den produktionsbegleitenden Maßnahmen zur Qualitätslenkung liegen kann.

Bei der Festlegung der Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle durch den Zementhersteller sind zwei Ziele verfolgt worden. Zum einen waren die positiven, während vieler Jahrzehnte bei der Güteüberwachung von Zement gesammelten Erfahrungen in die neue Norm einzubringen. Zum anderen war Entwicklungen Rechnung zu tragen, die nicht nur international und europäisch, sondern auch in Deutschland auf eine stärkere Berücksichtigung der qualitätslenkenden Maßnahmen während der Zementherstellung beim Übereinstimmungsnachweis hinzielten. Beiden Zielen wurde durch die inhaltlichen Festlegungen zu den internen Überwachungsprüfungen einerseits und zu den geforderten Maßnahmen der inter-

changes have been made to the principles to be applied for the implementation of the autocontrol testing and its assessment. As in the past, this involves spot sampling testing of the finished cement with precisely stipulated minimum frequencies and statistical methods for assessing the test results.

### 3.2.2 Scope of the autocontrol testing

The evaluation of conformity is to be carried out using all the results of the autocontrol testing of all samples which are taken within the control period of, as a rule, one year. The systematic incorporation of the internal quality control (see Section 3.3) in the evaluation of conformity justifies a reduction in the frequency of testing and in the cement properties to be tested as part of the autocontrol testing. The cement properties to be tested in accordance with DIN 1164-1 have therefore been reduced when compared with the earlier cement standard (Table 1). Requirements for the fineness and for indirect parameters of the composition, such as CO<sub>2</sub> content, insoluble residue, and loss on ignition, as well as the associated tests, have been partially or entirely omitted [5]. This is offset by the requirement for the manufacturer to test and document the specifications for the cement constituents and the composition as part of the internal quality control. The composition of finished cement must be tested at least once per month. The fineness, which is frequently used by the ce-

Tafel 1 Prüfverfahren und Mindesthäufigkeiten der internen Überwachungsprüfungen von Proben durch den Hersteller  
Table 1 Test methods and minimum frequencies of autocontrol testing of samples by the manufacturer

Eigenschaft Property	Prüfverfahren Test method	Mindestprüfhäufigkeiten Minimum testing frequencies		
		bisher/previous DIN 1164-1 (alt/old) DIN 1164-2 (alt/old)	derzeit/current DIN 1164-1 (neu/new) DIN 1164-2 (alt/old)	zukünftig/future DIN 1164-1 (neu/new) DIN 1164-2 (neu/new)
Glühverlust Loss on ignition	DIN EN 196-2	2x/Woche/week	2x/Woche/week <sup>1)</sup>	2x/Monat/month <sup>1)4)</sup>
CO <sub>2</sub> -Gehalt/content	DIN EN 196-21	2x/Woche/week	–	–
Unlöslicher Rückstand Insoluble residue	DIN EN 196-2 Abschnitt/Clause 9	2x/Woche/week	2x/Woche/week <sup>1)</sup>	2x/Monat/month <sup>1)4)</sup>
Sulfatgehalt Sulfate content	DIN EN 196-2	2x/Woche/week	2x/Woche/week	2x/Woche/week
Chloridgehalt Chloride content	DIN EN 196-21	–	–	2x/Monat/month <sup>4)</sup>
Mahlfeinheit Fineness	DIN EN 196-6	2x/Woche/week	2x/Woche/week	... <sup>3)</sup>
Erstarren Setting time	DIN EN 196-3	1x/Tag/day	1x/Tag/day <sup>2)</sup>	2x/Woche/week <sup>2)</sup>
Raumbeständigkeit Soundness	DIN EN 196-3	1x/Tag/day	1x/Tag/day	1x/Woche/week
Anfangs- und Normfestigkeit Early and standard strengths	DIN EN 196-1	2x/Woche/week	2x/Woche/week	2x/Woche/week
Hauptbestandteile Main constituents	Geeignetes Verfahren suitable method	1x/Monat/month	1x/Monat/month	1x/Monat/month <sup>3)</sup>
Anforderungen für Sondereigenschaften Requirements for special properties	NW/low-heat	DIN 1164-8	1x/Monat/month	1x/Monat/month
	HS/highly sulphate- resistant	... <sup>5)</sup>	1x/Monat/month	1x/Monat/month
	NA/low-alkali	DIN EN 196-21	2x/Woche/week	2x/Woche/week

<sup>1)</sup> Nur bei Portlandzement CEM I und Hochofenzement CEM III  
Only with Portland cement CEM I and blastfurnace cement CEM III

<sup>2)</sup> Wenn der Prüfwert für den Erstarrungsbeginn 6 Stunden nicht überschreitet, kann auf eine Prüfung des Erstarrungsendes verzichtet werden.  
The test for final setting lime can be dispensed with if the test value for initial setting time does not exceed 6 hours.

<sup>3)</sup> Im Rahmen der internen Qualitätslenkung zu ermitteln  
To be determined as part of the internal quality control

<sup>4)</sup> Wenn keines der Prüfergebnisse 50% des charakteristischen Wertes übersteigt, darf die Häufigkeit auf 1x/Monat verringert werden.  
The frequency may be reduced to 1x/month if none of the test results exceeds 50% of the characteristic value.

<sup>5)</sup> Für Portlandzement CEM I-HS: DIN EN 196-2; für Hochofenzement CEM III/B-HS: geeignetes Verfahren  
DIN EN 196-2 for Portland cement CEM I-HS; suitable method for blastfurnace cement CEM III/B-HS

nen Qualitätslenkung andererseits Rechnung getragen. Dies führte zu der im folgenden erläuterten Ausgestaltung und Gewichtung dieser beiden Bestandteile der werkseigenen Produktionskontrolle (Bild 2).

### 3.2 Interne Überwachungsprüfungen von Proben

#### 3.2.1 Allgemeines

Die Prüfung der in DIN 1164-1 geforderten Zementeigenschaften bildet weiterhin den wesentlichen Bestandteil des Übereinstimmungsnachweises für Zement. Die Bedeutung dieser vom Hersteller am versandbereiten Zement durchzuführenden Überwachungsprüfungen als Endprüfung und damit als Bestätigung der Wirksamkeit aller qualitätslenkenden Maßnahmen während der Herstellung hat sich in langer Tradition bewährt und wird uneingeschränkt fortgeschrieben. Die Berücksichtigung der im Rahmen der internen Qualitätslenkung durchgeführten Maßnahmen in der Güteüberwachung erfolgt demzufolge als zusätzliche Absicherung der in den Überwachungsprüfungen an Stichproben festgestellten Ergebnisse (siehe Abschnitt 3.3). Die für die Durchführung der internen Überwachungsprüfungen und deren Bewertung anzuwendenden Grundsätze haben sich im wesentlichen nicht geändert. Nach wie vor handelt es sich um Stichprobenprüfungen des versandbereiten Zements mit genau festgelegten Mindestprüfhäufigkeiten und statistischen Methoden zur Beurteilung der Prüfergebnisse.

#### 3.2.2 Umfang der internen Überwachungsprüfungen

Der Übereinstimmungsnachweis ist anhand der Gesamtheit der Ergebnisse der internen Überwachungsprüfungen aller Proben zu führen, die innerhalb des Überprüfungszeitraums von in der Regel einem Jahr entnommen werden. Die systematische Einbindung der internen Qualitätslenkung (siehe Abschnitt 3.3) in den Übereinstimmungsnachweis rechtfertigt eine Reduktion der im Rahmen der internen Überwachungsprüfungen zu prüfenden Zementeigenschaften und Prüfhäufigkeiten. Die nach DIN 1164-1 zu überprüfenden Zementeigenschaften konnten deshalb gegenüber der früheren Zementnorm verringert werden (Tafel 1). So sind Anforderungen an die Mahlfineinheit und an indirekte Kennwerte der Zusammensetzung, wie CO<sub>2</sub>-Gehalt, Unlöslicher Rückstand und Glühverlust, sowie die zugehörigen Nachweise ganz oder teilweise entfallen [5]. Dies wird durch die Forderung kompensiert, im Rahmen der internen Qualitätslenkung die Anforderungen an die Zementbestandteile und die Zusammensetzung durch den Hersteller zu überprüfen und zu dokumentieren. Mindestens einmal pro Monat ist dabei die Zusammensetzung am versandbereiten Zement zu prüfen. Die vom Zementanwender zur Steuerung der Betonherstellung häufig herangezogene Mahlfineinheit ist auch für den Zementhersteller ein wichtiger Parameter zum gezielten Erreichen der geforderten Zementeigenschaften und wird deshalb kontinuierlich geprüft und in der Dokumentation zur internen Qualitätslenkung festgehalten. Die Prüfung des Chloridgehalts kommt im Rahmen der internen Überwachungsprüfungen neu hinzu. Die zur Beurteilung der Zementqualität besonders wichtigen Prüfungen der Anfangs- und Normfestigkeit, des Erstarrens und des Sulfatgehalts müssen nach wie vor mindestens 2mal pro Woche am versandbereiten Zement durchgeführt werden, so daß eine statistisch gesicherte Datenbasis für die Beurteilung zur Verfügung steht. Die Prüfhäufigkeiten für Zemente mit Sondereigenschaften wurden unverändert aus der bisher gültigen Norm übernommen. In die Entnahme von Stichproben für die internen Überwachungsprüfungen sind alle Versandstellen, also auch die vom Hersteller u. U. betriebenen, außerhalb des Werks liegenden Depots, einzubeziehen.

Die bei den internen Überwachungsprüfungen anzuwendenden Prüfverfahren werden für alle Zementeigenschaften in DIN 1164-2 festgelegt (Tafel 1). Die zur Überprüfung der Zementzusammensetzung heranzuziehenden Prüfverfahren können vom Hersteller unter Zustimmung der Überwachungsstelle gewählt werden. Damit soll ermöglicht werden, daß die unter den jeweiligen Voraussetzungen günstigsten Verfahren zur Anwendung kommen.

#### 3.2.3 Statistische Übereinstimmungskriterien

Die von Zement zu erfüllenden Anforderungen sind in DIN 1164-1 [4] festgelegt. Die Anforderungen an mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften sind statistisch als Quantile einer ange-

ment user for controlling concrete production, is also an important parameter for the cement manufacturer for accurate attainment of the required cement properties, and is therefore tested continuously and recorded in the documentation for internal quality control. Testing the chloride content is a new addition to the autocontrol testing. The tests for the initial and standard strengths, the setting times and the sulfate content which are particularly important for evaluating the cement quality must, as in the past, be carried out at least twice per week on finished cement to provide a statistically secure data base for the evaluation. The test frequencies for cements with special properties were adopted unchanged from the previous standard. When spot samples are taken for the autocontrol testing all dispatch points, i.e. also those depots which may be operated by the manufacturer but which lie outside the factory, must be included.

The test methods to be applied in the autocontrol testing are laid down in DIN 1164-2 for all cement properties (Table 1). The test methods to be used for testing the cement composition can be selected by the manufacturer with the agreement of the inspection body. This is intended to make it possible for the most favourable methods to be used under the particular conditions.

#### 3.2.3 Statistical conformity criteria

The specifications to be fulfilled by cement are laid down in DIN 1164-1 [4]. The specifications for mechanical, physical and chemical properties are defined statistically as quantiles of an assumed distribution and therefore are expressed as characteristic values. The characteristic value corresponds to that value of the specification given in DIN 1164-1 which, with a probability  $P_k$  corresponding to the quantile, is not being attained in a hypothetical unlimited test series (see Table 2). With the exception of the lower limits for the required early and standard strengths, for which proof of the 5% quantile is required, all other requirements are defined as 10% quantiles.

Full testing of the entire cement production is not possible or appropriate for technical reasons. The assessment must therefore be based on a limited number of spot samples taken from the quantity of product manufactured. This means that there remain both a risk to the consumer that partial quantities with properties which do not conform to the standard are pronounced as conforming to the standard (consumer's risk), and a risk for the manufacturer that partial quantities conforming to the standard are classified during the statistical evaluation of conformity as not conforming to the standard (producer's risk). This risk should be kept as low as is technically appropriate and economically feasible by making appropriate allowances. This can take place through the selection of a suitable number of spot samples  $n$  in the control period and an allowable probability of acceptance CR. Fig. 3 shows the operating characteristic curve on

Tafel 2 Statistische Übereinstimmungskriterien

Table 2 Statistical conformity criteria

	Festigkeitsanforderungen Strength requirements		Alle anderen Anforderungen All other requirements
	Untere Grenze Lower limit	Obere Grenze Upper limit	
Charakteristischer Wert Characteristic value	Anforderungen nach DIN 1164-1, Abschnitt 6 Requirements in accordance with DIN 1164-1, Clause 6		
Annehmbarer Gesamtprozentsatz $P_k$ der Prüfergebnisse außerhalb des charakteristischen Werts Acceptable overall percentage $P_k$ of test results outside the characteristic value	5%		10%
Zulässige Annahmewahrscheinlichkeit CR Allowable probability of acceptance CR		5%	

nommenen Verteilung definiert und demzufolge als charakteristische Werte festgelegt worden. Der charakteristische Wert entspricht dem Wert der in DIN 1164-1 festgelegten Anforderungen, der mit einer der Quantile entsprechenden Wahrscheinlichkeit  $P_k$  in einer hypothetisch unbegrenzten Prüferie nicht erreicht wird (siehe Tafel 2). Mit Ausnahme der unteren Grenze der geforderten Anfangs- und Normfestigkeiten, für die der Nachweis der 5 %-Quantile gefordert wird, sind alle anderen Anforderungen als 10 %-Quantile definiert.

Eine vollständige Prüfung der gesamten Zementproduktion ist aus technischen Gründen nicht möglich und sinnvoll. Zur Beurteilung muß deshalb eine begrenzte Anzahl von Stichproben herangezogen werden, die aus der hergestellten Produktionsmenge entnommen werden. Dadurch verbleibt sowohl ein Risiko für den Abnehmer, daß Teilmengen mit nicht normgerechten Eigenschaften als normkonform erklärt werden (Abnehmerrisiko), als auch ein Risiko für den Hersteller, daß normgerechte Teilmengen beim statistischen Übereinstimmungsnachweis als nicht normkonform eingestuft werden (Herstellerrisiko). Dieses Risiko ist durch entsprechende Vorhaltemaße so gering wie technisch sinnvoll und wirtschaftlich verträglich zu halten. Dies kann durch die Wahl eines geeigneten Stichprobenumfangs  $n$  im Überprüfungszeitraum und einer zulässiger Annahmewahrscheinlichkeit  $CR$  erfolgen. Bild 3 zeigt die den statistischen Übereinstimmungskriterien zugrundeliegende Operationscharakteristik (Annahmekennlinie, siehe auch [14]). Dargestellt ist die Annahmewahrscheinlichkeit der Zementproduktion in Abhängigkeit von dem Anteil der Ergebnisse der Grundgesamtheit, die den charakteri-

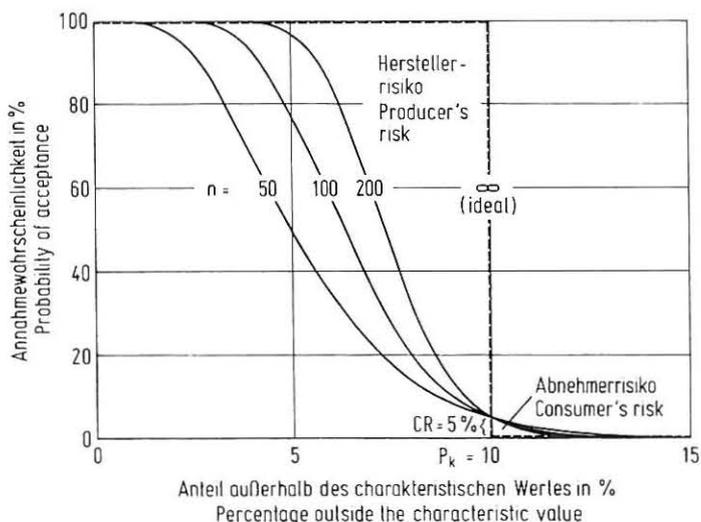


Bild 3 Die Operationscharakteristik für verschiedene Anzahlen  $n$  von Prüfergebnissen (Variablenprüfung,  $P_k = 10\%$ ,  $CR = 5\%$ )

Fig. 3 The operating characteristic curve for different numbers  $n$  of test results (inspection by variables,  $P_k = 10\%$ ,  $CR = 5\%$ )

stischen Wert über- bzw. unterschreiten. Eine Zementproduktion mit einem Anteil an Ergebnissen außerhalb des charakteristischen Werts von bis zu 10 % ist demnach mit der Norm konform und anzunehmen, eine mit einem Anteil von mehr als 10 % nicht konform und abzulehnen, was der dargestellten „idealen“ Operationscharakteristik entspricht. Die dem Probenahmeplan für Zement zugrundeliegende zulässige Annahmewahrscheinlichkeit  $CR$  beträgt wie bisher 5 % und entspricht dem „Abnehmerrisiko“, d.h. der Wahrscheinlichkeit, daß Zement mit einem Anteil von Prüfergebnissen außerhalb des charakteristischen Werts angenommen wird. Das „Herstellerrisiko“ beträgt dementsprechend 95 %. In der Praxis bedeutet dies, daß der Zementhersteller relativ hohe Vorhaltemaße einplanen muß, um die Anforderungen der Norm zielsicher einhalten zu können.

Die statistische Auswertung ist wie bisher entweder durch eine Variablenprüfung oder durch eine Attributprüfung vorzunehmen (siehe Bild 4). Die Variablenprüfung bietet sich an, wenn eine ausreichende Anzahl von Proben vorliegt und die zugrundeliegende Grundgesamtheit annähernd normalverteilt ist. In diesem Fall wird aus dem Mittelwert  $\bar{x}$  und der Standardabweichung  $s$  der ermittelten Prüfergebnisse mit Hilfe eines Annahmefaktors  $k_A$  ein Prüfwert berech-

which the statistical conformity criteria are based (for operating characteristic curves see also [14]). It shows the probability of acceptance of the cement production as a function of the percentage of the results of the parent population which lie outside the characteristic value. A cement production with a percentage of up to 10% of the results outside the characteristic value therefore conforms to the standard and should be accepted, and one with a percentage of more than 10% does not conform and should be rejected, which corresponds to the "ideal" operating characteristic curve. The allowable probability of acceptance  $CR$  on which the sampling plan for cement is based is, as before, 5% and corresponds to the "consumer's risk", i.e. the probability that cement with a percentage of test results outside the characteristic value will be accepted. The "producer's risk" is therefore 95%. In practice this means that the cement manufacturer must include relatively large allowances in his plans to ensure that he complies reliably with the requirements of the standard.

As before, the statistical evaluation can be carried out either by inspection by variables or by inspection by attributes (see Fig. 4). Inspection by variables is to be recommended if a sufficient number of samples is available and the underlying parent population is approximately normally distributed. In this case a test value is calculated from the mean value  $\bar{x}$  and the standard deviation  $s$  of the measured test results with the aid of an acceptability constant  $k_A$ , and this is compared with the upper (U) and lower (L) specification values. The designated acceptability constants characterize the allowances required. For approximately 100 test results, for example, (2 tests per week, control period 1 year) they work out to be 1.93 for the lower limits for the early and standard strengths ( $P_k = 5\%$ ), and 1.53 for the other specifications ( $P_k = 10\%$ ). According to the draft of DIN 1164-2 an inspection by variables should normally be used for strength and setting time tests, and inspection by attributes for all other properties. In the inspection by attributes the number  $c_D$  of test results which lie outside the characteristic value is determined and compared with an acceptable number  $c_A$ . With less than 40 test results, for example, no single value in the inspection by attributes is allowed to lie outside the standard specification ( $c_A = 0$ ).

Auswertungsverfahren/Evaluation procedure	
Variablenprüfung Inspection by variables	Attributprüfung Inspection by attributes
$\bar{x} - k_A \cdot s \geq L$ $\bar{x} + k_A \cdot s \leq U$	$c_D \leq c_A$
Anfangs- und Normfestigkeit Erstarren Early and standard strengths Setting times	Alle anderen Anforderungen All other requirements
Bei nicht normalverteilten Prüfergebnissen ist über die Art der Auswertung fallweise zu entscheiden Where test results do not have normal distributions the type of evaluation must be decided for each case	Bei mindestens 2 Prüfergebnissen pro Woche ist eine Variablenprüfung möglich Inspection by variables is possible where there are at least 2 tests per week

Bild 4 Auswertungsverfahren für die statistischen Übereinstimmungskriterien  
Fig. 4 Evaluation procedure for the statistical conformity criteria

### 3.2.4 Conformity criteria for single results

In addition to the proof of the required characteristic values taking into account a clearly stipulated sampling plan the new DIN 1164-2 also, for the first time, requires proof that each single test result of important cement properties does not lie above or below a given limit value (see Table 3). The introduction of limit values for single test results takes account of the wish of the cement user to restrict further the slight consumer's risk which remains because of the statistical definition of the requirements for the cement properties and the chosen allowable probability of acceptance. Because of the unavoidable variation in the cement properties (production variation) and in the test methods (test variation) this stipulation of limit values for each

Tafel 3 Grenzwerte für Einzelergebnisse<sup>1)</sup>Table 3 Limit values for single results<sup>1)</sup>

Eigenschaft Property		Grenzwerte/Limit values					
		Festigkeitsklasse/Strength class					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	52,5R
Festigkeit, unterer Grenzwert Strength, lower limit (N/mm <sup>2</sup> )	2 Tage/days	–	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 Tage/days	14,0	–	–	–	–	–
	28 Tage/days	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Erstarrungsbeginn, unterer Grenzwert Initial setting time, lower limit		55 min				40 min	
Dehnungsmaß, oberer Grenzwert Expansion, upper limit		10 mm					
Sulfatgehalt, oberer Grenzwert Sulfate content, upper limit	CEM I CEM II <sup>1)</sup>	3,7 M.-%		4,2 M.-%			
	CEM III	4,2 M.-%					
Chloridgehalt, oberer Grenzwert Chloride content, upper limit		0,10 M.-%					
Hydratationswärme (NW-Zemente), oberer Grenzwert Heat of hydration (low-heat cements), upper limit		285 J/g					
C <sub>3</sub> A-Gehalt (CEM I-HS), oberer Grenzwert C <sub>3</sub> A-content (CEM I-HS), upper limit		4 M.-%					
Na <sub>2</sub> O- Äquivalent, oberer Grenzwert Na <sub>2</sub> O- equivalent, upper limit	CEM III/A-NA <sup>2)</sup>	1,15 M.-%					
	CEM III/B-NA	2,05 M.-%					
	andere NA-Zemente other low-alkali cements	0,65 M.-%					

<sup>1)</sup> In der Tafel 3 wurden gegenüber der ursprünglichen Veröffentlichung einige Grenzwerte verändert. Sie entsprechen nunmehr den Werten im „Weißdruck“ von DIN 1164-2.

<sup>2)</sup> In comparison to the initial paper some limit values were changed in table 3. They are now identical with the values specified in the final version of DIN 1164-2.

<sup>1)</sup> Portlandölschieferzement CEM II/B-T darf für alle Festigkeitsklassen bis zu 4,7 M.-% SO<sub>3</sub> enthalten.  
Portland oil-shale cement CEM II/B-T is permitted to contain up to 4.7 % by mass SO<sub>3</sub>.

<sup>2)</sup> Nur wenn Zement mindestens 50 M.-% Hüttensand enthält.  
Only if the cement contains at least 50 % by mass granulated blastfurnace slag.

net und mit dem oberen (U wie upper) bzw. unteren (L wie lower) Anforderungswert verglichen. Die vorzusehenden Annahmefaktoren kennzeichnen die erforderlichen Vorhaltemaße. Sie ergeben sich z. B. bei etwa 100 Prüfergebnissen (2 Prüfungen pro Woche, Überprüfungszeitraum 1 Jahr) für die unteren Grenzen der Anfangs- und Normfestigkeit ( $P_k = 5\%$ ) zu 1,93, für die anderen Anforderungen ( $P_k = 10\%$ ) zu 1,53. Entsprechend dem Entwurf für DIN 1164-2 ist für die Festigkeits- und Erstarrungsprüfung im Regelfall eine Variablenprüfung, für alle anderen Eigenschaften eine Attributprüfung vorzunehmen. Bei der Attributprüfung wird die Anzahl  $c_D$  der Prüfergebnisse, die den charakteristischen Wert über- bzw. unterschreiten, er-

single test result, implemented for the first time, forces the cement manufacturer to select a corresponding additional allowance during manufacture. This is also because severe complaint procedures come into force if the value lies outside these limits. As is shown by Table 3, such limit values have only been stipulated for the cement properties which are important from the construction engineering point of view. The distance of the limit values from the respective characteristic values was selected taking account of the test variation linked with the associated test method.

### 3.3 Internal quality control

#### 3.3.1 General

A cement factory for the purposes of DIN 1164 and of the internal quality control required in Part 2 covers all equipment and machines for continuous mass production of cement, in particular for grinding and homogenization, as well as the silo space required for each finished cement. After the new DIN 1164-1 [4] had abandoned the requirement for intergrinding of the cement constituents the factories with separate grinding and subsequent mixing of the cement constituents were also covered by the standard. The latter only applies, however, when the same party is responsible for the quality of both the grinding plant and the mixing plant. In addition to this each cement which is produced in a factory and for which a conformity certificate is conferred must be stored, ready for dispatch, in a separate, sufficiently large, silo space. Mixing different cements in the dispatch plants violates the standard, as does direct dispatch of individual mixer batches without intermediate storage in an appropriately dimensioned silo space. A volume of 500 t can still be regarded as the reference value for the silo space to be designated for cements which are dispatched on a regular basis, although this minimum volume is no longer explicitly demanded in the draft of DIN 1164-2.

Systematic incorporation of the internal quality control into the quality inspection serves to back up the inspection tests on spot samples. The organizational and technical procedures which have a direct effect on the required cement properties during cement manufacture have not, so far, necessarily had to be disclosed to the inspection body by the manufacturer. The nature and extent of these procedures also escape any detailed definition in the standards. They are the responsibility of the manufacturer and can therefore also only be defined by him. The optimum organization of the internal quality control for any given factory can differ significantly from that of another factory depending on the cement constituents used in each case and the available production equipment. The standard can therefore only give general guidelines and minimum requirements which are to be adapted by the manufacturer to the prevailing conditions in each case and to be agreed with the inspection body.

#### 3.3.2 Works' quality manual

The central instrument of the works' production control is the factory quality manual. The works' quality manual must describe and document the processes which are carried out in order to ensure that the cement corresponds to the requirements of the technical regulations, i.e. to the standard (see Fig. 5).

The necessary "instructions by the management" cover the quality objectives and the organizational structure of the factory, i.e. the responsibility and powers of the responsible personnel in respect of the cement quality. The qualifications of the personnel have to be ensured, for example, by training. At appropriate intervals, but at least every two years, the suitability and effectiveness of the factory production control must be reviewed by the management.

The procedures for controlling and checking the manufacturing process are to be set out in detail in the context of the "process control" as essential components of the internal quality control. This must also include the appropriate procedures for deviations of the preliminary, intermediate and end products from the internal specifications and the requirements of the standard. The cement manufacturer must, among other things, make sure that the cement constituents have the necessary properties for manufacturing a cement which meets the relevant standards. This can take place either through appropriate production control during the manufacture of the components or by testing when they are received.

mittelt und mit einer annehmbaren Anzahl  $c_A$  verglichen. Bei weniger als 40 Prüfwerten darf bei der Attributprüfung z. B. kein Einzelwert die Normanforderung über- bzw. unterschreiten ( $c_A = 0$ ).

### 3.2.4 Übereinstimmungskriterien für Einzelergebnisse

Zusätzlich zum Nachweis der geforderten charakteristischen Werte unter Berücksichtigung eines eindeutig festgelegten Probenahmeplans wird die neue DIN 1164-2 erstmals den Nachweis fordern, daß jedes einzelne Prüfergebnis wesentlicher Zementeigenschaften einen festgelegten Grenzwert nicht unter- bzw. überschreitet (siehe Tafel 3). Mit der Einführung von Grenzwerten für Einzelergebnisse wird dem Wunsch der Zementanwender Rechnung getragen, das durch die statistische Definition der Anforderungen an die Zementeigenschaften und die gewählte zulässige Annahmewahrscheinlichkeit verbleibende geringe Abnehmerrisiko weiter einzuschränken. Für die Zementhersteller erzwingt diese erstmals vorgenommene Festlegung von Grenzwerten für jedes einzelne Prüfergebnis wegen der unvermeidlichen Streuungen in den Zementeigenschaften (Herstellstreuungen) und in den Prüfverfahren (Prüfstreuungen) ein entsprechend zu wählendes weiteres Vorhaltemaß bei der Herstellung. Dies auch deshalb, weil die Unter- bzw. Überschreitung dieser Grenzwerte strenge Beanstandungsmaßnahmen zur Folge hat. Wie Tafel 3 zeigt, sind solche Grenzwerte nur für die bautechnisch wesentlichen Zementeigenschaften festgelegt worden. Der Abstand der Grenzwerte von den jeweiligen charakteristischen Werten wurde unter Berücksichtigung der mit dem zugehörigen Prüfverfahren verbundenen Prüfstreuung gewählt.

## 3.3 Interne Qualitätslenkung

### 3.3.1 Allgemeines

Ein Zementwerk im Sinne von DIN 1164 und der in deren Teil 2 geforderten internen Qualitätslenkung umfaßt alle Einrichtungen und Geräte zur kontinuierlichen Massenproduktion von Zement, insbesondere für das Mahlen und Homogenisieren sowie den für jeden versandbereiten Zement erforderlichen Siloraum. Nachdem die Forderung nach gemeinsamer Vermahlung der Zementbestandteile in der neuen DIN 1164-1 [4] aufgegeben wurde, werden auch Werke mit getrennter Vermahlung und anschließendem Mischen der Zementbestandteile von der Norm erfaßt. Letztere allerdings nur, wenn sowohl die Mahl- als auch die Misanlage unter gleicher Qualitätsverantwortung betrieben wird. Weiterhin muß jeder Zement, der in einem Werk hergestellt wird und für den ein Übereinstimmungszertifikat erteilt wird, in einem getrennten, ausreichend großen Siloraum versandt werden. Ein Vermischen verschiedener Zemente in den Versandanlagen verstößt ebenso gegen die Norm wie ein Direktversand einzelner Mischerchargen ohne Zwischenlagerung in entsprechend dimensioniertem Siloraum. Als Anhaltswert des für Zemente mit regelmäßigem Versand vorzusehenden Siloraums kann weiterhin ein Volumen von 500 t angesehen werden, obwohl dieses Mindestvolumen in dem Entwurf von DIN 1164-2 nicht mehr explizit gefordert wird.

Die systematische Einbindung der internen Qualitätslenkung in die Güteüberwachung dient der Absicherung der Überwachungsprüfungen an Stichproben. Die organisatorischen und technologischen Maßnahmen, die bei der Zementherstellung unmittelbar auf die geforderten Zementeigenschaften Einfluß nehmen, mußten bislang vom Hersteller der Überwachungsstelle nicht unbedingt offengelegt werden. Art und Umfang dieser Maßnahmen entziehen sich auch einer konkreten Festlegung in Normen. Sie unterliegen der Verantwortung des Herstellers und können deshalb auch nur durch ihn festgelegt werden. Abhängig von den jeweils zum Einsatz kommenden Zementbestandteilen und von den vorhandenen Produktionseinrichtungen kann sich die für jedes Werk optimale Ausgestaltung der internen Qualitätslenkung signifikant von der eines anderen Werkes unterscheiden. Die Norm kann deshalb nur allgemeine Vorgaben machen und Mindestanforderungen erheben, die vom Hersteller an die jeweils vorliegenden Bedingungen anzupassen und mit der Überwachungsstelle abzustimmen sind.

### 3.3.2 Werkqualitätshandbuch

Als zentrales Instrument der werkseigenen Produktionskontrolle gilt das Werkqualitätshandbuch. Das Werkqualitätshandbuch muß die

The procedures which, for example, are necessary for protecting the cement from impurities, for avoiding incorrect allocation, etc., must be laid down under "handling, storage, packaging and dispatch".

The definitions summarized under "measuring and testing" are concerned with all the procedures associated with the laboratory tests

Vorgaben der Werks-/Geschäftsleitung Instructions by the management
Prozeßlenkung / Process control
Handhabung, Lagerung, Verpackung, Versand Handling, storage, packaging, delivery
Messung und Prüfung / Measuring and testing
Dokumentationssystem / System of documentation

Bild 5 Geforderte Inhalte des Werkqualitätshandbuchs

Fig. 5 Required content of the works quality manual

on cement constituents, on intermediate products, and on cement after production or after extraction from the dispatch silos, ranging from sampling to test instructions, test status and inspection of test equipment.

An appropriate "documentation system" for all relevant manufacturing processes which covers the control of the documents and the important quality records contributes to the transparency of the factory production control.

A hierarchical structure of all definitions on three levels is being used increasingly when drawing up a works' quality manual (see Fig. 6). The (outline) manual, which summarizes the general organization of the entire factory production control as well as the basic definitions of the constituents of the factory production control, should be located on the top level. On the next level, documented procedures which describe the operational organization for the individual plant sections and define the interfaces to other production sections, are coordinated with the (outline) manual. These are in turn coordinated with an additional level – the respective inspection and work instructions, which contain the details and particulars of the procedures. Regardless of this documentation structure for the factory production control the documentation and instructions for carrying them out which are needed for correct, practical implementation must be held at each work place.

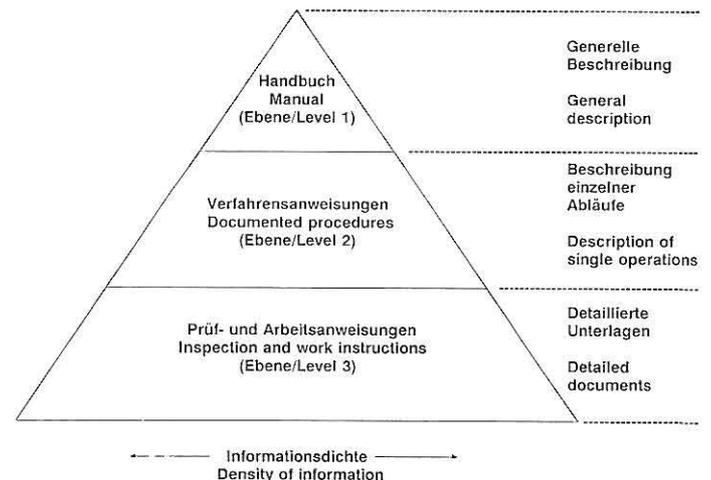


Bild 6 Hierarchische Gliederung der Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle

Fig. 6 Hierarchical structure of the documents of the factory production control

## 4 Third party inspection by approved bodies

### 4.1 General

Third party inspection has been upheld with undiminished importance in the new provisions. Third party inspection is carried out

Verfahren beschreiben und dokumentieren, die ausgeführt werden, um sicherzustellen, daß der Zement den Anforderungen der technischen Regeln, d.h. der Norm, entspricht (siehe Bild 5).

Die erforderlichen „Vorgaben der Werks- bzw. Geschäftsleitung“ umfassen die Qualitätsziele und die Organisationsstruktur des Werks, d.h. Verantwortung und Befugnis des verantwortlichen Personals in bezug auf die Zementqualität. Die Qualifikation des Personals ist z.B. durch Schulung sicherzustellen. In angemessenen Abständen, mindestens jedoch alle zwei Jahre, ist die Eignung und Wirksamkeit der werkseigenen Produktionskontrolle durch die Werks- bzw. Geschäftsleitung zu bewerten.

Im Rahmen der „Prozeßlenkung“ als wesentlichem Bestandteil der internen Qualitätslenkung sind die Maßnahmen zur Steuerung und Kontrolle des Herstellprozesses darzulegen. Darin sind auch entsprechende Maßnahmen bei Abweichungen der Vor-, Zwischen- und Endprodukte von den internen Vorgaben und den Anforderungen der Norm einzubeziehen. Der Zementhersteller hat sich u.a. zu vergewissern, daß die Zementbestandteile die erforderlichen Eigenschaften aufweisen, um daraus Zement entsprechend den geltenden Normen herzustellen. Dies kann entweder durch eine entsprechende Produktionskontrolle während der Herstellung dieser Bestandteile oder durch eine Prüfung bei deren Hereinnahme erfolgen. Unter „Handhabung, Lagerung, Verpackung und Versand“ sind die Maßnahmen festzulegen, die z.B. zum Schutz des Zements vor Verunreinigungen, zur Vermeidung von Fehlbelegungen usw. notwendig sind.

Die unter „Messung und Prüfung“ zusammengefaßten Festlegungen betreffen alle mit den Laborprüfungen an den Zementbestandteilen, an Zwischenprodukten und am Zement nach der Herstellung bzw. nach Entnahme aus den Versandsilos zusammenhängenden Vorgänge, von Probenahme über Prüfanweisungen, Prüfstatus sowie Prüfmittelüberwachung.

Zur Transparenz der werkseigenen Produktionskontrolle gehört ein angemessenes „Dokumentationssystem“ für alle relevanten Herstellabläufe, das die Lenkung der Dokumente und die maßgeblichen Qualitätsaufzeichnungen umfaßt.

Beim Aufbau eines Werkqualitätshandbuchs setzt sich zunehmend eine hierarchische Gliederung aller Festlegungen auf drei Ebenen durch (siehe Bild 6). Auf der obersten Ebene ist das (Rahmen-)Handbuch anzusiedeln, in dem die allgemeine Organisation der gesamten werkseigenen Produktionskontrolle sowie die grundsätzlichen Festlegungen zu den Bestandteilen der werkseigenen Produktionskontrolle zusammengefaßt sind. Dem (Rahmen-)Handbuch zugeordnet sind auf einer nächsten Ebene Verfahrensanweisungen, in denen für die einzelnen Betriebsbereiche die Ablauforganisation beschrieben ist und die Schnittstellen zu anderen Produktionsbereichen definiert sind. Diesen sind wiederum auf einer zusätzlichen Ebene die jeweiligen Prüf- und Arbeitsanweisungen zugeordnet, die Details und Einzelheiten der Durchführung enthalten. Unabhängig von dieser Dokumentationsstruktur der werkseigenen Produktionskontrolle sind zu deren Durchführung an jedem Arbeitsplatz die Unterlagen und Anweisungen vorzuhalten, die zu einer ordnungsgemäßen praktischen Umsetzung notwendig sind.

## 4 Fremdüberwachung durch anerkannte Stellen

### 4.1 Allgemeines

Die Fremdüberwachung wurde in den neuen Festlegungen in ihrer Bedeutung uneingeschränkt aufrechterhalten. Die Fremdüberwachung wird durch eine anerkannte Überwachungsstelle durchgeführt und besteht aus einer Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachungsprüfungen des versandbereiten Zements (Bild 2). Aufgabe der anerkannten Zertifizierungsstelle ist insbesondere die Beurteilung und abschließende Bewertung der Ergebnisse der Fremdüberwachung.

### 4.2 Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle

Entsprechend den Festlegungen zur werkseigenen Produktionskontrolle gehört neben der bislang bereits durchgeführten Auswertung der vom Hersteller ermittelten Ergebnisse der internen Überwachungsprüfungen auch die Überwachung, Beurteilung und Auswertung der internen Qualitätslenkung zu den Aufgaben der Überwa-

chung durch eine anerkannte Stelle und besteht aus einer Inspektion der fabrikanlagenbezogenen Produktion und Audit-Prüfung der fertigen Zementprodukte (Bild 2). Die Aufgabe der anerkannten Stelle ist insbesondere die Beurteilung und abschließende Bewertung der Ergebnisse der dritten Inspektion.

### 4.2 Inspection of the factory production control

In accordance with the provisions relating to the factory production control the tasks of the inspection body include not only evaluation of the autocontrol testing results determined by the manufacturer, as in the past, but also surveillance, assessment and evaluation of the internal quality control. The latter requires the inspection body to have appropriate technical competence in the production processes which are important in cement manufacture and the associated procedures for quality control. Inspection of the internal quality control must be undertaken at least once per year. As a rule one year is designated as the control period for evaluation of the results of the manufacturer's autocontrol testing.

In the case of new cement factories, i.e. cement factories which do not yet manufacture any cement which is certified in accordance with DIN 1164, the inspection body must, as before, carry out an initial inspection of the factory and of the factory production control. To this end the new DIN 1164-2 contains assessment criteria for the production equipment and for the laboratory.

### 4.3 Audit testing

The responsibility of the inspection body includes, as before, taking cement samples six times per year without prior notice in the cement factory, or in a depot operated by the manufacturer, and carrying out audit tests on them. All the required cement properties with the exception of the cement composition have to be tested, but from now on the special properties of low-alkali, low-heat and highly sulfate-resisting cements will only be tested twice per year. With a new cement the inspection body also has to carry out initial testing before issuing a certificate of conformity. The audit testing has, more strongly than in the past, the character of confirmatory tests for the manufacturer's autocontrol testing. As a consequence greater importance will be given in the future to systematic checking as to whether there are any errors in the testing or sampling. For the results of the 28-day strength the appendix to the standard contains a method for evaluating the representivity and accuracy of the available test results. To ensure a comparable level of testing all inspection bodies accepted for carrying out audit testing must, as in the past, take part in half-yearly interlaboratory tests, in each case on a homogenized cement sample. These tests are coordinated and evaluated by the Research Institute of the Cement Industry (FIZ), Düsseldorf, in agreement with German Institute for Building Technology (DIBt), Berlin.

### 4.4 Procedures in the event of non-conformity

If the conformity criteria laid down for assessing the results of the autocontrol testing and audit testing (see Sections 3.2.3 and 3.2.4) are not fulfilled then, as in the past, the provisions for attestation of conformity provide for special procedures. On the manufacturer's side these cover preventing the dispatch of cements which do not meet the standards as well as the corrective procedures and checking their effectiveness. On the side of the certification body these can lead from a complaint, then a warning, right up, in extreme cases, to withdrawal of the certificate of conformity.

## 5 Requirements for dispatching centres

The draft of DIN 1164-2 takes dispatching centres to mean handling and dispatch facilities for bulk cement which are not covered by the cement manufacturer's factory production control but are operated by intermediaries with full responsibility. According to the provisions of the new State Building Regulations (see Section 2.2) the certificate of conformity can only be granted to the manufacturer of the cement. The intermediary has the right to use the conformity mark awarded to the manufacturer if he can prove that the conformity of the cement with the requirements of the standard established at the manufacturer's premises has not been prejudiced by incorrect handling at dispatching centres. In order to furnish this proof the intermediary must provide documented quality assurance. It must be ensured that the cement has not suffered from impurities or age and

chungsstelle. Letzteres erfordert von der Überwachungsstelle eine entsprechende fachliche Kompetenz in den für die Zementherstellung wichtigen Produktionsabläufen und zugehörigen Maßnahmen zur Qualitätslenkung. Die Überwachung der internen Qualitätslenkung muß mindestens einmal jährlich vorgenommen werden. Als Überprüfungszeitraum für die Auswertung der Ergebnisse der internen Überwachungsprüfungen des Herstellers ist in der Regel ein Jahr vorzusehen.

Im Falle von neuen Zementwerken, das sind Zementwerke, die noch keine nach DIN 1164 zertifizierten Zemente herstellen, hat die Überwachungsstelle wie bisher eine Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführen. Dazu enthält die neue DIN 1164-2 Beurteilungskriterien für die Produktionseinrichtungen und für Labors.

### 4.3 Fremdüberwachungsprüfungen

Unter der Verantwortung der Überwachungsstelle sind wie bisher 6mal jährlich unangemeldet Zementproben im Zementwerk oder in einem vom Hersteller betriebenen Depot zu entnehmen und daran Fremdüberwachungsprüfungen durchzuführen. Dabei sind alle geforderten Zementeigenschaften mit Ausnahme der Zementzusammensetzung zu prüfen, wobei die Prüfung der Sondereigenschaften der NA-, NW- und HS-Zemente weiterhin nur 2mal jährlich erfolgt. Zusätzlich hat die Überwachungsstelle bei einem neuen Zement vor Erteilung eines Übereinstimmungszertifikats eine Erstprüfung vorzunehmen. Stärker als bisher besitzen die Fremdüberwachungsprüfungen den Charakter von Bestätigungsprüfungen für die internen Überwachungsprüfungen des Herstellers. Demzufolge wird zukünftig der systematischen Überprüfung, ob Prüf- oder Probennahmefehler vorliegen, eine größere Bedeutung zugemessen. Für die Ergebnisse der 28-Tage-Festigkeit wurde ein Verfahren für die Beurteilung der Repräsentativität und Genauigkeit der vorliegenden Prüfergebnisse im Anhang zur Norm aufgenommen. Zur Gewährleistung eines vergleichbaren Prüfniveaus müssen alle für die Durchführung von Fremdüberwachungsprüfungen anerkannten Überwachungsstellen, wie bisher, an halbjährlichen Ringversuchen von jeweils einer homogenisierten Zementprobe teilnehmen, die vom Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf, in Abstimmung mit dem Deutschen Institut für Bautechnik, Berlin, koordiniert und ausgewertet werden.

### 4.4 Maßnahmen bei Nichtübereinstimmung

Werden die zur Bewertung der Ergebnisse der internen Überwachungsprüfungen und Fremdüberwachungsprüfungen festgelegten Übereinstimmungskriterien (siehe Abschnitte 3.2.3 und 3.2.4) nicht erfüllt, so sehen die Festlegungen zum Übereinstimmungsnachweis, wie schon bisher, besondere Maßnahmen vor. Diese umfassen auf seiten des Herstellers die Verhinderung des Versands nicht normgerechten Zements sowie die notwendigen Korrekturmaßnahmen und die Überprüfung von deren Wirksamkeit. Auf seiten der Zertifizierungsstelle können diese von einer Beanstandung über eine Verwarnung bis in Extremfällen zum Entzug des Übereinstimmungszertifikats führen.

## 5 Anforderungen für Auslieferungsstellen

Unter Auslieferungsstellen versteht der Entwurf von DIN 1164-2 Umschlag- und Versandanlagen von losem Zement, die nicht durch die werkseigene Produktionskontrolle des Zementherstellers abgedeckt, sondern vollverantwortlich von Zwischenhändlern betrieben werden. Entsprechend den Festlegungen der neuen Landesbauordnungen (siehe Abschnitt 2.2) kann das Übereinstimmungszertifikat nur an den Hersteller des Zements vergeben werden. Der Zwischenhändler hat das Recht, das dem Hersteller erteilte Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) zu verwenden, wenn er nachweisen kann, daß die beim Hersteller festgestellte Übereinstimmung des Zements mit den Normanforderungen nicht durch unsachgemäßen Umgang in Auslieferungsstellen beeinträchtigt wird. Um diesen Nachweis zu erbringen, wird eine dokumentierte Qualitätssicherung durch den Zwischenhändler gefordert. Dabei muß sichergestellt sein, daß der Zement nicht durch Verunreinigungen oder Altern beeinträchtigt wird und daß keine Vermischungen unterschiedlicher, jeweils zertifizierter Zemente erfolgen. Ferner sind im Rahmen dieser Qualitätssicherung Bestätigungsprüfungen von Proben durchzuführen, die an der Auslieferungsstelle entnommen wurden. Wegen der Bedeutung des Zements für die Standsicherheit und Gebrauchs-

that no mixing of different cements, each of which is certificated, takes place. Furthermore, within the framework of this quality assurance, confirmation autocontrol testing must be carried out on samples taken at the dispatching centre. Because of the importance of cement to the stability and performance capability of concrete components, under the new State Building Regulations the building inspectorate are to require inspection of such dispatching centres by an inspection body accepted for this purpose.

## 6 Quality management systems in the cement industry

The factory production control required in the attestation of conformity covers, as shown in Section 3, both the procedures needed for quality control during manufacture and the necessary inspection testing of the finished cement. The procedures for quality control include the definition and control of the process engineering operations during the manufacture of the cement and the laboratory tests required to control these operations. This means that the factory production control corresponds to the quality assurance necessary for carefully controlled manufacture of cement complying with the standards. The aspects required from the point of view of product quality are therefore covered.

Quality assurance of production and work operations are also the subject of the standards of the EN ISO 9000 series. The first versions of these standards dating from 1987 primarily served the objective of stating the cooperation between customers and suppliers in factual terms. The intention was to reinforce the confidence in the capabilities of the supplier through a standardized explanation of all quality assurance measures. The standards for quality assurance provide a framework which, independently of the particular product to be produced or of the service to be performed, makes it possible to provide outsiders with a transparent and comparable description of the quality assurance procedures. In recent years the implementation of these quality assurance procedures has led to an extension of the pure, client-orientated quality assurance to form a company-specific supervisory and management instrument.

Quality management systems, such as are also being introduced in companies in the construction materials and construction industries, go beyond the factory production control aimed exclusively at product quality. They are management tools not only for optimizing quality but, in particular, for quality assurance with respect to considerations of benefit, cost and risk. As supervisory instruments, quality management systems offer a variety of options for arranging the organization, operational processes and responsibilities more efficiently and more cost-effectively. It is reserved to each individual company to decide the extent to which it makes use of these options and whether certification of a company-specific quality management system is appropriate or necessary.

## 7 Summary

Quality inspection of cement has a long, successful tradition in Germany, recognized by the building inspectorate and the cement users. Evaluation of conformity with the requirements of the standards, based on strict testing of the cement by the manufacturer and the inspection body when it is ready for dispatch, has made a great contribution towards achieving a high and reliable quality level for the cement manufacturer in Germany. An additional contribution to continuous assurance of the required cement quality is achieved by quality control, which is to be incorporated to a greater extent in the factory production control in conformity with European developments. The requirements of the building inspectorate and of the cement users for effective quality assurance are appropriately fulfilled by the provisions covering factory production control laid down in the draft of DIN 1164-2. The factory production control is also subject to inspection by an independent inspection body recognized by the building inspectorate.

Company-based quality management systems and their possible private certification go beyond the intention and scope of the factory production control required by the building inspectorate. However, the factory production control ought to be tied into the company's overall strategy as a component part, and therefore also into any existing quality management system.

tauglichkeit von Betonbauteilen soll unter Anwendung der neuen Landesbauordnungen eine Überwachung solcher Auslieferungsstellen durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle bauaufsichtlich gefordert werden.

## 6 Qualitätsmanagementsysteme in der Zementindustrie

Die im Übereinstimmungsnachweis geforderte werkseigene Produktionskontrolle umfaßt, wie in Abschnitt 3 dargestellt, sowohl die erforderlichen Maßnahmen zur Qualitätslenkung während der Herstellung als auch die notwendigen Überwachungsprüfungen des versandbereiten Zements. Zu den Maßnahmen der Qualitätslenkung gehören die Festlegung und Kontrolle der verfahrenstechnischen Abläufe während der Herstellung des Zements sowie die zur Steuerung dieser Abläufe erforderlichen Laborprüfungen. Damit entspricht die werkseigene Produktionskontrolle der zur gezielten Herstellung normgerechter Zemente notwendigen Qualitätssicherung. Die aus Sicht der Produktqualität erforderlichen Aspekte sind somit abgedeckt.

Die Qualitätssicherung von Produktions- und Arbeitsabläufen haben auch die Normen der Reihe DIN EN ISO 9000 zum Gegenstand. Die ersten Fassungen dieser Normen aus dem Jahr 1987 dienten vorrangig dem Ziel, die Zusammenarbeit zwischen Kunden und Lieferanten zu versachlichen. Durch eine standardisierte Darlegung aller qualitätssichernden Maßnahmen sollte das Vertrauen in die Fähigkeiten des Lieferanten gestärkt werden. Die Normen zur Qualitätssicherung geben einen Rahmen vor, der unabhängig vom jeweils herzustellenden Produkt oder von der zu erbringenden Dienstleistung eine für Außenstehende transparente und vergleichbare Darstellung der Maßnahmen zur Qualitätssicherung ermöglicht. Die Umsetzung dieser Qualitätssicherungsnormen führte in den letzten Jahren zu einer Erweiterung von der reinen kundenorientierten Qualitätssicherung hin zu einem unternehmensspezifischen Führungs- und Managementinstrument.

Qualitätsmanagementsysteme, wie sie auch in Unternehmen der Bau- und Baustoffindustrie eingeführt werden, gehen über die ausschließlich auf die Produktqualität ausgerichtete werkseigene Produktionskontrolle hinaus. Es sind Führungsmittel nicht nur für die Optimierung der Qualitätsforderung, sondern besonders für die Qualitätssicherung im Hinblick auf Nutzen-, Kosten- und Risikobetrachtungen. Als Führungsinstrumente bieten Qualitätsmanagementsysteme vielfältige Möglichkeiten, Organisation, Betriebsabläufe und Zuständigkeiten wirkungsvoller und kosteneffizienter zu gestalten. Es bleibt jedem einzelnen Unternehmen vorbehalten, wie weit von diesen Möglichkeiten Gebrauch zu machen ist und ob die Zertifizierung eines unternehmensspezifischen Qualitätsmanagementsystems sinnvoll oder erforderlich ist.

## 7 Zusammenfassung

Die Güteüberwachung von Zement hat in Deutschland eine lange und erfolgreiche, von Bauaufsicht und Zementverwender anerkannte Tradition. Die auf einer strengen Prüfung des versandbereiten Zements durch den Hersteller und die Überwachungsstelle beruhende Beurteilung der Übereinstimmung mit den Normanforderungen hat erheblich zu einem hohen und zuverlässigen Qualitätsniveau der in Deutschland hergestellten Zemente beigetragen. Durch die in Anlehnung an europäische Entwicklungen in die werkseigene Produktionskontrolle stärker einzubeziehende Qualitätslenkung wird ein zusätzlicher Beitrag zur kontinuierlichen Sicherung der geforderten Zementqualität geleistet. Mit den im Entwurf von DIN 1164-2 getroffenen Festlegungen zur werkseigenen Produktionskontrolle werden die Forderungen der Bauaufsicht und der Zementverarbeiter nach einer wirkungsvollen Qualitätssicherung sinnvoll erfüllt. Die werkseigene Produktionskontrolle unterliegt zudem einer Fremdüberwachung durch eine unabhängige, bauaufsichtlich anerkannte Überwachungsstelle.

Unternehmensbezogene Qualitätsmanagementsysteme und deren eventuelle privatrechtliche Zertifizierung gehen in Ziel und Umfang über die bauaufsichtlich geforderte werkseigene Produktionskontrolle hinaus. Als Bestandteil gehört die werkseigene Produktionskontrolle jedoch eingebunden in die Gesamtstrategie eines Unternehmens und damit auch in ein eventuell vorhandenes Qualitätsmanagementsystem.

## SCHRIFTTUM / LITERATURE

- [1] Normen für die einheitliche Lieferung von Portland-Cement. Ministerial-Blatt für die gesamte innere Verwaltung in den Königlich Preußischen Staaten, Ministerium des Inneren, Berlin 15. Januar 1879, S. 15/19.
- [2] DIN 1164 Blatt 2 „Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Güteüberwachung“, Juni 1970.
- [3] „Ergänzende Richtlinien für die Überwachung (Güteüberwachung) von Zement nach DIN 1164“, Fassung September 1981, herausgegeben vom Fachbereich VI „Baustoffe und Bauteile“ im Normenausschuß Bauwesen im DIN, Beuth, Berlin.
- [4] DIN 1164-1:1994-10: Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen.
- [5] Sprung, S., F. Sybertz und G. Thielen: Die neue Deutsche Zementnorm DIN 1164-1. Beton 45 (1995) H. 7, S. 490/497.
- [6] Bauregelliste A und Liste C – Ausgabe 95/1 –. Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik, 26 (1995) Sonderheft 10.
- [7] DIN V ENV 197-2: Zement – Bewertung der Konformität, Deutsche Fassung ENV 197-2 (in Vorbereitung).
- [8] de Jong, J. G. M.: Quality assurance – European developments. Zement-Kalk-Gips 46 (1993) H. 10, S. 627/631.
- [9] Entwurf DIN 1164-2:1995-06: Zement – Teil 2: Übereinstimmungsnachweis (Güteüberwachung).
- [10] Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Bauproduktengesetz – BauPG), vom 10. August 1992.
- [11] Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Bauproduktenrichtlinie) (89/106/EWG).
- [12] von Bernstoff, S.: Musterbauordnung – Bauprodukte; Kommentar zu den aufgrund der Bauproduktenrichtlinien und des Bauproduktengesetzes in der Musterbauordnung neu aufgenommenen bzw. geänderten Vorschriften. Köln, Bundesanzeiger 1994.
- [13] Guide for the definition of factory production control in technical specifications for construction products (Construct 95/135 Rev. 1). Europäische Kommission, General-Direktorat III, Brüssel, 30. 5. 1995.
- [14] Bonzel, J., und W. Manns: Beurteilung der Druckfestigkeit mit Hilfe von Annahmekennlinien. Beton-Verlag, Düsseldorf 1969.