

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Europäische Normen für Zement: neue Perspektiven der Zementanwendung in der Schweiz  
**Autor:** Schräml, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78440>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Europäische Normen für Zement

Neue Perspektiven der Zementanwendung in der Schweiz

**Lange Zeit galt der Portlandzement in der Schweiz als etwas Vorgegebenes. Nun sollen die neuen Europäischen Normen für Zement die bestehende SIA-Norm ersetzen. Die andernorts ausgeübte Art der Normmörtelfestigkeitsprüfung wird von der Schweiz übernommen. Das Zementsortiment wird um eine grosse Anzahl von Mischzementen erweitert, von denen in der Schweiz allerdings nur eine Auswahl verfügbar sein wird. Zu den beiden bisherigen Festigkeitsklassen kommt noch eine dritte hinzu. Ferner wird die Prüfung der Zemente auf ein moderneres Konzept umgestellt. Natürlich haben diese begrüssenswerten Neuerungen ihren Preis: Die bisherige, konzise Schweizer Norm wird durch ein umfängliches Normenwerk ersetzt, auf dessen Administrierung von der Schweiz aus nur geringer Einfluss ausgeübt werden kann!**

## Zweckbestimmung und Anforderungen an die Normen

Im Juni 1985 hat der EG-Ministerrat beschlossen, dass bis Ende 1992 der Binnenmarkt realisiert werden soll. Eines

VON WERNER SCHRÄMLI,  
HAUSEN B. BRUGG

seiner Grundziele ist der ungehinderte Waren- und Dienstleistungsverkehr innerhalb dieses Marktes. Ein unabdingbares Erfordernis hierfür ist einerseits die Rechtsangleichung im technischen Bereich und andererseits die Normung. Zu deren Realisierung hat noch 1985 der Rat die Entschliessung «Neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und der Normung» verabschiedet.

In deren Gefolge ist 1989 die Bauprodukte-Richtlinie (BPR 89/106) erlassen worden. Sie ist, wenn nicht überhaupt die erste, so doch die erste Produktrichtlinie für ein sehr breitgefächertes Produktesortiment, wie es für den Bausektor typisch ist, und hat insofern Modellcharakter. Sie legt die wesentlichen Anforderungen an Bauwerke hinsichtlich mechanischer Festigkeit und Standicherheit, Verhalten im Brandfall, Schutz der Gesundheit und vor Unfällen, Schutz der Umwelt sowie der häuslicher Nutzung der Energie fest, und entwickelt hieraus gewisse Ansprüche an die Normung von Bauprodukten. Um konkret festzulegen, wie die einzelnen Produkte beschaffen sein müssen, damit die wesentlichen Anforderungen an die Bauwerke erfüllt werden können, hat die EG sogenannte Interpretationsdokumente zur Bauprodukte-Richtlinie geschaffen. Auf diese

stützen sich dann die Normen für einzelne Produkte ab.

Die EG-Administration erarbeitet selber keine Normen, sondern delegiert diese Aufgabe durch Mandatserteilung an ein privatwirtschaftlich organisiertes Institut, das CEN (Comité Européen de Normalisation). In einer Vereinbarung mit der EG schliesst sich die EFTA diesem Vorgehen an, und erteilt praktisch gleichlautende Normungsmandate an das CEN. Ebenso erlassen die EFTA-Länder sich stark an die Bauprodukte-Richtlinie der EG anlehende Verordnungen. Dem CEN gehören praktisch sämtliche europäischen Staaten bzw. deren Normenvereinigungen, mit Ausnahme der ehemaligen Ostblockstaaten, an. Seine Mitglieder haben sich verpflichtet, aufgrund einer Abstimmung mit qualifiziertem Mehr angenommene Entwürfe für Europäische Normen für ihr Land zu übernehmen und allfällig über den gleichen Gegenstand existierende nationale Normen ausser Kraft zu setzen. Die Bauprodukte-Richtlinie umschreibt auch die Verfahren, nach welchen bescheinigt wird, dass die Produkte den Anforderungen der Norm genügen.

Produkte, deren Konformität mit den Normforderungen bescheinigt, d.h. zertifiziert wird, tragen das CE-Zeichen. Dieses wird im gesamten EWR anerkannt und bedeutet, dass seine Anwendung (zumindest theoretisch) in keinem Land irgendwelchen Einschränkungen durch behördliche Vorschriften und/oder Prüfungen unterliegen darf. Wie die Schweiz nach der Ablehnung des EWR-Vertrages das Verfahren zur Erlangung des CE-Zeichens für Bauprodukte regeln kann, ist noch nicht völlig abgeklärt.

Produkte, für die (noch) keine europäische Norm existiert – dies gilt insbesondere für Produktinnovationen – können weiterhin auf den Markt gebracht werden. Es ist vorgesehen, ihnen durch Erteilung einer sog. Technischen Zulassung, die für den ganzen EWR gültig sein soll, die notwendige Respektabilität zu verschaffen. Jedoch sind die hierfür notwendigen Prozeduren noch nicht ausgearbeitet worden.

Auch für die Feststellung der Konformität eines Produktes mit den Normforderungen ist eine Richtlinie erlassen worden. Produkte, bei denen kleinere Abweichungen von ihren üblichen Eigenschaften einen besonders hohen Einfluss auf die Erfüllung der wesentlichen Anforderungen an Bauwerke haben, erfordern ein besonders strenges Verfahren der Konformitätsbescheinigung. Zement soll – nach Meinung des Autors etwas wirklichkeitsfremd – dem strengsten Verfahren unterworfen werden. Es bedeutet dies, dass dessen Herstellung nicht nur ein umfassendes, wohldokumentiertes Produktqualitätssicherungssystem erfordert, das durch ein akkreditiertes Organ zu zertifizieren ist, sondern darüber hinaus auch eine zu zertifizierende Überprüfung der Produktionseinrichtungen. Von einem Entwurf einer vom CEMBUREAU (der Vereinigung der Europäischen Zementindustrien) eingesetzten Arbeitsgruppe ausgehend, arbeitet eine Kommission des CEN daran, in einer Norm sehr detaillierte Regeln für die dergestalt konzipierte Zertifizierung der Zementqualität auszuarbeiten. Über grundlegende Aspekte der Zertifizierung bestehen allerdings noch etliche Unklarheiten.

## Vom Sinn und Unsinn der Normung

Unter den ersten Normungsvorhaben des CEN in dem von der EG vorgegebenen Rahmen wurde auch die Normung von Zement in Angriff genommen. Zweifellos spielte die Erwartung mit, dass es bei diesem einfachen und seit langem gut bekannten Produkt rasch gelingen werde, eine überzeugende Norm zustandezubringen und damit für die Harmonisierungs- und Normungsbestrebungen der EG ein Erfolgserlebnis zu statuieren. Diese Erwartung wurde allerdings in keiner Weise erfüllt, haben sich doch die Arbeiten, Vorentwürfe eingeschlossen, über bald 2 Jahrzehnte erstreckt, liegen die Ergebnisse in wesentlichen Teilen

erst in provisorischer Form vor und sind zudem gewisse Schwächen des Entwurfs nicht zu verkennen. Trotzdem ist davon auszugehen, dass das heute Bestehende wenig verändert zum definitiven Normwerk werden wird, da keiner der Beteiligten, angesichts der normativen Wirkung des Faktischen, den erzielten Kompromiss grundsätzlich in Frage stellen wird, denn niemand wird die Vorteile, die das Normwerk mit sich bringt, mehr missen wollen:

Sicherlich wird es zu einer gewissen Stimulierung des Wettbewerbs innerhalb des Binnenmarktes führen.

Der Zementverbraucher erhält mit zertifiziertem Zement ein einem rigores Qualitätssicherungsverfahren unterworfenen Qualitätsprodukt. Überdies verschafft die neue Norm ihm ein grösseres Angebot an Zementsorten und – teilweise – deren zweckentsprechendere Charakterisierung.

Aus technisch-wissenschaftlicher Sicht ist die Erleichterung des Austausches von Informationen durch Einführung eines überall gültigen Massstabes zur Charakterisierung der Produkte zu begrüßen. Auch ist die neu eingeführte Qualitätsprüfung auf statistischer Grundlage als Fortschritt zu werten.

Dass dem auch gewisse Nachteile gegenüberstehen, sei nicht verschwiegen:

Da Normen fast zwangsläufig den Stand der Technik zum Zeitpunkt ihrer Erarbeitung festschreiben, hemmen sie in der Folge den technischen Fortschritt, die Innovation. Dies wiegt besonders schwer, weil einmal verabschiedete Normen, an deren Etablierung überaus zahlreiche, sich oft widersprechende Interessen partizipieren, – wie die Erfahrung in den USA mit den ASTM-Normen zeigt – sich nur äusserst schwierig an veränderte Verhältnisse anpassen lassen.

Den Zementproduzenten zwingen sie, mehr Zementsorten anzubieten und damit der Rationalisierung der Zementlagerung und der -distribution entgegenzuwirken, was sich kosten- und preiserhöhend auswirken kann.

Für den wenig versierten Verbraucher wird das grosse Angebot an Zementsorten unübersichtlicher.

Europäische Normen können ihrer Natur gemäss wenig oder gar nicht auf regionale Bedürfnisse und Besonderheiten Rücksicht nehmen.

Die dem Normwerk teilweise inhärente weitgehende Formalisierung der Qualitätsprüfabläufe fördert Leerläufe, und der Gefahr einer nutzlosen Überbürokratisierung scheint namentlich der Entwurf für die Zementzertifizierung mindestens teilweise zu erlie-

gen. Gerade die Bürokratisierung kann aber für Qualitätsbeeinträchtigungen durch Einflüsse, die sich nicht einer formalisierten Kontrolle unterwerfen lassen, blind machen.

Solche Überlegungen haben beispielsweise die schweizerischen Baustoffproduzenten veranlasst, Normung, namentlich auf europäischer Ebene nur dann zu befürworten, wenn sie, aus was für Gründen auch immer, absolut notwendig ist.

### Die neuen europäischen Prüfverfahren für Zement

In der Schweiz sind die unter der Bezeichnung EN 196 zusammengefassten 8 neuen europäischen Prüfverfahren für Zement als SIA-Norm 215.001 unter dem Titel «Prüfverfahren für Zement» publiziert und anfangs 1992 in Kraft gesetzt worden. Sie umfassen:

*Teil 1:* Bestimmung der Festigkeit

*Teil 2:* Chemische Analyse von Zement

*Teil 3:* Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit

*Teil 4:* Quantitative Bestimmung der Bestandteile (Dieser Teil ist eine europäische Vornorm ENV, d.h. eine provisorische Norm. Eine definitive europäische Norm wird vorbereitet.)

*Teil 5:* Prüfung der Puzzolanität von Puzzolanzementen

*Teil 6:* Bestimmung der Mahlfeinheit

*Teil 7:* Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement

*Teil 21:* Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement

Die auf die Zementprüfung bezüglichen Teile der alten schweizerischen Zementnorm SIA 215 haben damit ihre Gültigkeit verloren.

Das wichtigste neue Prüfverfahren, die *Bestimmung der Zementfestigkeitsentwicklung* (Teil 1) anhand eines standardisierten Mörtels, bringt für die Schweiz sehr wesentliche Änderungen mit sich, nämlich eine Erhöhung des Wasser/Zement-Faktors des Normmörtels sowie die Verwendung eines anderen Normsandess mit anderer Kornverteilung und von anderer petrographischer Natur sowie einige andere, minder wichtige Details. Demzufolge zeigt dieses Prüfverfahren im Durchschnitt eine um 15 N/mm<sup>2</sup> geringere Normfestigkeit an, obwohl sich am Zement an sich nichts geändert hat.

Der Teil 2, die *chemische Analyse* von Zement, hält sich an die altherkömmlichen nasschemischen Methoden der Zementanalyse. Es mag dies im Zeitalter der Anwendung zeitsparender, phy-

sikalischer Analysenmethoden, wie der Röntgenfluoreszenzanalyse, der Atomabsorptionsspektrometrie sowie der Neutronenaktivierungsanalyse als bedauerlich erscheinen. Die beschriebenen Verfahren gelten denn auch lediglich als Referenzverfahren. Die vorhin genannten analytischen Methoden dürfen demzufolge für die Routineprüfung verwendet werden, sofern nachgewiesen ist, dass ihre Ergebnisse denen der Referenzverfahren entsprechen.

Die Bestimmung der *Erstarrungszeit* (Abbindezeit) und der *Raumbeständigkeit* (Teil 3) geschieht auch nach der neuen Norm mit den längst bekannten Verfahren von Vicat bzw. von Le Châtelier.

Neu ist Teil 4 der Zementprüfnormen. Die Normierung von Kompositzementen, von denen einige sogar mehrere Zusatzstoffe enthalten können, erfordert *Methoden zur Bestimmung des Anteils der verschiedenen Bestandteile*. Diese analytischen Methoden beruhen teilweise auf der unterschiedlichen Löslichkeit verschiedener Bestandteile in chemischen Reagenzien, bei Hochofenschlacke auf ihrer vom Klinker sich unterscheidenden Dichte oder auf unterschiedlichem Verhalten im Licht, was die mikroskopische Auszählung von Schlackekörnern ermöglicht. Die meisten dieser Methoden geben nur unter einschränkenden Voraussetzungen einigermaßen genaue Ergebnisse, bei Vielkomponentensystemen kann es sich höchstens um ein semiquantitatives Resultat handeln. Die in Teil 4 beschriebenen Methoden können demgemäss mangels Besserem – lediglich als Versuch gelten. Er gilt deshalb als provisorische Norm (ENV 196-4), und Anstrengungen zu ihrer Verbesserung laufen weiter.

Die in Teil 5 beschriebene Prüfung der *Puzzolanität von Puzzolanzementen* beruht darauf, die Abnahme des durch die Hydratation des Zementes freigesetzten Calciumhydroxidgehaltes nach einer bestimmten Zeit zu messen. Bekanntlich haben Puzzolane die Eigenschaft, unter Bildung von Calciumsilikathydraten, ähnlich denen, die bei der Portlandzementhydratation entstehen, mit Calciumhydroxid zu reagieren. Die Methode soll allerdings nur für Zemente des Typs IV angewendet werden.

Obwohl die *Mahlfeinheit des Zements* bei keinem der europäisch normierten Zemente eine Güteanforderung darstellt, sind in Teil 6 zwei Verfahren zu ihrer Bestimmung normiert worden. Sie beruhen auf den längst bekannten Methoden der Absiebung bzw. der Messung der Luftdurchlässigkeit eines standardisierten Zementbettes, z.B. gemäss der Methode nach Blaine.

Als ein Fortschritt ist zweifellos zu werten, dass das für repräsentative und vergleichbare Resultate so wichtige Vorgehen bei der *Probenahme und der Probenauswahl* in Teil 7 europäisch normiert worden ist. Die Norm ist ein glücklicher Kompromiss zwischen den zur Erreichung des Ziels notwendigen Anforderungen an die Probenahme und den daraus erwachsenden Kosten.

In Teil 21 werden im Sinne von Referenzverfahren gebräuchliche Methoden zur *Bestimmung des Chlorid-, des Alkali- sowie des (gebundenen) Gehaltes an Kohlenstoffdioxid* normiert.

### Die Norm über Zementsorten, Güteanforderungen und Konformitätskriterien die ENV 197-1

#### Hintergründe ihres Zustandekommens

Während hinsichtlich der Prüfverfahren die Einigung auf einheitliche Methoden, wenn auch erst nach langen Debatten, gelang, trägt die ENV 197-1 alle Merkmale eines mühsam zustande gekommenen Kompromisses zwischen einander widerstrebenden Interessen. Zu Auseinandersetzungen kam es insbesondere über die Frage, wie weit gewisse Zemente – es handelt sich hier meistens um Mischzemente mit höheren Anteilen an meist schlecht definierten Zusatzstoffen, die lediglich auf nationalen oder regionalen Märkten gehandelt werden – in die europäische Norm hineingehören oder nicht.

Ein Normenentwurf, der in dieser Hinsicht eine vertretbare Begrenzung vorsah, wurde deshalb im Jahre 1989 in der Abstimmung durch die ans Mittelmeer angrenzenden Länder zu Fall gebracht. Mit der etwas doktrinären Forderung, dass alle technischen Handelshemmnisse beseitigt werden müssten – sie waren schon bisher im transnationalen Zementhandel minimal –, hat dann die EG-Kommission vom CEN gefordert «dass alle traditionellen und bewährten Zemente, auch wenn sie sich nur eines regionalen Zuspruchs erfreuen» in die europäische Norm aufzunehmen sind. Dementsprechend ist die Palette der Mischzemente noch erheblich erweitert worden. Darüber hinaus hat die EG-Kommission verlangt, dass alle Güteanforderungen an den Zement soweit wie möglich als Leistungsanforderungen zu definieren seien. Offensichtlich wurde nicht bedacht, dass beim Zement, der ja ein Zwischenprodukt darstellt, die Leistungen desselben als solche nicht interessieren, sondern nur die Leistungen des daraus hergestellten Endproduktes, des Betons.

Table 1. Die gewöhnlichen Zementtypen gemäss ENV 197-1

Typ	Zusammensetzung in Massenprozenten		
	Klinkeranteil (inkl. Rohgips)	Zusatzstoffe	Nebenbestandteile
I Portlandzement	95 - 100	0	0 - 5
II Portlandkompositzement	65 - 94	6 - 35	0 - 5
III Hochofenzement	5 - 90	10 - 95	0 - 5
IV Puzzolanement	45 - 90	10 - 55	0 - 5
V Kompositzement	20 - 64	36 - 80	0 - 5

Auch die schon längst erhobenen Leistungsanforderungen an den Zement, wie Festigkeitsentwicklung des Normzementmörtels, Erstarrungszeit und Raumbeständigkeit, haben, wie den Fachleuten schon längst bekannt, nur sehr lose Beziehungen zu den entsprechenden Eigenschaften des Betons und sind somit zur Beurteilung der Leistung eines Zements im Beton nur sehr bedingt nützlich. Die Bemühungen, zusätzliche Leistungskriterien für den Zement zu finden, sind denn auch bisher im Sande verlaufen und haben keinen Niederschlag in der neuen Norm gefunden.

Die ENV 197-1 ist lediglich eine provisorische Norm und muss gemäss den CEN-Satzungen spätestens nach 5 Jahren in eine definitive umgewandelt werden. Als provisorische Norm (sogenannte Vornorm) ist ihre Anwendung nicht zwingend. Trotzdem hat sich der SIA auf Antrag der schweizerischen Zementindustrie entschlossen, sie als SIA-Norm 215.002 zu publizieren und anfangs 1994 in Kraft zu setzen, wobei für das Jahr 1994 noch einige Übergangsregelungen gelten werden. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Verwendung der neuen Prüfnormen EN 196/SIA 215.001 zusammen mit den Bestimmungen der alten Zementnorm SIA 215 über Definition und Gütewerte der Zemente zu erheblichen Unzulänglichkeiten führt, während EN 196/SIA 215.001 und ENV 197-1/SIA 215.002 völlig kompatibel sind. Die ENV 197-1 umfasst die sogenannten gewöhnlichen Zemente, d.h. Zemente für allgemeine Anwendung im Betonbau, wenn keine besonderen Eigenschaften verlangt werden. Sie schliesst die Pur-Portlandzemente sowie eine grosse Anzahl von Mischzementen ein. Spezielle Zemente, wie z.B. sulfatbeständige Zemente oder Tonerdeschmelzemente, sollen als weitere Teile der ENV 197 noch normiert werden. Die getroffene Abgrenzung ist allerdings aus der Natur der Sache heraus etwas willkürlich.

#### Zementtypen, deren Zusammensetzung und Bezeichnung

Die SIA 215.002 normiert die in Tabelle 1 aufgeführten Typen von Zement. Sie enthält auch Angaben über die Zu-

sammensetzung der Zemente aus ihren Bestandteilen. Die Typen gliedern sich in eine mehr oder minder grosse Zahl von Arten, worauf aber nicht im Detail eingegangen werden soll. Die Arten unterscheiden sich untereinander im Massenverhältnis von Klinker zu Zusatzstoff(en). Als solche sind eine ganze Anzahl von seit langem allgemein bekannten hydraulischen oder latent hydraulischen Zusatzstoffen, wie Hochofenschlacke, Flugasche und natürliche Puzzolane zugelassen.

Ihre Reihe wurde ergänzt durch solche, die bisher nur vereinzelt verwendet wurden, wie Silikastaub (Mikrosilika) oder puzzolanische Stoffe aus industriellen Prozessen, gebrannter Schiefer, und schliesslich auch Kalkstein, der keine hydraulischen Eigenschaften hat. Der Begriff Kompositzement wird beim Typus II, allerdings dort in der Zusammensetzung Portlandkompositzement, dann aber auch als Bezeichnung des Typus V verwendet. Zudem findet sich der Ausdruck Portlandkompositzement auch als Bezeichnung zweier Arten des Typs II, nämlich desjenigen, bei dem mehrere von den genannten Zusatzstoffen miteinander im Zement vorkommen können. Diese mehrfache Verwendung des Begriffs Kompositzement in etwas verschiedener Bedeutung mag einige Verwirrung stiften.

In der Schweiz dürften bis auf weiteres überwiegend nur Pur-Portlandzemente des Typus I verwendet werden. Die schweizerische Betonnorm SIA 162 setzt nämlich nach ihrem Paragraphen 5.14.11 «die Verwendung von Portlandzement» ... voraus. Paragraph 5.14.12 sagt weiter: «Wenn für spezielle Zwecke ein anderes Bindemittel vorgesehen ist, muss dessen Eignung in systematischen, schlüssigen Vorversuchen nachgewiesen werden». Da der einzige in der Schweiz kostengünstig erhältliche Zusatzstoff zum Zement hochprozentiger Kalkstein ist, kann erwartet werden, dass, wie in Nachbarländern, Portlandkalksteinzement des Typs CEM II/A-L oder CEM II/B-L auf den Markt gebracht wird. Die übrigen Mischzementtypen, insbesondere die Typen III, IV und V, werden dagegen kaum in der schweizerischen Bauwirtschaft auftreten.

Festigkeitsklasse	Normmörtel-Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>			Erstarrungsbeginn Zeit min.	Raumbeständigk. mm
	2 Tage	7 Tage	28 Tage		
32,5	-	≥ 16	≥ 32,5 ≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	≥ 10	-			
42,5	≥ 10	-			
42,5 R	≥ 20	-	≥ 42,5 ≤ 62,5		
52,5	≥ 20	-	≥ 52,5	≥ 45	
52,5 R	≥ 30	-			

Tabelle 2. Mechanische und physikalische Anforderungen gemäss ENV 197-1. Keine Anforderungen hinsichtlich Feinheit.

Eigenschaft	Zementart	Festigkeitsklasse	Anforderung
Glühverlust	CEM I CEM III	alle Klassen	≤ 5.0%
Unlöslicher Rückstand	CEM I CEM III	alle Klassen	≤ 5.0%
Sulfatgehalt (als SO <sub>3</sub> )	CEM I CEM II	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3.5%
	CEM IV CEMV CEMV	42,5 52,5 52,5 R	≤ 4.0%
	CEM III	alle Klassen	
Chloridgehalt	alle Klassen	alle Klassen	≤ 0.10%
Puzzolanität	CEM IV	alle Klassen	erfüllt die Prüfung

Tabelle 3. Chemische Anforderungen gemäss ENV 197-1. Klinker darf höchstens 5% MgO enthalten. Summe von CaO reakt. + SiO<sub>2</sub> reakt. in allen Zementen ≥ 50%.

Eigenschaften	Probenzahl
Festigkeit	2 x wöchentlich
Sulfatgehalt	
Erstarrungsbeginn	
Raumbeständigkeit	
Chloridgehalt	1 x monatlich
Glühverlust	
unlöslicher Rückstand	
Puzzolanität	

Tabelle 4. Mindestprüfhäufigkeit

n	unterer Grenzwert K <sub>L</sub>	oberer Grenzwert K <sub>U</sub>
40 - 49	2,13	1,70
50 - 59	2,07	1,65
60 - 79	2,02	1,61
80 - 99	1,97	1,56
100 - 149	1,93	1,53
150 - 199	1,87	1,48
> 200	1,84	1,45

Tabelle 5. Annahmekonstante für Normfestigkeitsprüfung bei 5% Abnehmerrisiko

Anzahl Prüfergebnisse n	Anzahl Fehler C <sub>A</sub>
< 20	0
20 - 39	0
40 - 54	1
55 - 69	2
70 - 84	3
85 - 99	4
100 - 109	5

Tabelle 6. Anzahl zulässiger Fehler bei Attributprüfung mit 5% Abnehmerrisiko

In Tabelle 2 sind 3 Festigkeitsklassen mittels der Anforderung an die Normmörtelfestigkeit nach 28 Tagen definiert. Jede dieser Festigkeitsklassen ist unterteilt in zwei Unterklassen, die sich hinsichtlich der Anforderungen an die Anfangsfestigkeit unterscheiden. Die Bezeichnung der Festigkeitsklasse ist durch die Mindestnominalfestigkeit nach 28 Tagen gegeben, zusätzlich mit einem grossen «R» für die rascher erhärtenden Zemente. Im grossen und ganzen ist das in vielen Ländern schon bestehende Festigkeitsraster übernommen worden, insbesondere die Begrenzung der 28-Tage-Normmörtelfestigkeit nach oben. Auch die Anforderungen an Erstarrungszeit und Raumbeständigkeit halten sich ungefähr an das in den bisherigen nationalen Normen Geforderte.

Ähnliches gilt, wie Tabelle 3 zeigt, für die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung der Zemente. Allerdings bezieht sich nun die Begrenzung des Magnesiumoxidgehaltes auf maximal 5% auf den Klinker, nicht mehr auf den Zement, wie das bisher der Fall war. Dagegen wird neu für alle Zementtypen und alle Festigkeitsklassen der Chloridgehalt auf maximal 0,1% begrenzt. Nur für Puzzolanzemente gilt die Anforderung, dass die Prüfung auf Puzzolanität bestanden werden muss.

Auch die zu verwendenden Zusatzstoffe müssen gewissen Anforderungen hinsichtlich ihrer Herkunft oder Gewinnung sowie hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung genügen, manche auch hinsichtlich des ihnen innewohnenden festigkeitsbildenden Potentials. Das letztere wird mittels konventionellen Tests an Normmörteln gemessen, doch würde es zu weit führen, auf diese Dinge im einzelnen einzugehen.

Für Zemente, die der ENV 197-1 bzw. der SIA 215.002, genügen, werden besondere Normbezeichnungen verwen-

det. An den Anfang gehört die Angabe der Norm mit dem Kennzeichen «CEM», hierauf folgt die Angabe des Typs, gegebenenfalls gefolgt von der Art und schliesslich die der Festigkeitsklasse. Zum Beispiel bedeutet die Bezeichnung CEM II/A-P 32,5, dass es sich um einen Portlandpuzzolanzement der Festigkeitsklasse 32,5 mit einem Gehalt an natürlichem Puzzolan zwischen 6 und 20% handelt.

**Feststellung der Normkonformität**

Gegenüber dem Bisherigen beschreibt die ENV 197-1 hinsichtlich der Feststellung der Normkonformität neue Wege. Sie basieren auf der fortlaufenden Auswertung der Prüfergebnisse mittels statistischer Methoden – ein Verfahren, das namentlich bei grossen Bauvorhaben und hohen Qualitätsanforderungen für die Überwachung der Betonqualität schon seit einiger Zeit eingesetzt wird. Der Einsatz statistischer Methoden rechtfertigt sich aus der Überlegung, dass die Qualität von Massengütern nur anhand der Prüfung von Stichproben bewertet werden kann. Es kommt noch hinzu, dass auch die Prüfungen selbst keine exakten Ergebnisse liefern, sondern dass diese unvermeidlicherweise streuen, so dass der wahre Wert lediglich geschätzt werden kann.

Die mathematische Statistik liefert die Methoden, um zu bestmöglichen Schätzungen zu gelangen. Dass die Qualität lediglich geschätzt werden kann, bringt die Möglichkeit des Irrtums mit sich. Man spricht vom Risiko des Abnehmers in dem Sinne, dass dieser eine Ware übernimmt, die gemäss statistischer Prüfung als normkonform erscheint, dies in Wirklichkeit aber nicht ist. Umgekehrt läuft der Hersteller das Risiko, dass die Normkonformität einer Ware gemäss statistischer Prüfung verworfen wird, es in Wahrheit aber ist. Die Statistik liefert auch die Verfahren, beide Risiken zu quantifizieren.

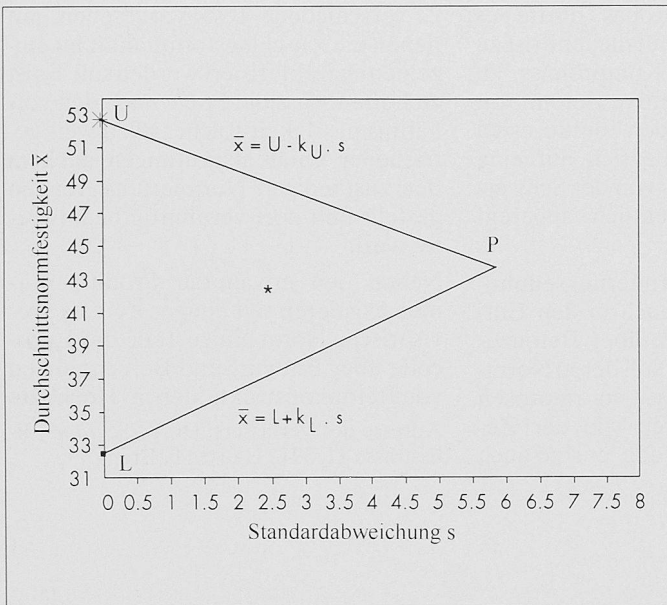


Bild 1. Grafische Veranschaulichung der Variablenprüfung für die Normfestigkeit

Eigenschaft	Abweichung von den Anforderungen gemäss Tab. 3 und 4 um mehr als
untere Festigkeitsgrenze:	28 Tage - 2,5 N/mm <sup>2</sup> 2 Tage - 2,0 N/mm <sup>2</sup> (7 Tage)
obere Festigkeitsgrenze:	28 Tage kein Wert festgelegt
Erstarrungsbeginn:	
Festigkeitsklassen	32,5 und 42,5 - 15 min 52,5 - 5 min
Raubständigkeit:	+ 1 mm
Glühverlust:	kein Wert festgelegt
Sulfatgehalt:	+ 0,5%
Chloridgehalt:	+ 0,01%
unlöslicher Rückstand:	kein Wert festgelegt
Puzzolanität:	kein Wert festgelegt

Tabelle 7. Hauptfehler

Formell hält die Norm fest, dass der Hersteller zu einer kontinuierlichen Eigenüberwachung der Qualität der Zemente verpflichtet ist – eine Selbstverständlichkeit, die sich schon seit langem durchgesetzt hat. Internationale oder auch nationale Regelungen können bestimmen, dass die Eigenüberwachung der Qualität mittels einer Fremdüberwachung durch eine amtlich anerkannte Prüfstelle zu begleiten ist. In der Schweiz wird bis auf weiteres auf Grund einer Vereinbarung zwischen dem schweizerischen Baumeisterverband und der Zementindustrie die EMPA die Güteüberwachung der Zemente durchführen.

Über die Häufigkeit der geforderten Prüfungen orientiert Tabelle 4. Die Konformität mit den Güteanforderungen ist anhand einer Probereihe nachzuweisen, die in einem Zeitraum von nicht weniger als 6 Monaten und nicht mehr als 12 Monaten entnommen worden ist.

Die statistische Prüfung impliziert, dass vereinzelte Prüfergebnisse durchaus etwas unter den Mindestanforderungen liegen bzw. das maximal Zulässige überschreiten können, ohne dass das Produkt als nicht normkonform deklariert werden muss.

Die Norm legt den Prozentsatz an Fehlern fest, der bei dem vorgegebenen Abnehmerrisiko von 5% vorhanden sein darf, ohne dass dies zu Norminkonformität führt. Hierbei bedient man sich, soweit es um die Beurteilung der Festigkeit geht, der sogenannten Variablenprüfung, während für die übrigen physikalischen und chemischen Anforderungen normalerweise die Attributprüfung verwendet wird, die Variablen-

prüfung immerhin zulässig ist. Prinzipiell wird der Gesamtprozentsatz von Fehlern in einem Los, aus dem die Stichproben gezogen werden, anhand eines statistischen Verfahrens geschätzt.

Die Variablenprüfung ist hierbei das weniger strenge Verfahren und für die Festigkeitsprüfung zulässig, weil sich geringe Unterschreitungen der minimalen Normfestigkeit bekanntermassen auf die Brauchbarkeit des Zementes kaum auswirken. Konkret ist nachzuweisen, dass der Durchschnitt  $\bar{x}$  sämtlicher Festigkeitsprüfergebnisse, vermindert um  $k_L \cdot s$  bzw. erhöht um  $k_U \cdot s$  – Terme, die den statistischen Unsicherheiten Rechnung tragen – höher oder gleich der unteren Festigkeitslimite L bzw. niedriger oder gleich der oberen Festigkeitslimite U ist. Mathematisch lässt sich dies in zwei Gleichungen bzw. Ungleichungen ausdrücken:

$$\bar{x} - k_L \cdot s \geq L$$

$$\bar{x} + k_U \cdot s \leq U$$

s bedeutet hierbei die Standardabweichung der Prüfergebnisse.  $k_L$ , bzw.  $k_U$  sind die sogenannten Annahmekonstanten, die die Unsicherheit statistischer Prüfverfahren zum Ausdruck bringen. Erfahrungsgemäss ist, wie die Tabelle 5 zeigt, die Unsicherheit um so grösser, je geringer die Anzahl der Prüfungen ist, auf die sich die Beurteilung stützt. Umgekehrt ist die Annahmekonstante um so kleiner, je höher man die Irrtumswahrscheinlichkeit ansetzt darf, d.h. das sogenannte Abnehmerrisiko, eine Ware aufgrund statistischer Prüfungen zu bekommen, die in Wirklichkeit nicht den Anforderungen entspricht. Die Annahmekonstante für die untere Festigkeitslimite ist grösser als die für die obere, weil man bei der un-

teren nur eine kleinere Anzahl von fehlerhaften Resultaten akzeptieren darf.

Die Attributprüfung besteht darin, die Anzahl der nicht den Anforderungen der Norm genügenden Resultate zu bestimmen und sie anhand der Tabelle 6 mit der Anzahl an tolerierbaren Prüfergebnissen zu vergleichen.

Das Vorgehen bei der Variablenprüfung der 28-Tage-Normfestigkeit kann graphisch veranschaulicht werden (vgl. Bild 1). Die genannten Gleichungen bzw. Ungleichungen lassen sich nach einer einfachen Umformung als Geraden in einem Diagramm darstellen, dessen Abszisse durch die Standardabweichung s und dessen Ordinate durch den Durchschnitt  $\bar{x}$  der Normfestigkeit gegeben ist. Die Graphik besagt, dass, wenn das Produkt normkonform sein soll, der das Ergebnis der statistischen Prüfung angegebene Punkt innerhalb des Dreiecks U-L-P liegen muss.

Allzugrosse Abweichungen von Einzelergebnissen vom Nominalwert, die die Gebrauchsfähigkeit des Zementes als zweifelhaft erscheinen lassen, können aber nicht akzeptiert werden. Deshalb erklärt die Norm diese als Hauptfehler.

Das entsprechende Produktlos, in welchem Hauptfehler auftreten, gilt als nicht normkonform. Tabelle 7 gibt an, wie stark von den Anforderungen abgewichen werden darf, ohne dass dies als ein Hauptfehler angesehen werden muss.

### Europäische Normen auch für Beton und Zuschlagstoffe

Nicht nur für Zemente, sondern auch für den Baustoff Beton, für Baukon-

struktionen in Beton, für Betonzuschlagstoffe und, zu einem etwas späteren Zeitpunkt, auch für Zusatzstoffe wie Flugasche, Schlacke usw., wie auch für chemische Zusatzmittel werden harmonisierte europäische Normen ausgearbeitet. Überdies ist auch die Normierung zahlreicher Betonfertigteile schon im Gange oder wird vorbereitet.

Eine provisorische Norm für Beton als Baustoff, die ENV 206, ist 1990 herausgegeben worden. Offenbar wird sie aber bis heute kaum verwendet, auch in der Schweiz nicht. Angesichts verschiedener Bautraditionen und verschiedener klimatischer Bedingungen in verschie-

denen Regionen Europas dürfte es schwierig sein, innert nützlicher Frist zu einem brauchbaren Kompromiss zu kommen, der als definitive Betonnorm überall akzeptiert werden könnte, es sei denn, man beschränke sich auf eine Rahmennorm, wie das von der Schweiz aus schon verschiedentlich angeregt worden ist.

Die gegenwärtige Normierungseuphorie manifestiert sich auch in den Entwürfen zu einer Norm über Betonzuschlagstoffe. Nicht nur soll deren Normkonformität einem fast so rigorosen Zertifizierungsverfahren wie der Zement unterworfen werden, es sind auch

22 verschiedene Tests vorgesehen, mit denen die Zuschlagstoffqualität im einzelnen charakterisiert werden soll. Es ist zu hoffen, dass die Frage nach der Verhältnismässigkeit solcher allzu weit getriebener Qualitätsprüfungen auch in den zuständigen Normierungsgremien gestellt und dort vernünftig beantwortet wird.

Neben den erwähnten Produktnormen existieren seit einiger Zeit als provisorische Norm einige Teile des Eurocode über Entwurf und Berechnungen von Betonkonstruktionen im Hochbau.

Adresse des Verfassers: Dr. W. Schräml, Illtisstrasse 11, 5212 Hausen b. Brugg.

## Wettbewerbe

### Aménagement de la place Centrale, Martigny

La commune de Martigny, par ses services techniques, a ouvert un concours de projets pour l'aménagement de la place Centrale. Le concours était ouvert aux architectes, architectes-paysagistes, urbanistes et ingénieurs établis ou originaires de la commune de Martigny ainsi qu'aux bureaux Bernhard Stucky, Raymond Theler, Brigue; Jean-Gérard Giorla, Mona Trautmann, Sierre; Pierre Cagna, Sion; Pascal Varone, Sion; Pierre Cotter, Dominique Zuchuat, Sion; Denis Woefray, Geneviève Bonnard, Monthey; Roland Gay, architecte, Monthey. Les participants pouvaient consulter un ingénieur en circulation de leur choix.

Sur les 30 concurrents inscrits, 23 ont rendu un projet dans les délais fixés.

*1<sup>er</sup> prix (8000 Fr.):* Fabrice Franzetti; coll.: Roger Fellay, arch., Martigny; ERTEC SA, bureau d'ingénieurs-conseils en circulation, Sion

*2<sup>e</sup> prix (6000 Fr.):* Roland Vassaux & Joël Chervaz, Fully; coll.: Jean-Philippe Runz, Lionel Sermier

*3<sup>e</sup> prix (5000 Fr.):* Roger Bonvin, Martigny, Pierre Robyr, François Doggwiler; coll.: Aimée Buhner

*4<sup>e</sup> prix (3000 Fr.):* Rouiller & Saudan SA, Martigny; coll.: François Jolliet, Lena Poschet, Pier Lovat

*5<sup>e</sup> prix (3000 Fr.):* Atelier de paysage Cotter et Zuchuat, Sion; coll.: Philippe Curdy, Martigny, Valérie Reymond, Sion; conseils: Michel Clivaz, Sion, Albin Blanchet, sculpteur, Sion

*5<sup>e</sup> prix (3000 Fr.):* Jean-Gérard Giorla et Mona Trautmann, Sierre; coll.: Vincent Degen

*Achat (2000 Fr.):* Pierre Cagna, Sion; coll.: J. Lapajne, Cédric Rime

Arrivé au terme de son jugement, le jury, à l'unanimité, recommande le projet du premier prix comme base de travail pour la poursuite des études en vue de l'exécution.

Jury: Bernard Attinger, architecte cantonal, Sion, président; Stéphanie Cantalou, architecte, Berne; Jean-Paul Chabbey, architecte, Monthey; Pierre Dal Pont, conseiller municipal, Martigny; Roby Jordan, architecte-urbaniste de la ville de Martigny; Gabriel Magnin, ingénieur cantonal, Sion; Raphy Martinetti, conseiller municipal, Martigny; Livio Vacchini, architecte, Locarno; Jacques Widmann, architecte-urbaniste, Sion; suppléants: Sandro Cabrini, architecte, Lugano; Willy Fellay, ingénieur, Martigny; Christian Vogel, ingénieur, Martigny.

### Maison du Football Européen UEFA à Nyon VD

L'Union des Associations Européennes de Football UEFA a organisé un concours de projet sur invitation pour son siège à Nyon. Dix architectes, six Suisses et quatre étrangers, ont été conviés à participer au concours, soit: Patrick Berger, Paris, Esteve Bonell et Josep M. Gil, Barcelone, David Chipperfield, Londres, Hans Kollhoff, Berlin, Inès Lamunière et Patrick Devanthery, Genève, Vincent Mangeat, Nyon, Jean-Jacques Ober-son, Genève, Jacques Richter et Ignacio Dahl Rocha, Lausanne, Luigi Snozzi, Locarno, Jacques Suard, Nyon.

*1<sup>er</sup> prix (17 000 fr.):* Patrick Berger, Paris; collaborateurs: Armand Nouvet, Alexandre Ory

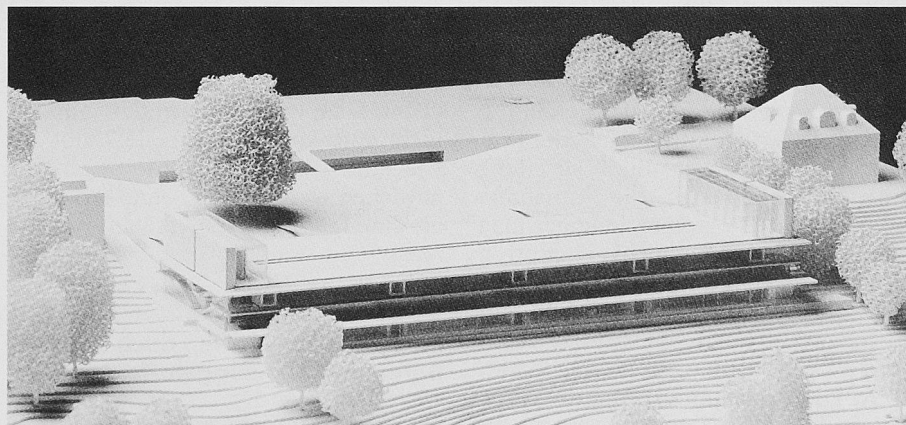
*2<sup>e</sup> prix (16 000 fr.):* Patrick Devanthery et Inès Lamunière, Carouge-Genève; collaborateurs: Patrick Aeby, Olivier Andreotti, Isabelle Charollais, Mylène Ducrey, Laurent Matthey, Philippe Meylan

*3<sup>e</sup> prix (15 000 fr.):* Esteve Bonell et Josep M. Gil, Barcelone; collaborateurs: Serge Butikofer, Antonio Guedes, Josep Llobet, Alberto Malavia, Désirée Mas, Enric Rego; structures: Robert Brufau; technique d'immeuble: Alberto Salazar

*4<sup>e</sup> prix (8000 fr.):* Vincent Mangeat, Nyon; collaborateurs: Paule Soubeyrand, Pierre Wahlen, Sibylle Barbey, Marc Bertoli, David Prudente, Igor Prusak; structure: Schindelholtz & Dénériaz, ing., Lausanne, MM. Pralong & Dory

Le jury a recommandé au maître de l'ouvrage d'inviter les auteurs des projets classés aux trois premiers rangs à poursuivre l'étude sous forme d'un mandat d'étude pour présenter une nouvelle version de leur projet.

Chaque concurrent a reçu une indemnité fixe de 6000 fr. Jury: Gerhard Aigner, Secrétaire général de l'UEFA; Jacques Locatelli, Syndic de Nyon; Daniel Schmutz, conseiller d'Etat vaudois; Markus Studer, Secrétaire général adjoint de l'UEFA; Andreas Fischer, UEFA, suppléant; les architectes Aurelio Galfetti, Lugano, Silvia Gmür, Bâle, Prof. Antonio Ortiz-Garcia, Séville; Prof. Franz Oswald, Berne, Prof. Pierre von Meiss, Lausanne, Hans Rudolf Abbühl, Berne, suppléant.



Maison du Football Européen UEFA, Nyon, 1<sup>er</sup> prix