

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 46-47 (1978-1979)
Heft: 1

Artikel: Über den Zementgehalt
Autor: Trüb, U.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153596>

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: 05.02.2025

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

CEMENTBULLETIN

JANUAR 1978

JAHRGANG 46

NUMMER 1

Über den Zementgehalt

Bedeutung der Minimaldosierung. Der Zement als Vermittler von Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Vorteile höherer Zementgehalte. Auswirkungen auf die Betonsichtfläche. Einflüsse auf Schwinden und Kriechen.

Die Zementdosierung im Beton ist in letzter Zeit vermehrt diskutiert worden. Man geht von der Frage aus, ob es möglich sei, mit der **Herabsetzung der Zementdosierung** Kosten einzusparen ohne die Qualität des Betons zu beeinträchtigen. Dies ist natürlich unmöglich. Man muss eher fragen, ob die dabei entstehenden **Qualitätseinbussen** verantwortet werden können, d.h. ob der Beton, trotz weniger Zement, seine Aufgaben zuverlässig erfüllen kann.

Massgebend sind die schweizerischen Normen für den Betonbau (Technische Norm SIA Nr. 162/1968). Diese sehen für den armierten Beton eine minimale Zementdosierung von 300 kg/m^3 vor. Nur für Betonteile, die den Witterungseinflüssen dauernd entzogen sind, kann die Zementdosierung auf 250 kg/m^3 herabgesetzt werden. Es sind **Minimaldosierungen**, die mit guten Gründen festgesetzt wurden. Sie entsprechen auch den meisten ausländischen Betonnormen und damit der weltweiten und langjährigen praktischen Erfahrung.

Die erwähnte Norm definiert die **Betonsorten** nach ihrem Zementgehalt und zeigt gleichzeitig, welche Festigkeiten ihnen zugeordnet werden müssen. Diese Art der Beschreibung kann bei reichlich freimütiger Interpretation zur Annahme führen, es sei entweder die Bedingung der Zementdosierung oder jene der Festigkeitsleistung zu erfüllen. Eine solche Auswahlmöglichkeit liegt aber niemals im

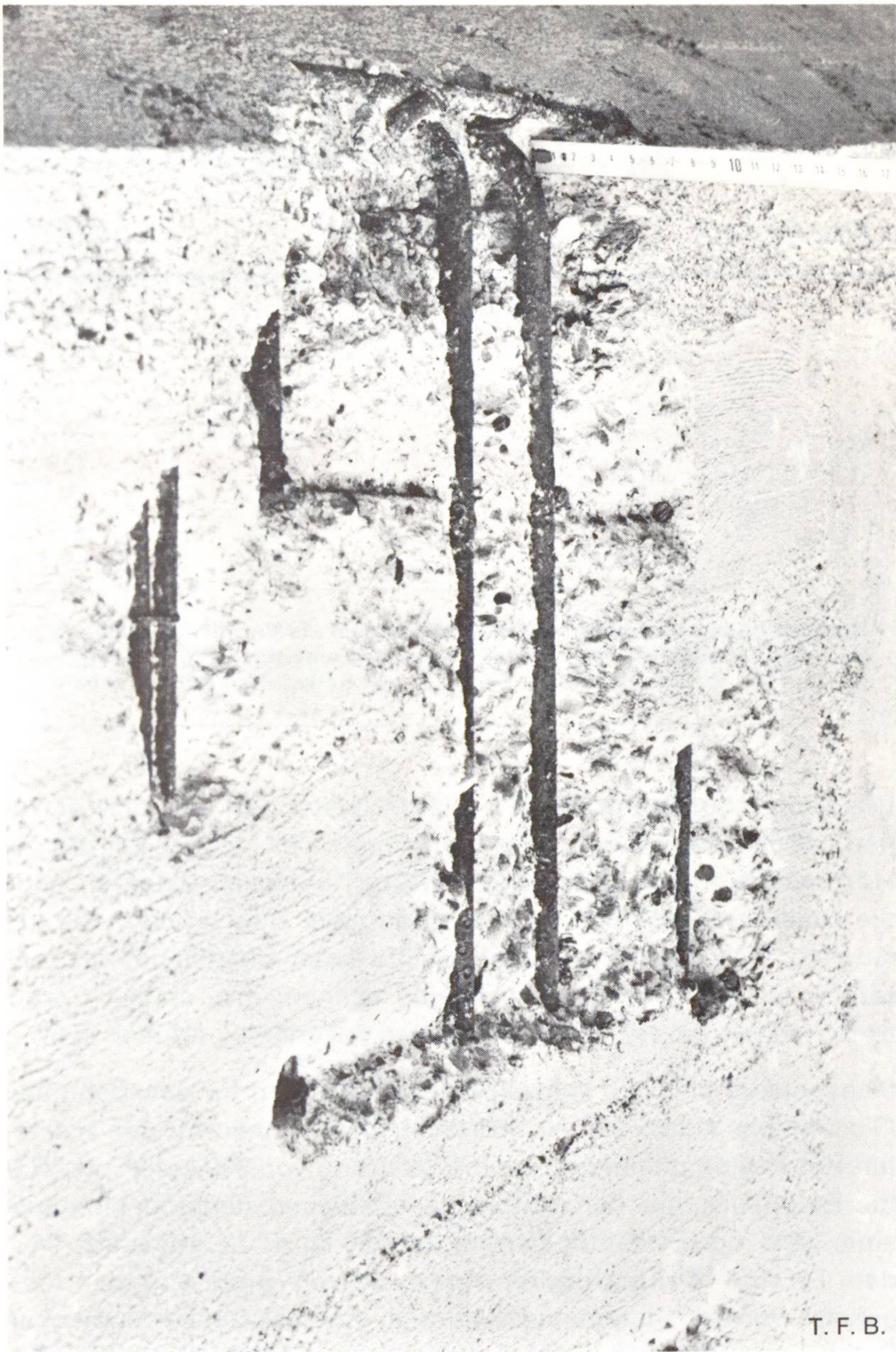


Abb. 1 Bei ungenügendem Zementgehalt und zu geringer Überdeckung erhöht sich die Gefahr der Bewehrungskorrosion. Der unterdosierte Beton enthält nicht nur weniger schützendes Calciumhydroxid, sondern dieses wird infolge der stärkeren Porosität auch rascher abgebaut.

3 Sinne der Normenvorschriften. Man weiss, dass einerseits die Zementdosierung allein die vorgesehene Festigkeit noch nicht garantiert und dass andererseits mit einer genügenden Festigkeit allein die Beständigkeit, z.B. der Korrosionsschutz der Bewehrung, noch nicht sichergestellt werden kann (Abb. 1). Es ist deshalb unmissverständlich festzuhalten, dass die in den Normen **vorgeschriebenen Zementdosierungen** vor allem als **Minimaldosierungen** verstanden werden sollen, und zwar nicht in erster Linie wegen der notwendigen Tragfähigkeit, sondern wegen der notwendigen Dauerhaftigkeit des geplanten Betonteils. Ein Gesetz der Betontechnologie lautet: höherer Zementgehalt = kleinerer Wasserzementwert = verminderte Porosität des Zementsteins = hohe Beständigkeit des Betons.

In den Normen wird vielleicht auch der Anschein erweckt, dass der «P 300» (Beton mit 300 kg Portlandzement pro m³) eine universell anwendbare Idealmischung sei. Dies würde den praktischen Erfahrungen widersprechen. Zahlreich sind die Fälle, bei denen auch ein **normaler Beton mit Vorteil höher dosiert** wird.

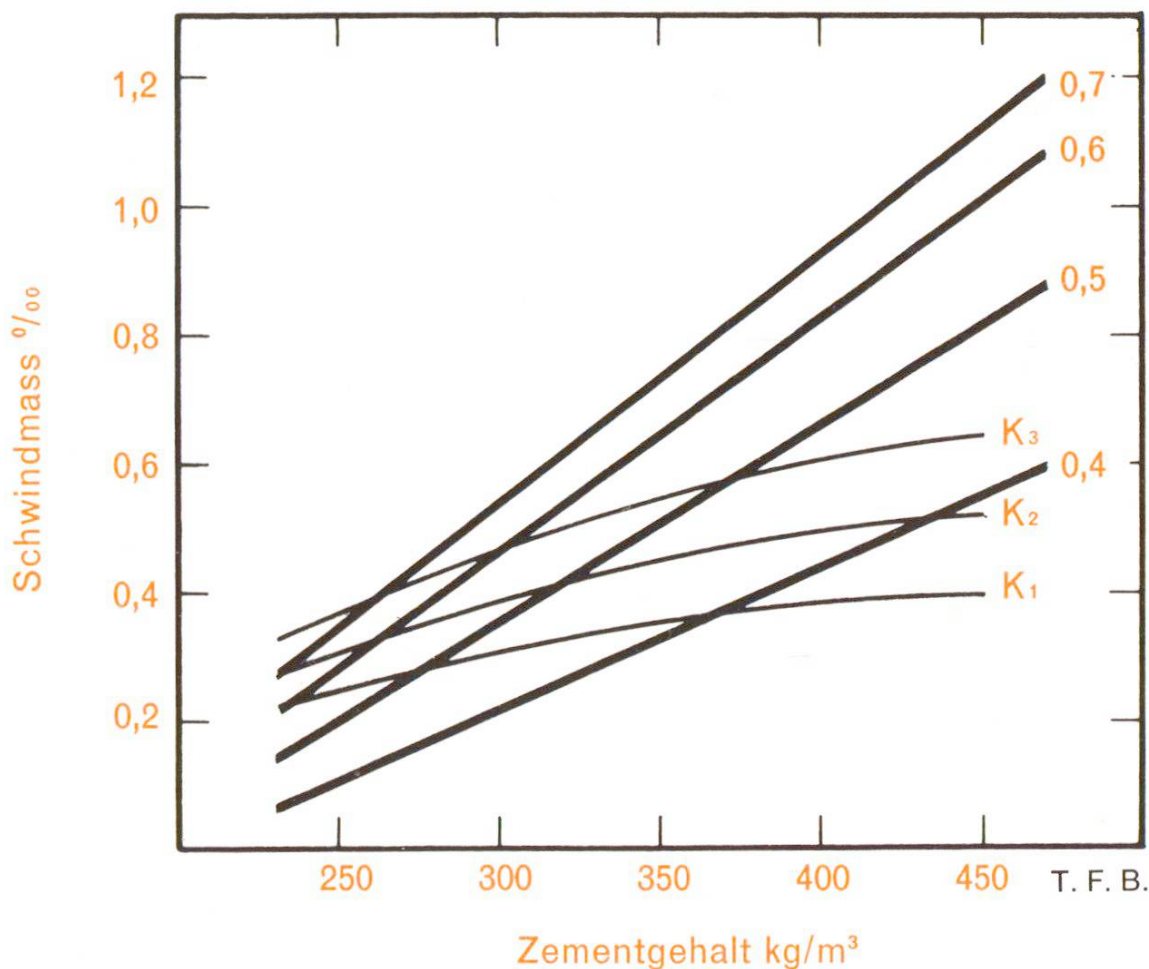
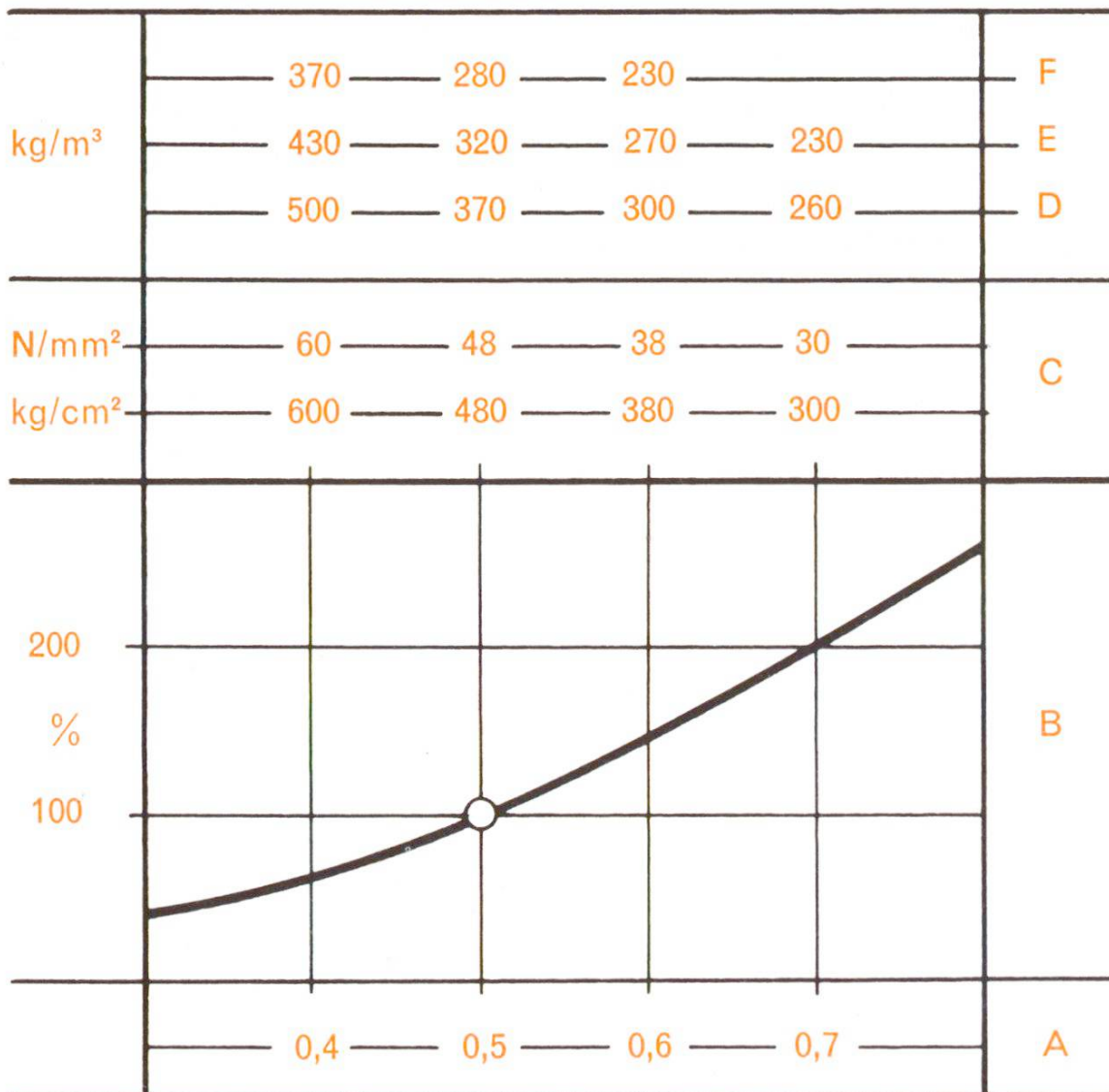


Abb. 2 Schwindmass von 12-cm-Prismen nach 180 Tagen bei trockener Lagerung in Abhängigkeit der Zementdosierung und des Wasserzementwertes 0.4 bis 0.7. Die Kurven K₁, K₂ und K₃ zeigen entsprechende Betonzusammensetzungen mit steifer (K₁), plastischer (K₂) und weicher (K₃) Konsistenz an. Mit ihnen wird deutlich gemacht, dass eine Erhöhung der Zementdosierung unter Beibehaltung der Konsistenz und Herabsetzung des Wasserzementwertes nur eine geringe Steigerung des Schwindmasses zur Folge hat (Schwindmasse nach F. M. Lea, s. Literaturangabe, Mischungsberechnungen mit Beton-Rezeptur v. Rapp).

4 Zusätze und Zusatzmittel dienen in bestimmten Anwendungsfällen zur anpassenden Veränderung der Frischbetoneigenschaften. Dabei entsteht Unsicherheit über die Auswirkungen auf die Betonqualität, insbesondere wenn gesagt wird, man könne damit auch Zement einsparen. Hier muss gewarnt werden, denn der Zement ist und bleibt das **einzig aktiv wirksame Bindemittel** im Beton. Seine Aufgabe, Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu erzeugen, kann kein anderer Stoff, weder ganz noch teilweise, übernehmen.

Beim Frischbeton zeigt sich auch eine dritte, **unnachahmliche Wirkung** des Zementes. Das sehr kleine Zementkorn wird vom Wasser sofort angegriffen und an der Oberfläche aufgeweicht. Es bilden sich dünne weiche Gelschichten, die wie ein klebendes Polster wirken. Dadurch wird der Zementleim im Beton zu einer



T. F. B.

Abb. 3 Relatives End-Kriechmass (B) in Abhängigkeit des Wasserzementwertes (A). Die Zeile C gibt die mutmassliche Würfeldruckfestigkeit entsprechender Betonmischungen nach 28 Tagen an. Die Zeilen D, E und F zeigen die berechneten Zementdosierungen der entsprechenden Betone, und zwar D für weiche, E für plastische und F für steife Konsistenz (nach O. Wagner, s. Literaturangabe, Mischungsberechnungen mit Beton-Rezepter v. Rapp).

5 stabilen Suspension. Er erhält eine crèmeartige, geschmeidige Konsistenz. Je stärker die Durchmischung des Betons, desto stärker entwickelt sich naturgemäss diese vorteilhafte Eigenschaft (s. «CB» Nr. 19, 1977). So leistet der Zement einen spezifischen, unersetzlichen Beitrag auch **zugunsten des Frischbetons**.

Wenn der in den Betonnormen herausgestellte «P 300» keine Ideal- oder Universalmischung sein soll, sondern eher eine minimal dosierte Mischung darstellt, so kann dies nur auf die vermehrte Anwendung von Beton mit höherer Zementzugabe hinweisen. Reichere Mischungen können **10 realistische Vorteile** erbringen:

1. Auch bei weichplastischem Beton können **Spitzenfestigkeiten** erzielt werden (Abb. 3).
2. Die **Dauerhaftigkeit** des Betons wird erhöht (Frostbeständigkeit, Abnutzungsfestigkeit, Korrosionsschutz der Armierung u.a.) (Abb. 1).
3. Die Festigkeitsentwicklung erfolgt **rascher**.

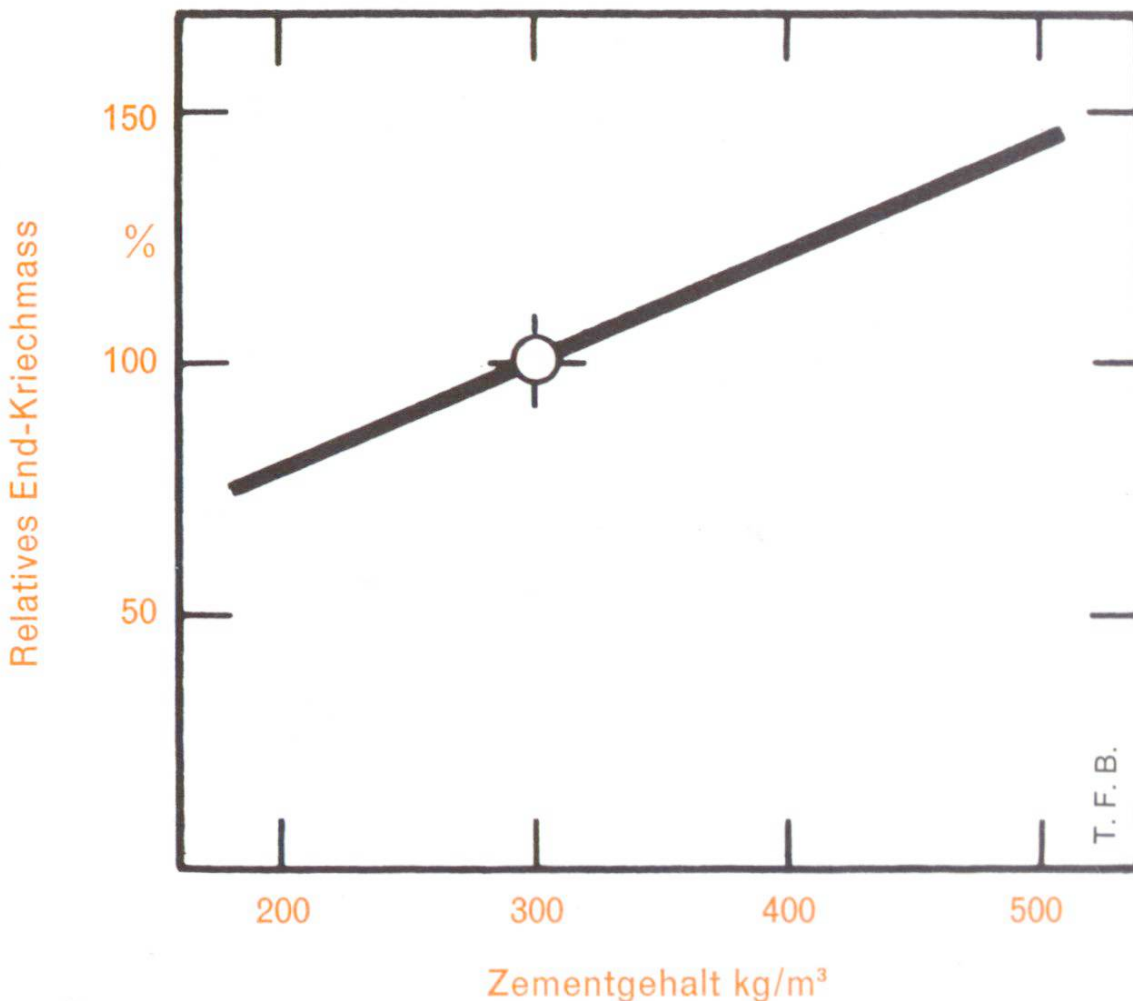


Abb. 4 Relatives End-Kriechmass in Abhängigkeit des Zementgehaltes (nach O. Wagner, s. Literaturangabe).

- 6 4. Die Betonmischung ist **stabiler**. Sie neigt weniger zu Wasserausscheidungen und anderen Entmischungen. Die Betonsichtflächen werden gleichmässiger, mit heller Farbe und geschlossener Oberfläche (Abb. 5–7).
5. Die **Bearbeitung** von horizontalen Oberflächen wird erleichtert.
6. Ein nur bedingt geeignetes **Zuschlagsgemisch** kann allenfalls ohne Qualitätseinbussen verwendet werden (nach Vorversuchen).
7. Beim **Pumpen** sind kaum mehr Störungen zu befürchten.
8. Die Gefahr, dass der eingebrachte Beton **einfriert** und dadurch geschädigt wird, ist weniger gross.
9. Auf plastifizierende **Zusatzmittel** und evtl. auf Frostschutzmittel kann verzichtet werden.
10. Wenn **chemische Zusatzmittel** notwendig sind, so können sich diese voll auswirken ohne Beeinträchtigung der Betonqualität (z.B. Superverflüssiger).



Abb. 5 Beton mit geringem Zementgehalt neigt zur Wasserausscheidung und damit zu Oberflächenschädigungen.

7 Einige dieser Vorteile können schon für sich allein eine höhere Zementdosierung rechtfertigen. In manchen Fällen wird damit eine **Reduktion der Gesamtkosten** herbeigeführt. Man vergisst oft, dass durch die Erhöhung des Zementgehaltes um 50 kg der m^3 -Preis des Betons nur um 3 bis 4% zunimmt, während andererseits der **Arbeitsaufwand** von beispielsweise 1,3 Std. pro m^3 steifplastischem Beton auf 0,9 Std. pro m^3 weichplastischem Beton sinken kann. Einem Mehraufwand von vielleicht 3% könnte somit eine Einsparung von etwa 6% gegenüberstehen.

Ferner vergisst man oft die **Risiken** für Störungen im Arbeitsablauf und für ein nicht einwandfreies Ergebnis einzurechnen und die entsprechenden Rückstellungen zu machen. Heute weiss man, dass diese Gefahren mit zementreicherem Beton erheblich geringer werden, besonders bei qualitativ anspruchsvollen Betonteilen und bei Sichtbeton. Man vergleiche hierzu die Punkte 4, 6, 7, 8 und 10 der obenstehenden Aufzählung.



Abb. 6 Mit ungenügend dosiertem Beton kommen Kiesnester und Ausblühungen häufiger vor.

8 Zum Schluss bleibt noch die wichtige Frage, welche **Nachteile** eine steigende Zementzugabe zur Folge haben könnte. Im Bereich der normalen Dosierungen von 200 bis 500 kg PC/m³ sind drei Haupteigenschaften zu beachten:

- Die **Festigkeit** des Betons nimmt mit steigender Zementdosierung nicht unbeschränkt zu. Es gibt bezüglich der Festigkeit optimale Dosierungen, welche mit dem Feinheitsgrad des Zuschlages bzw. mit dem Grösstkorndurchmesser zusammenhängen:

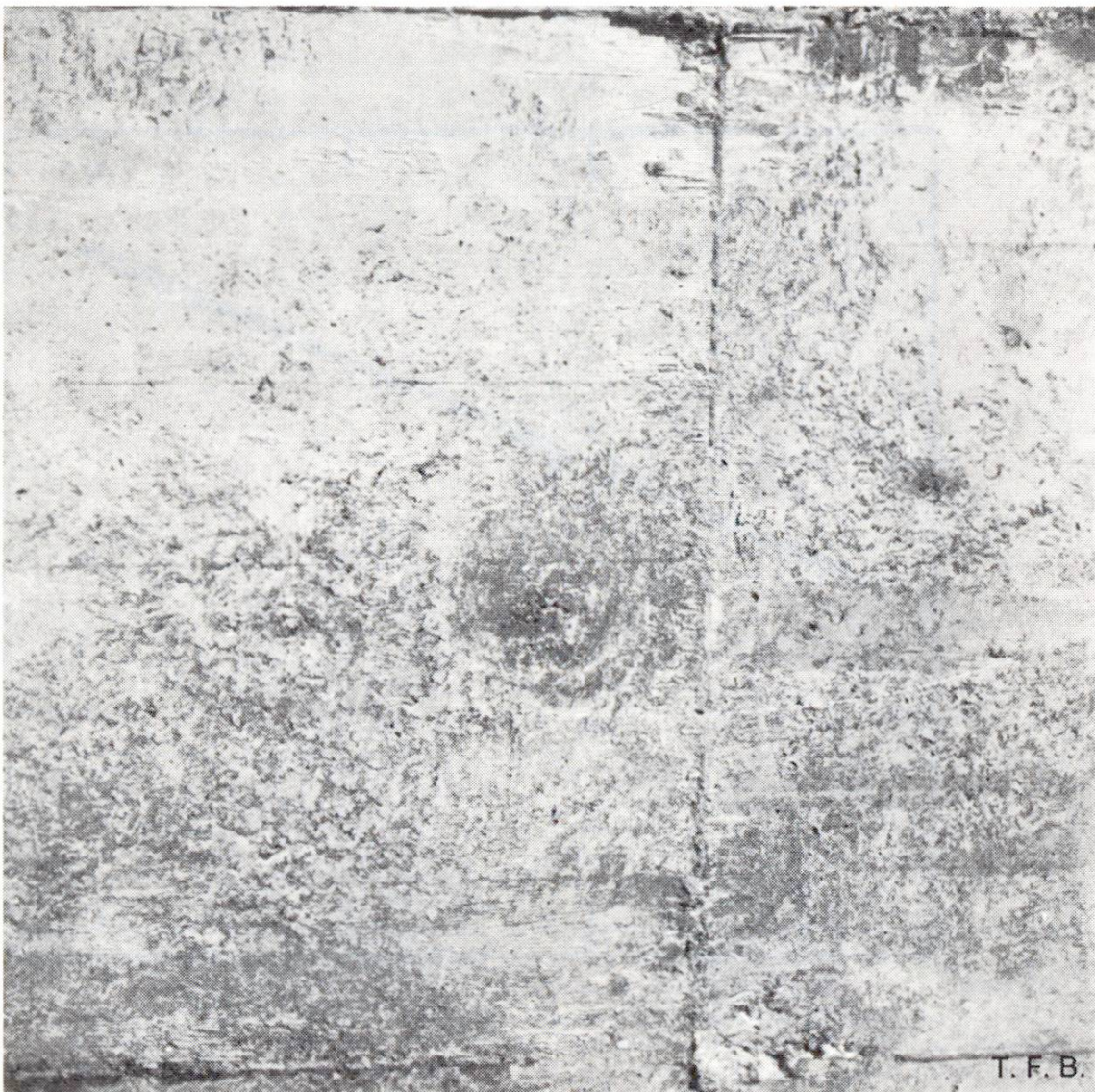


Abb. 7 Je geringer der Zementgehalt eines Betons, desto grösser wird die Gefahr der Wasserausscheidungen und der Entmischung im Feinkornbereich. Das Bild zeigt die Folgen dieser Vorgänge, ausgelöst durch die Vibration.

Grösstkorndurchmesser	Zementdosierung für bestmögliche Festigkeit
50 mm	etwa 250 kg/m ³
40 mm	etwa 300 kg/m ³
30 mm	etwa 350 kg/m ³
20 mm	etwa 400 kg/m ³
15 mm	etwa 450 kg/m ³

- Das **Schwinden** des Betons ist weniger von der Zementdosierung als von der Wasserzugabe abhängig. Abb. 2 zeigt, dass die Zunahme des Schwindmasses dann sehr bescheiden ausfällt, wenn mit höherer Zementzugabe ein entsprechend kleinerer Wasserzementwert eingehalten wird. In diesem Falle genügen die Gegenmassnahmen, die man bei einem P 300 treffen muss, durchaus auch für einen P 400.
- Auch das **Kriechmass** nimmt mit steigender Zementzugabe zu. Abb. 3 und 4 geben darüber Auskunft. Auch hier ist die Zunahme nicht so stark, dass ernsthafte Nachteile zu befürchten wären. Ein niedriger Wasserzementwert wirkt sich ähnlich mildernd aus wie beim Schwinden.

U. A. Trüb, TFB

Literaturangaben:

F. M. Lea, The Chemistry of Cement and Concrete (London 1956)

O. Wagner, Das Kriechen unbewehrten Betons, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 131, Berlin 1958

TFB

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE
DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE
5103 Wildegg Postfach Telephon (064) 53 17 71