

Die Verbesserungen in der Herstellung des Betons und in der Überwachung der Ausführung müssen gleichen Schritt halten mit den im Eisenbeton bereits erzielten großen Fortschritten in der theoretischen Erkenntnis sowie in der Benutzung und Ausnutzung der Maschinen.

Daß die Einführung und Durchführung einer sachgemäßen, sich jedoch in vernünftigen Grenzen haltenden Baukontrolle eine im Interesse der gesamten Industrie liegende *Notwendigkeit* ist, wird *allseitig* anerkannt. Die Anerkennung darf sich aber seitens der Unternehmerschaft nicht nur in Worten ausdrücken, es müssen bald auch entsprechende Taten folgen.

Je mehr der hochwertige Zement und damit der hochwertige Beton Verwendung finden, je mehr also mit höherer Beanspruchung und mit kürzerer Ausschaltungsfrist gearbeitet wird, um so dringender erheben sich die Forderungen nach Durchführung der Baukontrolle.

Wenn sich die Unternehmerschaft der Baukontrolle und der damit zusammenhängenden Vorteile nicht bedient, so wird der Eisenbetonbau auf die Dauer gegenüber anderen Bauweisen nicht wettbewerbsfähig bleiben.

Diskussion

Professor Dr. R. BORTSCH, Graz:

Nachdem die Notwendigkeit einer durchgreifenden Baukontrolle des Betons wohl allgemein anerkannt ist, und auch in der Art ihrer technischen Durchführung allzugroße Meinungsverschiedenheiten nicht bestehen, möchte ich mich ausschließlich mit der brennenden Frage befassen, auf welchem Wege die Baukontrolle am leichtesten eingebürgert werden kann.

In den diesbezüglichen Ausführungen des Herrn Referenten heißt es: „Die mit in erster Linie hierzu berufenen Organe dürften die Baupolizeiämter in den einzelnen Städten sein, und es ist mit Freude und Genugtuung festzustellen, daß das Verständnis und die Bereitschaft für die sich hier ergebenden Aufgaben bei den meisten Polizeiamttern in ausreichendem Maße vorhanden ist.“

Meiner Ansicht nach dürfte es schwer gelingen, besonders in mittleren und kleinen Städten oder gar auf dem flachen Lande, auf diesem Wege einen durchgreifenden Erfolg zu erzielen. Nach den Veröffentlichungen der letzten Jahre scheinen die Baupolizeiämter der Städte Köln und Nürnberg am weitesten gekommen zu sein, woselbst die Unternehmer, welche für die Ausführung von Eisenbetonarbeiten qualifizierten sind, in drei Listen aufgenommen wurden, während die übrigen, nicht qualifizierten, vom Eisenbetonbaue ferngehalten werden.

In Österreich und auch in der Tschechoslowakei ist leider eine solch gründliche Lösung dieser Frage nicht möglich, weil gesetzliche Bestimmungen hiedurch verletzt würden und auch für Deutschland trifft dies, nach den Äußerungen des Stuttgarter Stadtbaurates Dr.-Ing. SCHNIDTMANN, zu. Im alten Österreich fiel die Erlassung von Baugesetzen in die Kompetenz der Länder, welche die unterschiedlichen Bauordnungen herausgaben, während die ministeriellen Vorschriften über die Herstellung von Eisenbetontragwerken für Privatbauten unmittelbar keine Gültigkeit besaßen, obwohl sie häufig bei den autonomen Behörden, insbesondere bei der Handhabung der Baupolizei, Anwendung fanden. Diese Verhältnisse haben sich auch heute in Österreich und der Tschechoslowakei nicht geändert. In letzterem Staate wurden im Jahre 1922 „Bestimmungen über die Durchführung und Abrechnung von Eisenbetonarbeiten“ herausgegeben, u. z. von den Ministerien für Öffentliche Arbeiten, im Einvernehmen mit dem Eisenbahnministerium und jenen für Post und Telegraphen,

für Landwirtschaft und nationale Verteidigung. In diesen Bestimmungen sind verschiedene Prüfungen am Bauplatze vorgeschrieben, z. B. mit Emperger-Probekbalken. Sie gelten nur für Bauten der genannten Ministerien und können erst durch einen Beschluß einer autonomen Behörde, eventuell zweckentsprechend abgeändert, bei derselben Eingang finden. — Ein jeder Baumeister ist heute nach dem Gesetze betreffend die konzessionierten Baugewerbe vom Jahre 1893 berechtigt, Eisenbetonbauten jeden Umfangs im Hochbaue auszuführen, und keine Behörde ist berechtigt, ihn hievon auszuschließen, selbst wenn er vom Eisenbeton blutwenig versteht. In der Tschechoslowakei bemüht sich die dort sehr einflußreiche Ingenieurkammer seit Jahren, diesem unmöglichen Zustande ein Ende zu machen und eine Abänderung des veralteten Gesetzes zu erzielen, doch werden alle Anstrengungen von den mächtigen Baumeister-Organisationen vereitelt.

Unter diesen Umständen kann die Baupolizei wohl nur wenig zur Einführung der Baukontrolle bei Privatbauten beitragen.

Ich hege auch begründete Zweifel, daß es gelingen wird, den Großteil der Bauunternehmer aus sich selbst heraus zu einer regelmäßigen Baukontrolle zu bewegen. Die Prüfungen kosten Geld, das Personal wird von anderen dringenden Arbeiten am Baue abgehalten, etwaige Mängel des Betons sollen lieber nicht bekannt werden, jede Einmischung der Baupolizei ist unerwünscht und schließlich, urteilt der Durchschnittsunternehmer, ist es auch ohne Kontrolle bei schon vielen Bauten gut ausgegangen. Ob der Deutsche Betonverein mit seinen begrüßenswerten Bestrebungen Erfolg haben wird, muß abgewartet werden, doch halte ich den Hinweis auf den Erfolg der Zementverbände nicht für stichhaltig, weil immer neue, zahlreiche, kleine Unternehmer für Eisenbetonbau auftreten, auf welche der Betonverein keinen Einfluß hat.

Meine Vorschläge, um wenigstens in absehbarer Zeit zu einer allgemein geübten Baukontrolle zu kommen, sind folgende:

1. Wie schon von mehreren Seiten, ich glaube zuerst von Herrn Oberbaurat EMPERGER, angeregt wurde, wären an allen technischen Hochschulen obligate, praktische Übungen einzuführen, in welchen die Hörer die Normenprüfungen des Zementes, die Prüfung der Zuschlagstoffe, insbesondere hinsichtlich der Körnung, die Herstellung von Probewürfeln und Kontrollbalken und deren Prüfung, Konsistenzprüfungen, Dichtigkeitsproben usw. zu üben hätten. Kennt der junge Ingenieur diese Prüfungen gründlich, wird er in vielen Fällen mit Erfolg auf die Durchführung einer regelmäßigen Baukontrolle drängen.

2. Bei allen Behörden, welche Bauämter besitzen, wie Staat, Land, Gemeinden, Bahnverwaltungen, ist für eigene Bauten derselben die allgemeine Einführung der Betonkontrolle am leichtesten möglich, selbst dann, wenn diese noch nicht in die Bauvorschriften aufgenommen wurde. Bei einem größeren Bau ist der Projektant in der Lage, in den Voranschlag die Anschaffung eines Kontrollbalkenbockes sowie die Herstellung und das Brechen einer größeren Zahl von Probekbalken aufzunehmen und gegenüber seinen Vorgesetzten zu vertreten. Wenn der Unternehmer die Baukontrolle bezahlt erhält, macht er keine Schwierigkeiten bei der Durchführung derselben. Dieser Vorgang ist zweckmäßiger, als die Baukontrolle in die Baubedingnisse aufzunehmen, weil der Unternehmer, obwohl er die Kosten der Kontrolle in die Einheitspreise einkalkulieren könnte, doch immer das unbehagliche Gefühl hat, daß er etwas umsonst machen muß.

3. Im Kostenanschlag eines großen Baues lassen sich wiederum die Anschaffungskosten jener Apparate unterbringen, welche für die Normenprüfung des Zementes, für Siebproben, Konsistenzmessungen usw. erforderlich sind. Die Durchführung dieser Proben wäre aber nicht Aufgabe des Unternehmungsingenieurs, sondern der amtlichen Bauleitung, so daß auch hieraus dem Unternehmer keine Kosten erwachsen

würden. Wenn ein Bauamt einmal die notwendige Apparatur zur Durchführung der Baukontrolle besitzt, und einige Ingenieure in ihrer Handhabung bewandert sind, wird dieselbe auch bei späteren Bauten verwendet.

Für solide Baufirmen liegt in dieser Art der Baukontrolle die Möglichkeit einer Reklame. Die beim Baue durch die Probekörper nachgewiesenen Festigkeiten können von der Bauleitung in Form eines Zeugnisses bestätigt werden und die Firma wäre dann in der Lage, in ihren Attesten und Ankündigungen dasselbe zu verwerthen. Es steht zu hoffen, daß alsdann ein ähnlicher Wettlauf um die Erreichung der höchsten Betonfestigkeiten einsetzt, wie wir ihn gegenwärtig hinsichtlich der Druckfestigkeiten der Zemente erleben.

4. Es wird weiters eine schöne Aufgabe der Fachvereine sein, bei allen Behörden, welche eigene Bauten auszuführen haben, auf die Aufnahme der Baukontrolle des Betons in den Bauvorschriften zu drängen, wobei es von großer Wichtigkeit ist, daß auch die Bauämter mittlerer Städte hiefür gewonnen werden. Dieser Weg wird um so eher zum Ziele führen, wenn einzelne Bauleiter dieser Behörden bei öffentlichen Bauten die Baukontrolle bereits vorher *via facti* eingeführt haben.

5. Bei solchen Privatbauten, welche durch einen Architekten oder Zivilingenieur überwacht werden, läßt sich ebenfalls die regelmäßige Baukontrolle, anfänglich wenigstens mit Probekörpern, erzielen, falls letztere dem Unternehmer bezahlt werden. Nach meinen eigenen Erfahrungen als Zivilingenieur trägt der Bauherr gerne die geringfügigen Kosten, wenn durch die Ergebnisse der Bruchversuche seine Besorgnisse, daß nicht genügend solid gearbeitet wird, zerstreut werden. Bei großen Bauten kann übrigens der bauüberwachende Zivilingenieur von den offerierenden Firmen verlangen, daß sie im Besitze der Prüfungsapparate sind, wie sie etwa die österreichische Baukontrolle vorschreibt.

Die Verbesserung des Kiessandes kann der bauleitende Ingenieur ebenfalls leicht erzielen. Bei einem großen Industriebau schrieb ich im Kostenanschlag vor, daß dem mir als zu sandreich bekannten Kiessand $\frac{1}{3}$ Kalksteinsplitt beizugeben ist, was von dem Unternehmer, ohne merkbare Mehrkosten, anstandslos durchgeführt wurde. In die Baubedingnisse soll man derartige Dinge nicht aufnehmen, weil in denselben so viele Bestimmungen, auch unmoralische, enthalten sind, daß der Unternehmer von Haus aus damit rechnet, daß er sie nicht wörtlich einzuhalten braucht.

6. Wenn einmal der geschilderte Zustand erreicht ist, daß bei den meisten öffentlichen und den wichtigeren Privatbauten die Baukontrolle eingebürgert ist, wird es unschwer möglich sein, auch die restlichen Bauten zu erfassen. Der private Bauherr sieht, daß der Beton fast überall geprüft wird, keine Baufirma kann zurückbleiben, wenn die andern prüfen und jetzt wird auch die gesetzliche Einführung der baupolizeilichen Überprüfung möglich werden. Hiebei kann es nicht die Aufgabe der Baupolizei sein, dem privaten Bauherrn eine kostenlose Bauüberwachung zu stellen, sondern sie hat sich lediglich durch Stichproben die Überzeugung zu verschaffen, daß die vorgeschriebenen Prüfungen auch tatsächlich und richtig durchgeführt werden.

Der geschilderte Weg zur allgemeinen Baukontrolle ist vielleicht kein geradliniger, aber ist gangbar und verspricht zum Ziele zu führen. Unternehmer und Bauherr werden sich einer amtlichen Baukontrolle um so eher fügen, wenn sie das gute Beispiel der Behörden bei deren eigenen Bauten sehen.

Professor Dr.-Ing. A. GESSNER, Prag:

Zur Einbürgerung der Baukontrolle erscheint es notwendig, diese von allen Untersuchungen und Prüfungen zu entlasten, die in der überwiegenden Zahl negative Ergebnisse zeitigen werden und dadurch ermüdend wirken müssen; daher kann die

Prüfung des Anmachwassers entfallen und die Untersuchung des Zementes auf jene Fälle beschränkt bleiben, in denen begründeter Verdacht auf Minderwertigkeit besteht. Das Hauptgewicht am Bauplatz ist auf die Festlegung des richtigen Mischungsverhältnisses, der geeigneten Körnung der Zuschlagstoffe und der Einhaltung des festgelegten Wasserzusatzes zu legen. Die vorgeschlagene Versuchseinrichtung wäre zu diesem Zweck durch einfache Geräte für die Ermittlung des Einstampfbeiweres und des Porenwassers der Zuschlagstoffe durch deren Trocknung zu ergänzen; ferner sollten Siebkurven für Eisenbeton und Stampfbeton normalisiert und übersichtliche Formblätter zur Eintragung der Prüfungsergebnisse ausgearbeitet werden. Baupolizeiliche Maßnahmen können die Ausbreitung der Baukontrolle zwar fördern, die Hauptsache bleibt aber die Verbreitung der Erkenntnis in Unternehmerkreisen, daß die Kosten einer gewissenhaften Kontrolle durch die dann möglichen Ersparnisse mehrfach aufgewogen werden. Beobachtungen im Betonstraßenbau haben gezeigt, daß die größeren Unternehmungen über die Maßnahmen zur Erzielung eines festen, dichten Betons gut unterrichtet sind und die Baukontrolle im Straßenbau unter dem Zwang ihrer Garantie für die Haltbarkeit der Decke auch anwenden, während sie im Hochbau weit weniger sorgfältig arbeiten. Es besteht daher die Hoffnung, daß der Straßenbau in dieser Richtung auf die übrigen Zweige des Betonbaues günstig einwirken wird.

Dr.-Ing. W. PETRY, Oberkassel:

Sicher sind es die besten Absichten und Beweggründe, die Herrn Professor Dr. KLEINLOGEL veranlassen, in Wort und Schrift für die Einführung der Baukontrolle im Eisenbetonbau einzutreten. Zu bedauern wäre es aber, wenn seine Darlegungen zu der Auffassung führten, als ob die Ausführung von Beton- und Eisenbetonbauten ganz allgemein so im Argen läge, daß nur die Baukontrolle des Betons als etwas ganz Neues und nie Dagewesenes Abhilfe schaffen könnte. Herr Professor KLEINLOGEL hat meiner Empfindung nach etwas zu stark das Negative und zu wenig das Positive betont. Es gibt sicher eine große Anzahl von gewissenhaften Betonbauunternehmungen, die auch seither schon, ohne daß eine Baukontrolle offiziell eingeführt war, auf ihren Baustellen eine strenge Selbstkontrolle übten und einwandfreie, mustergültige Bauausführungen zustande brachten. Andernfalls wäre es ja gar nicht möglich, daß wir eine so große Anzahl hervorragender Beton- und Eisenbetonbauten vorzeigen könnten. Es geht meines Erachtens zu weit, daß man der Unternehmerschaft zum größten Teil Gleichgültigkeit oder gar Abneigung oder Voreingenommenheit gegen die Baustellenkontrolle vorwirft. Jede einigermaßen wissenschaftlich geleitete Bauunternehmung hat bereits seit vielen Jahren diejenigen Versuche und Baustoffproben durchgeführt, die zur guten Betonbereitung nötig sind. Viele dieser Firmen haben seit Jahren eigene, gut eingerichtete Prüfungslaboratorien, die dauernd benutzt werden. Wir sehen hier¹ Bilder aus einem solchen Laboratorium einer Baufirma, wie wir es auch bei vielen anderen Firmen finden. In der folgenden Abb. sehen wir die Baukontrollgeräte einer anderen Firma, den Zementabbindeapparat von PULS und BAUER, der den Vorteil hat, daß er nach dem Ansetzen des Zementbreies durch sein Uhrwerk abläuft und ein dauerndes Beobachten überflüssig macht, Rütteltisch, Setztrichter, Meßgefäße, Balkenbiegepresse, Zementkuchen, Wage, Siebe und einen Siebwagen, der zwecks Arbeitsverringeringer beim Sieben gebaut wurde.

Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß alle bisherigen amtlichen Bestimmungen, die im Interesse der Sicherheit unserer Eisenbetonbauten gesetzlich

¹ Die Bilder wurden vorgeführt, werden aber nicht abgedruckt.

erlassen wurden, auch hinsichtlich der Ausführung eingehende Vorschriften enthalten, an die jeder, auch der kleinste Unternehmer, gebunden ist.

Ich bitte, mich nicht mißzuverstehen. Ich bin der Ansicht, daß die Baukontrolle nötig und begrüßenswert ist und daß ihre Durchführung im Interesse der Eisenbetonbauweise gefördert werden muß. Ich betrachte die Baukontrolle aber mehr als ein Mittel zur Selbstkontrolle der Unternehmer und zur Selbsterziehung ihrer Organe als eine Angelegenheit baupolizeilichen Zwanges. Für die Baupolizei gelten die baupolizeilichen Bestimmungen. Erst dann, wenn die Baukontrolle in ihrer jetzigen weitgehenden Form Gegenstand solcher Bestimmungen geworden ist, wird die Baupolizei diese weitgehenden Baukontrollforderungen stellen können. Für unsere deutschen Verhältnisse scheint es mir richtig, daß zunächst einmal die Vereinigung von Bauunternehmungen im Deutschen Beton-Verein vorläufige Baukontroll-Leitsätze herausgab, die ohne baupolizeilichen Zwang in der Praxis erprobt werden müssen und Allgemeingut werden sollen. Um die Fachwelt allgemein auf die Wichtigkeit der Materialkunde und der Baukontrolle hinzuweisen, scheinen mir die Wege richtig zu sein, die Herr Professor Dr. KLEINLOGEL angegeben hat, also Unterricht an den technischen Hoch- und Mittelschulen. Darüber hinaus halte ich Fachvorträge über Baukontrolle, wie es auch hier in Österreich gemacht worden ist, für segensreich, und wir haben in Deutschland die Absicht, in dieser Beziehung noch mehr zu tun, als seither geschehen ist, nachdem wir nunmehr über umfangreiche Baukontroll-Erfahrungen verfügen. Das Verständnis für die Baukontrolle und ihre Notwendigkeit muß in der Bauindustrie selbst geweckt werden. Daher ist die Erziehung der Bau-führer, Poliere und der Facharbeiter wesentlich. Insofern hängt die ganze Frage auch sehr eng mit der Lehrlingsausbildung im Betonbau zusammen, die in Deutschland durch den Reichsverband Industrieller Bauunternehmungen wirksam gefördert wird.

Der deutsche Reichsverkehrsminister hat bereits am 28. Dezember 1927 einen Erlaß herausgegeben, durch den die Anwendung der Baukontroll-Leitsätze des Deutschen Beton-Vereins angeordnet bzw. empfohlen wird. Eine ähnliche Verfügung hat der preußische Minister für Volkswohlfahrt am 28. Januar 1928 erlassen. Die deutsche Reichsbahn steht im Begriff, die Baukontrolle im Eisenbetonbau auf der Grundlage unserer Baukontroll-Leitsätze allgemein einzuführen. Der Deutsche Ausschuß für Eisenbeton trägt sich mit dem Gedanken, die Baukontrolle zu einem Bestandteil der neuen Eisenbetonbestimmungen zu machen, und die Vereinigung der höheren technischen Baupolizeibeamten hat auf ihrer Hauptversammlung am 14. September 1928 in Dresden beschlossen, gemeinsam mit dem Deutschen Beton-Verein Richtlinien für die Baukontrolle auf Grund unserer Leitsätze aufzustellen und ihre allgemeine Einführung zu beantragen.

In voller Übereinstimmung befinde ich mich mit Herrn Professor KLEINLOGEL bei seiner Kritik des Verfahrens bei der Vergebung von Eisenbetonarbeiten. Baupolizeiliche Bestimmungen und Baukontroll-Leitsätze haben wirklich keinen Zweck, wenn bei der Vergebung von Eisenbetonbauten, wie es leider häufig der Fall ist, nur das billigste Angebot gilt. Das billigste ist in der Regel auch das schlechteste, und es ist kein Wunder, daß bei zu niedrigen Preisen die Baukontrolle vernachlässigt wird. Die durch die Baukontrolle erzielte Qualität muß vom Bauherrn endlich einmal anerkannt werden. Wenn man die Entwicklung in den letzten Jahren aufmerksam verfolgt hat, so mußte man die betrübliche Wahrnehmung machen, daß entgegen den Bestrebungen der Wissenschaft und der gewissenhaften Bauunternehmungen und Ingenieure, die Güte der Bauwerke unter Berücksichtigung der neuen Forschungen zu verbessern, bei den Bauherren die Absicht vorherrscht, ausschließlich dem billigsten Angebot den Vorzug zu geben ohne Rücksicht auf die Qualität und ohne Rücksicht darauf, ob für den angebotenen Preis auch nur annähernd eine brauchbare Arbeit

geliefert werden kann. Solange dieses Grundübel nicht beseitigt wird, haben alle Bestrebungen zur Verbesserung der Qualität keine Aussicht auf Erfolg in der allgemeinen Art. Man wird mit der Forderung auf Hebung der Qualität des Betonbaues allgemein nur Erfolge erzielen, wenn bei allen Bauherren, vor allem auch bei den Behörden, dem Grundsatz zum Durchbruch verholfen wird, daß Qualitätsarbeit auch entsprechend bewertet und bezahlt werden muß und daß dementsprechend auch die Auswahl der Bauunternehmungen zu erfolgen hat.

Herr Professor Dr. KLEINLOGEL will auf der Baustelle bei der Abbindeprobe des Zements allgemein die Vicatnadel einführen. Dies geht wohl, besonders bei kleinen Ausführungen, zu weit. In solchen Fällen genügt meines Erachtens das Ritzen des Zementkuchens mit dem Fingernagel oder einem Instrument. Die Vicatnadel ist eigentlich kein Apparat für die Baustelle, und wieviel solcher Apparate müßte eine Bauunternehmung, die in guten Zeiten doch eine ganze Reihe von Baustellen zu gleicher Zeit hat, haben. Der Beginn des Abbindens und die fortschreitende Erhärtung des Zements läßt sich auf der Baustelle meist genau genug auch ohne Vicatnadel feststellen, denn es kommt dabei auf einige Minuten nicht an.

Eine laufende Festigkeitsprüfung des Zementes auf der Baustelle läßt sich praktisch kaum durchführen. Wir müssen außerdem aber von der Zementindustrie verlangen, daß sie normgemäßen Zement liefert und dafür garantiert. Es geht zu weit, daß dem Unternehmer durch amtliche Vorschriften aufgegeben wird, daß er den Zement vor der Verwendung regelmäßig auch auf Festigkeit prüft.

Die Forderung, daß sich das verwandte Mörtelgemisch an die Idealsiebkurve von Professor GRAF oder eine andere möglichst annähern soll, ist häufig undurchführbar. Es gibt Gegenden in Deutschland, wo das Material eben ganz anders aussieht, und man kann dieses Material von der Verwendung nicht einfach ausschließen. Der Unternehmer wird danach trachten müssen, das Material so zu verbessern, wie es für ihn am wirtschaftlichsten ist. Maßgebend bleibt, daß die verlangte Festigkeit und die erforderliche Dichtigkeit des Betons erreicht werden und immer vorhanden sind. Ist dies der Fall, so muß das Betongemisch nicht unbedingt der Kornzusammensetzung einer Idealkurve nahekommen.

Mit dem Wasserzementfaktor läßt sich nach meiner Auffassung auf der Baustelle praktisch nicht viel anfangen. Er kann wohl am Anfang einmal bestimmt, aber unmöglich dauernd genau eingehalten werden. Für die Beurteilung von Versuchsergebnissen in Prüfungsanstalten hat er gewiß einen hohen Wert, aber auf die Baustelle paßt er nicht. Dort kann er sich von Tag zu Tag, ja von Stunde zu Stunde ändern. Auch die Vorausberechnung der zu erwartenden Würfel Festigkeit aus dem Wasserzementfaktor nach Formeln scheint mir für die Baustelle überflüssig. Die Formeln geben Mindestwerte, die oft weit hinter dem zurückbleiben, was wirklich erreicht werden kann. Ein viel zuverlässigeres Bild geben Würfel- oder Balkenversuche mit der gewählten Kornzusammensetzung und dem richtig bemessenen Wasser- und Zementgehalt des Betongemenges.

Die Setz- und Ausbreitprobe zur Bestimmung und Nachprüfung der Konsistenz des Betons stellt wohl noch nicht das Ende der Forschung dar. Bei erdfeuchtem Beton versagt die Setzprobe meist ganz und auch die Ausbreitprobe häufig. Auch bei verhältnismäßig magerem und steinreichem Beton hat die Ausbreitprobe oft nicht den gewünschten Erfolg. Sie ist aber ein guter Maßstab dafür, ob ein Beton in der Maschine gründlich durchgemischt ist. Bei nicht gut durchgemischtem Gußbeton versagt die Ausbreitprobe. Es müssen meines Erachtens Mittel und Wege gefunden werden, um eine bessere Methode zur Prüfung der Konsistenz des Betons zu finden, und da scheint es mir vor allem auch wichtig, daß die Wasserzumeßvorrichtungen der Mischmaschinen so konstruiert werden, daß sie während einer bestimmten genau festgelegten Mischdauer tatsächlich auch immer genau die gleiche vorher ermittelte

Wassermenge zugeben. Dies ist heute bei den wenigsten Mischmaschinen der Fall. Wenn dies aber in Zukunft erreicht wird, dann wird auch — wenigstens bei gleichbleibendem Wetter und gleichem Wassergehalt der Zuschlagstoffe — bei jeder Mischung die gleiche Konsistenz des Betons herauskommen müssen. Die Versuche, die der Deutsche Beton-Verein zur Zeit zusammen mit dem Mischmaschinenverband in Berlin durchführen läßt, um die Leistungsfähigkeit der Mischmaschinen zu ermitteln, werden in dieser Hinsicht wohl weitere wertvolle Aufschlüsse bringen.

Herr Professor Dr. KLEINLOGEL hat angeregt, daß die Bauunternehmungen in ihren Bezirken die gebräuchlichsten Kiessande auf Kornzusammensetzung und Brauchbarkeit untersuchen lassen, um auf diese Weise zu gewissen „Edelkiesen“ zu kommen. Ich glaube nicht, daß dies Sache der Bauunternehmungen sein kann. Das Ergebnis solcher Prüfungen wird doch keine Sicherheit für die richtige Kornzusammensetzung bei einer bestimmten Bauausführung geben, und es müssen daher solche Untersuchungen von Fall zu Fall vorgenommen werden. Ich halte es auch praktisch für kaum möglich, daß die Sand- und Kieslieferanten je nach Landesteilen und Vorkommen bestimmte Korngrößen, die von maßgebender Stelle vorgeschrieben werden könnten, bereit halten, um hierdurch das Interesse der Abnehmer für diese ausgesonderten Baustoffe zu wecken.

Der Deutsche Beton-Verein hat schon vor längerer Zeit beim Deutschen Ausschuß für Eisenbeton den Antrag gestellt, und in der letzten Sitzung des Arbeitsausschusses I im Sommer dieses Jahres in Dresden ist auch beschlossen worden, daß Kiessanduntersuchungen durchgeführt werden sollen. Es handelt sich um die Trennung und Ergänzung von Kiessanden, die wegen ihrer Kornzusammensetzung zu Eisenbeton nicht unmittelbar verwendet werden sollten. Es ist festzustellen, ob die betreffenden Kiessande für Eisenbeton mit 300 kg in 1 cbm fertig bearbeitetem Beton hinreichend sind, und wenn sie unzureichende Festigkeiten liefern, welche Erhöhung des Zementgehaltes oder welche Verringerung des Sandgehaltes oder welche Beimengungen anderer Herkunft aus der betreffenden Gegend (Kies, gebrochener Kies, Splitt) nötig sind, um die erforderliche Mindestfestigkeit zu liefern. Weiter sollen dabei die Gewichte des Betons, die Biegezugfestigkeit des unbewehrten Betons, die Biegedruckfestigkeit des bewehrten Betons und der Widerstand gegen Abschleifen festgestellt werden. Der Beton soll dabei stets mit drei Wasserzusätzen hergestellt werden und zwar einmal so wenig weich, daß er noch für Eisenbeton mit wenig Eiseneinlagen in Frage kommt, sodann eben noch gießfähig durch die Rinne und schließlich flüssig entsprechend dem Höchstmaß bei ordentlicher Arbeit.

Erst auf Grund solcher Versuchsergebnisse wird meines Erachtens mit den Sand- und Kieslieferanten bzw. mit ihrem Verband mit Erfolg verhandelt werden können. Es wäre gewiß wünschenswert, wenn man Sand und Kies getrennt nach bestimmten Korngrößen beziehen könnte, wie es bei Grus und Splitt, also bei gebrochenem Material, möglich ist. Es geht aber nicht an, daß man den Bezug von Kiessand in natürlicher Mischung allgemein verbietet, sofern festgestellt ist, daß solche Kiessandmischungen, wenn sie an sich nicht genügen, durch Zugabe von Splitt, Kies oder dgl. oder durch höheren Zementzusatz so verbessert werden können, daß sie brauchbar werden. Bei allen diesen Dingen spielt die Kostenfrage eine wesentliche Rolle, und auch hierüber sollen die beabsichtigten Versuche Aufschluß geben.

Die Bauenden sind sich darüber klar, daß das Verlangen nach „Edelkies“ kaum zu erfüllen ist, andererseits aber zu Forderungen führen kann, die den Unternehmern die größten Schwierigkeiten bereiten werden, und man soll die Bewegungsfreiheit der Bauunternehmungen, die die Verantwortung für ihre Bauausführungen tragen müssen, nicht allzusehr einengen. Unsere heutigen deutschen Eisenbetonbestimmungen gestatten es, bei Nachweis einer bestimmten hohen Würfel Festigkeit höhere zulässige Spannungen anzunehmen, als bei gewöhnlichem Beton. Diese Bestimmung

bedeutet eine Belohnung für gute Materialauswahl und gute Arbeit. An diesem Grundsatz sollten wir festhalten.

Wie der verantwortungsbewußte Unternehmer besten Beton erreicht, soll seine Sache sein.

Herr Professor KLEINLOGEL schließt seine Ausführung mit dem Satz:

„Wenn sich die Unternehmerschaft der Baukontrolle und der damit zusammenhängenden Vorteile nicht bedient, so wird der Eisenbetonbau auf die Dauer gegenüber anderen Bauweisen nicht wettbewerbsfähig bleiben.“

Ich meine: Der Eisenbetonbau ist in allen Ländern groß geworden und konnte sich im Wettbewerb mit anderen guten Bauweisen behaupten dank den Forschungsarbeiten der Wissenschaft, dank den mustergültigen Ausführungen sachverständiger Bauunternehmungen und dem verständnisvollen Zusammenarbeiten dieser mit behördlichen und anderen Bauherren, und das alles in einer Zeit, in der von Baukontrolle in der Öffentlichkeit nicht so viel die Rede war wie heute, im stillen aber eine Baukontrolle geübt wurde. Daran konnten auch minderwertige Ausführungen, die bei allen Bauweisen vorkommen, nichts ändern, und das wird auch in Zukunft nicht anders sein, auch nicht im Zeitalter der hochwertigen Zemente, mit denen nach unseren Erfahrungen viel mehr gute als schlechte Ergebnisse erzielt worden sind.

Ich stimme aber mit Herrn Professor Dr. KLEINLOGEL darin vollkommen überein, daß die Baukontrolle für die Poliere der Bauunternehmungen einen hohen erzieherischen Wert hat. Dies wird auch in den Baukontroll-Leitsätzen des Deutschen Beton-Vereines zum Ausdruck gebracht, wo gesagt ist:

„Die für sachgemäße und gute Bauausführung verantwortlichen Bauführer und Poliere werden durch die Baukontrolle in den Stand gesetzt, die Güte des Betons dauernd zahlenmäßig zu verfolgen. Sie sollen durch die Baustellenversuche zu gesteigerter persönlicher Anteilnahme an der Erhöhung der Güte des Betons und der Festigkeitszahlen angespornt werden.“

Der Deutsche Beton-Verein hat es von jeher als eine seiner vornehmsten Aufgaben betrachtet, dahin zu wirken, daß die Güte der Bauausführung gesteigert wird. Er wird auch in Zukunft auf diesem Wege unbeirrt fortschreiten.

Dr.-Ing. L. BENDEL, Zürich:

Vielfach ist noch umstritten, daß eine ständige Kontrolle bei der Betonherstellung notwendig ist. Aber eine bekannte Tatsache ist, daß die Differenzen zwischen besten und schlechtesten Betonfestigkeiten oft sehr groß sind. Z. B. am Grandfey Viadukt waren die besten Resultate 78% über dem arithmetischen Mittel und die schlechtesten 46% darunter. Daher ist im folgenden versucht, auf theoretischem Wege ein Bild zu geben, welches die Einflüsse auf die Streuungen sind und überhaupt, wie vielerlei Einflüssen die Betonfestigkeiten unterworfen sind.

Allgemein ist die Betonfestigkeit σ_b eine Funktion von

$$\sigma_b = F(W, Z, K, S, M) (Tr, Ver, Wi, P, N) \dots \dots \dots (1)$$

Es bedeutet: W = Wasser, Z = Zement, K = Kies, S = Sand, M = Mischen, Tr = Transporte, Ver = Verarbeiten, Wi = Witterung, N = Nachbehandlung, P = Probekörper.

Wasser, Zement usw. sind wieder ihrerseits abhängig von einer großen Anzahl Einflüssen.

$$Z. B. \text{ Zement: } Z = f(c, a, b, m, ab, er, ra) \dots \dots \dots (2)$$

Es bedeutet: c = chemische Zusammensetzung, a = Rohstoffverarbeitung, b = Brennen, m = Mahlen, ab = Abbinden, er = Erhärtung, ra = Raumbeständigkeit.

Man setze wiederum: z. B. c = chemische Beschaffenheit als Funktion einer Reihe von Einflüssen:

$$\text{z. B. } c = f(a, \beta) \dots \dots \dots (3)$$

worin bedeutet: a = Basen

β = Hydraulefaktoren

Setzt man die niederen Funktionen stets in die nächst höhere ein, so bekommt man schließlich eine Funktionengleichung mit allen denkbaren Einflüssen. Nimmt man alle möglichen Variationen, Kombinationen, Mutationen vor, so kommt man zum Schluß, daß σ_b von mehr als 10 000 verschiedenen Zufallsmöglichkeiten abhängig ist. Natürlich sind einzelne von großer Bedeutung, andere von kleiner Wichtigkeit.

Die Betonkontrolle, wie sie der Vortragende, der Deutsche Beton-Verein, die Deutsche Reichsbahn usw. wollen, bezwecken im Grunde genommen nichts anderes, als daß bei den „wandelnden Betonfabriken“ (auf den Baustellen) die allerwichtigsten Einflüsse festgestellt und die nötigen Maßnahmen getroffen werden, um eine gleichmäßig hohe Betonfestigkeit zu erreichen.

Um dem Ziele, einen möglichst gleichmäßig beschaffenen Beton zu erhalten, näher zu kommen, ist hier noch auf einige Faktoren besonders aufmerksam gemacht, weil diese bis jetzt nur wenig oder gar nicht erwähnt wurden:

1. Mischmaschinensystem

Es wird unterschieden in sogenannte Freifall- und Zwangsmischer. Bei den Freifallmischern ist wiederholt festgestellt worden, daß sie das Kiessandmaterial immer an der Peripherie sehnengleich bewegen. Mit Korallenrot kann nachgewiesen werden, daß in der Richtung der Mischtrommelachse nicht durcheinander gemischt wird. Bei solchen Maschinen werden daher, falls mit dem ganzen Mischmaschinentrommelinhalt Probekörper hergestellt werden, unglaubliche Differenzen erhalten. Also liegt beim Mischmaschinensystem eine viel größere Fehlerquelle vor, als allgemein angenommen wird. Zwangsmischer geben gleichmäßigere Resultate, brauchen aber mehr Kraft und unterliegen größerer Abnutzung. Das Ideal scheint dort zu liegen, wo sehnengleiche Peripheriemischung mit Achsialdurchmischung stattfindet.

2. Ausbildungsfragen

Es genügt nicht, wenn die Aufsichtsbeamten durchgebildet sind. Viel wichtiger ist es, daß die Organe der Unternehmung — denn schließlich stellen diese den Beton her — über die Bedeutung und Wert laufender Betonkontrolle unterrichtet sind.

Schon bei der Lehrlingsausbildung muß auf psycho-technischem Wege festgestellt werden, *wer* sich für den Beruf eignet. In zwei- bis dreiwöchigen Anlernkursen ist dem Lehrling systematisch zusammenfassend darzustellen, was er vorher auf der Baustelle nur brockenweise und lückenhaft lernte. Auch lasse man nicht einen beliebigen Facharbeiter zum Polier vorrücken, sondern führe diese auch in kurzen Winterkursen in ihre Aufgaben ein (vielleicht Polierexamen).

Ing. K. BRAUSEWETTER, Prag:

Immer mehr und mehr bricht sich die Erkenntnis von der unbedingten Wichtigkeit der Bauversuche im Beton- und Eisenbetonbau Bahn. Ich möchte Ihnen nun gern als Beispiel den Weg, der von einer Unternehmung in dieser Hinsicht beschritten wurde, kurz beschreiben. Zunächst mußten die im Bereiche des Unternehmens zur Verwendung gelangenden Zemente untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden Würfel und Empergerbalken in verschiedenen Mischungsverhältnissen angefertigt und gleichzeitig immer Zementnormenproben gemacht. Bei jedem dieser Versuche wurden genau festgestellt:

Die Luftwärme.

Das Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen.

Die Raumgewichte der einzelnen Zuschlagstoffe.

Der Porenwassergehalt der Zuschlagstoffe.

Der Wasserzusatz.

Der Einstampungsbeiwert.

Die Siebkurve.

Das Raumgewicht des Zementes.

Art und Dauer der Mischung.

Die Verarbeitbarkeit, gekennzeichnet durch die Setz- und die Ausbreitprobe mit dem Rütteltisch nach GRAF.

Das Gesamtwasser = Porenwasser + Wasserzusatz.

Der Wasserzementfaktor.

Auf Grund dieser Vorproben konnte festgestellt werden:

1. Die Betonfestigkeit bei Verwendung eines bestimmten Zementes ist abhängig vom Wasserzementfaktor und unabhängig von der Körnung. Sie kann genügend genau dargestellt werden durch die Formel nach GRAF: Betonfestigkeit = Zementnormenfestigkeit, gebrochen durch einen Beiwert x mal dem Wasserzementfaktor im Quadrat.

$$K_{28} = \frac{Kn}{x \cdot w^2}$$

Der Beiwert x ist für jede Zementmarke, auch bei verschiedenen Zuschlagstoffen ziemlich unveränderlich, bei den verschiedenen Zementmarken jedoch verschieden. Die Zementnormenprobe kann also nicht ohne weiteres zur Beurteilung der erzielbaren Festigkeit herangezogen werden. Erst wenn die Zuschlagstoffe so schlecht gekörnt sind, daß nach dem Einstampfen Lufthohlräume bleiben, nähert sich die Festigkeit mehr der Formel von FERET. Solche Gemische brauchen aber gar nicht untersucht werden, da sie so unwirtschaftlich sind, daß sie für eine Verwendung gar nicht in Betracht kommen.

2. Die Körnung hat einen sehr großen Einfluß auf die zur Verarbeitbarkeit des Betons notwendige Wassermenge und dadurch mittelbar auch auf die Betonfestigkeit. Körnungen, die die geringste Wassermenge verlangen und die beste Festigkeit ergeben (also nach der Fullerkurve) sind für die Verarbeitung zu grob. Es wurde eine Siebkurve festgestellt, die bei guter Verarbeitbarkeit gute Festigkeiten liefert und diese Kurve wurde den Baustellen als einzuhaltende vorgeschrieben.

3. Die Zementnormenproben liefern ein Bild von der Regelmäßigkeit der Lieferungen der einzelnen Werke. Nur Zemente, die mit ziemlich gleichbleibenden Eigenschaften geliefert werden, können einer zuverlässigen Vorausbestimmung der zu erreichenden Betonfestigkeit zu Grunde gelegt werden.

4. Nach den durchgeführten Versuchen lassen sich die Festigkeiten nach 42 Tagen mit genügender Genauigkeit aus den 7-Tagefestigkeiten errechnen, wenn die verwendete Zementmarke genau bekannt ist. Die Vorversuche am Bau können also mit hinreichender Raschheit erledigt werden.

Bei Baubeginn wird zuerst die richtige Zusammensetzung der Zuschlagstoffe nach der vorgeschriebenen Siebkurve ermittelt. Zur Feststellung der für diesen Bau gültigen Festigkeitsformel wird dann eine Vorprobe gemacht. Alle Mischungseinzelheiten werden genau festgestellt. Mit der bestimmten Mischung wird ein mehr erdfeuchter Beton erzeugt und drei Würfel und drei Balken gemacht. Zur selben Mischung wird dann Wasser zugesetzt, bis sie weich ist und dann weiter, bis sie zähflüssig ist und wieder je drei Würfel und drei Balken gemacht. Nach sieben Tagen werden Würfel und Balken erprobt. Bei der Betonierung und bei der Erprobung müssen Polier, Maschinenführer sowie sämtliche Betonierer zugegen sein. Nur auf

diese Weise ist es möglich, die Leute von der Wichtigkeit des Wasserzusatzes zu überzeugen und zu erreichen, daß der angeordnete Wasserzusatz wirklich eingehalten und nicht von den Leuten eigenmächtig überschritten wird.

Nun können die Mischungsverhältnisse für die einzelnen Tragwerksteile bestimmt werden. Kies wird genau mit Meßkiste zugegeben, deren Grundriß $70 \times 71 \frac{1}{2} \text{ cm} = \frac{1}{2} \text{ qm}$ ist und von der 2 cm Höhe 10 l Kies entsprechen. Zement wird sackweise zugegeben, ein Rest, der weniger als ein Sack ist, mit einer Meßkiste, deren Grundriß $3,16 \times 3,16 \text{ dm} = 10 \text{ qdm}$ ist, und von der 1 cm Höhe 1 l Zement entspricht. Die Kisten werden in verschiedenen Höhen hergestellt, so daß eine Kiste gestrichen voll immer einer Mische entspricht. Das Porenwasser wird durch Trocknen der Zuschlagstoffe ständig überprüft und der Wasserzusatz danach geregelt. Ist keine Vorrichtung zur genauen Wasserzuteilung auf der Baustelle, wird durch Zuschütten mit einem geaichten Gefäß der Inhalt des Wasserkastens der Mischmaschine festgestellt und auf einem Zählpegel festgehalten. Als Beispiel habe ich Ihnen einen Zählpegel mitgebracht, der von einem unserer Betonierer selbständig hergestellt wurde. *Die Erziehung der Arbeiter zu Genauigkeit und Verständnis ist mit einer der wichtigsten Punkte der Betonüberprüfung.*

Das Hauptgewicht wird auf Einhaltung des Wasserzementfaktors gelegt. Wird mit dem Wasserzusatz nicht auslangt, muß mehr Zement zugegeben werden. Ein Nichtauslangen hat meist seinen Grund darin, daß die Körnung zu fein wurde, weil der Kies unregelmäßig geliefert wurde. Mehr Zement aber kostet Geld und deshalb wird sich der Bauleiter schon um die Ursache des Mehrverbrauchs kümmern.

Nach Festlegung des Kiesgemisches sind also gar nicht viele weitere Siebproben notwendig; denn der Bauleiter wird zwangsläufig darauf geführt, wenn die Körnung sich verändert.

Das mutmaßliche Ergebnis der Vorprobe kann nach früheren Proben berechnet werden; bleibt es darunter, ist dies ein Fingerzeig, daß das Wasser oder der Kies schädliche Beimengungen enthält. Dann ist es, nach diesem Verfahren, also erst notwendig, Wasser und Kies gesondert zu untersuchen.

Selbstverständlich müssen vom Bauwerksbeton laufend immer Überprüfungsproben gemacht werden, also Würfel und Empergerbalken.

Die Versuche haben die unbedingte Notwendigkeit einer ständigen Bauprüfung gezeigt, wenn ein Unternehmen gediegene Arbeit leisten will, und darüber hinaus dargetan, daß nur auf ihrer Grundlage — neben der Gewährung der Güte — auch wirtschaftlich gebaut werden kann.

Magistratsbaurat Dr.-Ing. Sachs, Dortmund:

Meine Herren gestatten Sie mir, zu den angeregten Fragen einige Worte von meinem baupolizeilichen Standpunkte aus zu sagen. Baukontrollen sind notwendig. Es ist jedoch für die Öffentlichkeit gleichgültig, von welcher Seite die Baukontrollen erfolgen. Sie müssen nur zuverlässig sein. Von anerkannten Fachleuten geleitete Firmen werden die sichere Verbindung zwischen Entwurf und Baustelle aus eigenem Verantwortlichkeitsgefühl herzustellen wissen. Sie werden sich gut und sicher selbst kontrollieren. Sie bedürfen daher im allgemeinen einer so eingehenden Baukontrolle seitens der statischen Ämter nicht, wie andere Firmen. Nach deutschen Verhältnissen ist auch eine eingehende baupolizeiliche Kontrolle zur Zeit nicht durchführbar. Denn das Verständnis für den Personalbedarf, für Zahl und gute Kenntnisse solchen Personals, ist bei den deutschen Personalämtern nicht immer in den Maße vorhanden, wie wünschenswert. Daß wir deutsche Baupolizeibeamte uns eingehend mit diesen Fragen und der Organisation der Baukontrolle beschäftigen, zuletzt noch auf unserer Dresdener Tagung, in engem Zusammenarbeiten mit den Fachvereinen, hat Ihnen Herr Dr. PETRY auseinandergesetzt.

Professor N. M. BELAJEFF, Leningrad:

1. Professor A. KLEINLOGEL hat in seinem Vortrag richtig die Notwendigkeit und sogleich auch die Schwierigkeit der Einführung der Baukontrolle des Betons an den Baustellen vermerkt.

Die Notwendigkeit dieser Baukontrolle wird durch die Anwendung von Beton verschiedener Konsistenz (plastischer und Gußbeton) in der Baupraxis hervorgerufen, was mit der Möglichkeit weiter Schwankungen in der granulometrischen Zusammensetzung der Zuschlagstoffe und in der Größe des Wasserzementfaktors verbunden ist; beides aber beeinflußt unmittelbar die Festigkeit des zukünftigen Betons.

2. Die Baukontrolle des Betons muß einschließen:

- a) eine Normalprüfung des Zementes;
- b) eine Ermittlung der Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe (Siebcurve, Feinheitsmodul);
- c) eine Ätznatronprobe zur Feststellung organischer Verunreinigungen der Zuschlagstoffe;
- d) eine vorläufige Bestimmung der Zusammensetzung von Beton gegebener Konsistenz und Festigkeit, bestehend aus der Bestimmung der Größe des Wasserzementfaktors und des Mischungsverhältnisses;
- e) eine Kontrolle der Kornzusammensetzung, der Größe des Wasserzementfaktors, der Konsistenz (slump test, Slumpkegel) und des Mischungsverhältnisses an der Baustelle.

f) Herstellung und Prüfung von Probewürfeln und Probeträgern.

3. Im Mechanischen Laboratorium des Instituts für Verkehrsengeieure zu Leningrad ist unter meiner Leitung eine Reihe von Versuchen durchgeführt worden, welche es erlauben, die obenerwähnte Baukontrolle in vollem Umfange durchzuführen.

Für die Ermittlung des Feinheitsmoduls ist vom Laboratorium ein Siebsatz mit rechtwinkligem Drahtgewebe angenommen; die lichte lineare Maschenweite ist in Tafel 1 angegeben:

Tafel 1

Sieb Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lichte lineare Maschenweite mm..	80	40	20	10	5	3	1,3	0,53	0,30	0,17

Für die Ermittlung der Konsistenz (slump test) verwendet das Laboratorium einen Kegel von normalen Abmessungen: Höhe = 30 cm, unterer Durchmesser = 20 cm, oberer Durchmesser = 10 cm.

Bei Verwendung von Schotter bis zu $7 \div 8$ cm Korngröße wird ein Kegel größerer Abmessungen, Höhe 45 cm, unterer und oberer Durchmesser 30 bzw. 15 cm, angewendet. Es sind drei normale Konsistenzen angenommen; das ihnen entsprechende Setzmaß ist in Tafel 2 angegeben.

Tafel 2

Konsistenz	S_1 cm	S_2 cm	S_3 cm
Setzmaß des normalen Kegels.....	$1 \div 2,5$	$7,5 \div 10$	$15 \div 18$
Setzmaß des großen Kegels	$2 \div 3$	$7 \div 12$	$15 \div 20$

Was die Druckfestigkeit R des Betons betrifft (Probekörperwürfel $30 \times 30 \times 30$ cm), haben unsere Versuche die Abhängigkeit des R nur vom Wasser-

zementfaktor $\frac{W}{C}$, bei gegebenem Zement und einer und derselben Art der Zuschlagstoffe, festgestellt. Diese Beziehung kann für verschiedene Alter des Betons durch eine Reihe hyperbelartiger Kurven ausgedrückt werden.

Die Konsistenz (Setzmaß) hängt von der Größe des $\frac{W}{C}$, auch aber vom nominalen Mischungsverhältnis des Betons $1:m$ und vom Feinheitsmodul des Gemisches der Zuschlagstoffe ab.

Hier ist m das Verhältnis der Summe der nach dem normalen Verfahren einzeln eingerüttelten Volumen der Zuschlagstoffe (Sand und Schotter) zu dem Volumen des Zementes.

In Abb. 1 stellt der obere Teil die Abhängigkeit des R im Alter von 7, 28 und 42 Tagen vom $\frac{W}{C}$ für Beton aus gewöhnlichem Portland-Zement (Normenfestigkeit = 240 kg/qcm), der untere Teil die Abhängigkeit des Setzmaßes (der Konsistenz) vom $\frac{W}{C}$, vom nominalen Mischungsverhältnis und Feinheitsmodul des Gemisches der Zuschlagstoffe bei dem gleichen Zemente dar.

In Abb. 2 ist für diesen Zement dieselbe Abhängigkeit bei Zuschlagstoffen anderer Art — Sand und Kies — gegeben. Bei Verwendung von Kies verläuft die Grundkurve $R = f\left(\frac{W}{C}\right)$ etwas niedriger, dafür ist aber zur Erreichung derselben Konsistenz weniger Wasser nötig, als bei Verwendung von Schotter.

In Abb. 3 sind dieselben Abhängigkeiten für hochwertigen (Normenfestigkeit = 360 kg/qcm) Zement gegeben.

Die Beziehung zwischen R_7 , R_{28} und R_{42} für gewöhnliche Zemente wird durch die Formel (I) gegeben:

$$\left. \begin{aligned} R_{28} &= R_7 + 7\sqrt{R_7} \text{ kg/qcm} \\ R_{42} &= R_7 + 9,7\sqrt{R_7} \text{ kg/qcm} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (I)$$

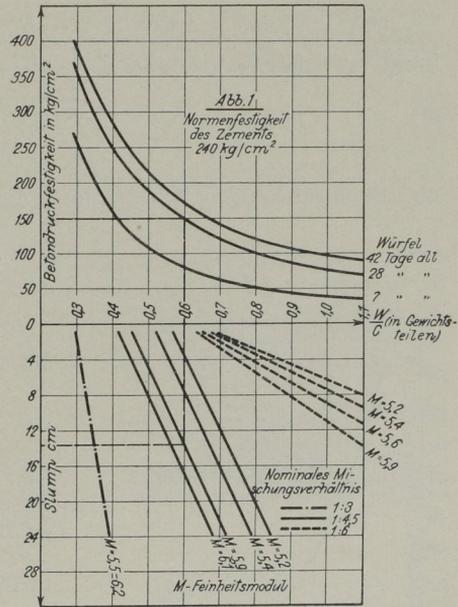


Abb. 1

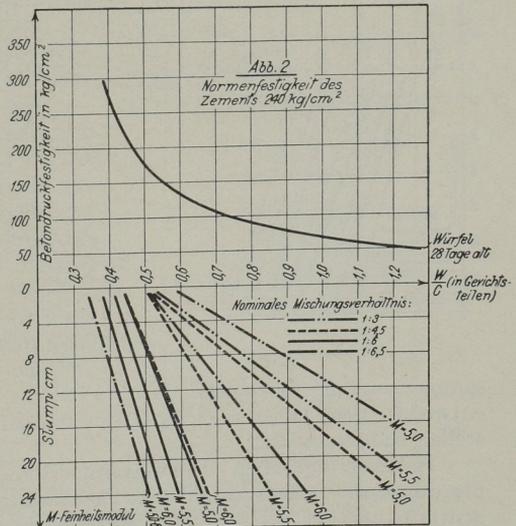


Abb. 2

Die Gleichung der Grundkurve $R = f\left(\frac{W}{C}\right)$ für gewöhnlichen Zement (Normenfestigkeit = 240 kg/qcm) kann durch Formel (2) ausgedrückt werden:

$$(2) \dots \dots \dots R_{\text{Bet}} = \frac{R_{\text{zem}}}{3,2 \left(\frac{W}{C}\right)^{1,3}}$$

und für hochwertigen Zement durch Formel (3):

$$(3) \dots \dots \dots R_{\text{Bet}} = \frac{R_{\text{zem}}}{3,5 \left(\frac{W}{C}\right)^{1,5}}$$

Aus dem Vergleich mit der Formel von Professor GRAF

$$R = \frac{R_n}{8 \left(\frac{W}{C}\right)^2}$$

ist zu sehen, daß die russischen Zemente mit $R_{\text{Norm}} = 240 - 250 \text{ kg/qcm}$ den deutschen Zementen mit $R_{\text{Norm}} = 350 - 600 \text{ kg/qcm}$ entsprechen, was durch den Unterschied in den Prüfungsmethoden erklärt werden kann.

4. Die in unserem Laboratorium ermittelten Kurven sind in die offiziellen Regierungsnormen für die Baukontrolle an den Baustellen eingeführt worden.

Zurzeit ist das Laboratorium mit der Ermittlung ähnlicher Kurven für russische Zemente verschiedener Normenfestigkeit beschäftigt.

Bei kleinen und mittelgroßen Bauten in der Union S. S. R. werden zurzeit gewöhnlich an der Baustelle Probewürfel hergestellt, seltener das Verfahren „Slump test“ mit Wassermessung und Ermittlung der granulometrischen Zusammensetzung der Zuschlagstoffe durchgeführt.

Die vorläufige Prüfung des Zementes ist obligatorisch und wird in einem der Prüfungslaboratoriums der Union vorgenommen.

Die vorläufige Bestimmung der Betonzusammensetzung für solche Bauten wird, obgleich auch nicht in allen Fällen, entweder von unserem Laboratorium oder nach unseren Kurven von den Baustellen selbst gemacht.

Dabei sind gegeben: die zukünftige Betondruckfestigkeit im Alter von 28 Tagen, die durch die Arbeitsverhältnisse geforderte Konsistenz, in Kegelsetzmaß S ausgedrückt und der Festigkeitsmodul M des Gemisches der Zuschlagstoffe. Der letztere wird entsprechend der Siebanalyse gewählt, und zwar so, daß das Gemisch „workable“ sei (innerhalb der Grenzen von 4,5 bis 6,0).

In Abb. 2 ist punktiert der Bestimmungsvorgang gezeigt: das verlangte R_{28} bestimmt die Größe von $\frac{W}{C}$ (nach Gewicht), indem die gewählten S und M auf dem unteren Teil des Graphikons das notwendige Mischungsverhältnis $1:m$ ergeben.

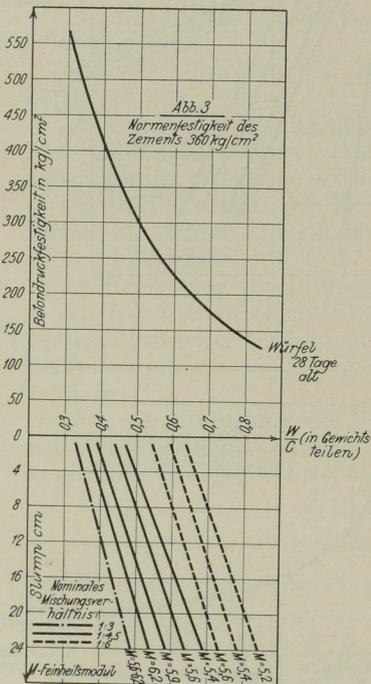


Abb. 3

Nach den bekannten Feinheitensmoduli von Sand und Schotter, sowie auch ihres Gemisches (das obenerwähnte M) wird das Verhältnis von feinem und grobem Zuschlagstoff im eingerüttelten Standard-Zustande (konstantes Raumbgewicht) bestimmt.

Durch Versuch an der Baustelle und im Laboratorium werden die von Feuchtigkeitsgehalt und Kornform abhängenden Übergangskoeffizienten für den Übergang vom Volumen im eingerüttelten Standard-Zustande zum Volumen im natürlichen Zustande ermittelt, was das Arbeitsmischungsverhältnis zu geben ermöglicht, d. h. das Verhältnis der Volumina von Zement und Sand und Schotter in lockerem Zustande.

An der Baustelle überwacht man die Größe des Wasserzementfaktors, indem das Wasser mit Hilfe einer Wasseruhr und der Zement nach Gewicht abgemessen wird, unmittelbar und mit Hilfe von „slump test“, sowie auch die Veränderung der granulometrischen Zusammensetzung und der Größe der Übergangskoeffizienten, das Arbeitsmischungsverhältnis auf solche Weise verändernd, daß das Nominalmischungsverhältnis konstant bleibt.

Während des Arbeitsfortschrittes werden Kontrollwürfel hergestellt, die zur Prüfung in Laboratorien befördert werden.

In der Tafel 3 sind die Prüfungsergebnisse von Kontrollprobewürfeln mehrerer Baustellen, welche unsere Methodik der Bestimmung und Baukontrolle des Betons in vollem Umfange angewendet haben, angeführt:

Tafel 3

Nr. der Baustellen	Vorläufige Bestimmung			Kontrolle			Alter der Probewürfel Tage
	Mischungsverhältnis	$\frac{W}{C}$ 0/0 nach Volumen	R_{28} kg/qcm	Arbeitsmischungsverhältnis an der Baustelle	$\frac{W}{C}$ 0/0 nach Volumen	R_{28} kg/qcm	
1.	1:2, 4:3,8	66 0/0 $s = 3-4$ cm	160	1:2, 4:3,8	plastisch	142 101 170 } 156	28
2.	1:1, 6:3,3	65 0/0 $s = 18$ cm	110	1:1, 6:3,3	64	102 116 102 105 } 110	28
3.	1:1, 6:3,0	60 0/0 $s = 18$ cm	130	1:1, 6:3,0	60	116 109 122 } 119	28
4.	1:1, 6:3,0	60 0/0 $s = 18$ cm	130	1:1, 6:3,0	60	116 122 } 119	28
5.	1:1, 8:3,3	70 0/0 $s = 1-2,5$ cm	180	1:1, 8:3,3	plastisch	202 176 } 189	28
6.	1:1, 8:3,3	70 0/0 $s = 1-2,5$ cm	$\frac{180}{R_{42} = 200}$	1:1, 8:3,3	„	204 184 } 194	42
7.	1:1, 8:3,3	70 0/0 $s = 1-2,5$ cm	$\frac{180}{R_{42} = 200}$	1:1, 8:3,3	„	193 218 } 205	42

Ausschließlich große Baustellen, wie z. B. „Dnieprostroy“, richten am Bauplatz ein spezielles Laboratorium ein, in welchem, in Übereinstimmung mit der von uns ausgearbeiteten Methodik, die vorläufige Prüfung der Materialien für die Bestimmung der Zusammensetzung des Betons durchgeführt wird. Während des Arbeitsvorganges hat das örtliche Laboratorium das Recht der Kontrolle über der Betonherstellungsfabrik und macht alle Angaben hinsichtlich der Zusammensetzung des Betons.

Professor KLEINLOGEL:

Als ich seinerzeit in der Zeitschrift „Beton und Eisen“ 1926, H. 3, die bekannte Abhandlung „Die Gewährleistung der Güte der Ausführung“ veröffentlichte, ist dieselbe zum Teil mit recht gemischten Gefühlen aufgenommen worden. Daß es aber durchaus notwendig war, den Finger auf einen offensichtlichen Mangel zu legen, ist seither durchaus bestätigt worden. Inzwischen hat der Deutsche Beton-Verein seine „Vorläufigen Leitsätze für die Baukontrolle im Eisenbetonbau“ erlassen und vor wenigen Tagen ist die in vieler Hinsicht hochinteressante „Anweisung von Mörtel und Beton“ der Deutschen Reichsbahn¹ erschienen, welche Schrift meinen Anregungen und Bestrebungen in weitgehendstem Maße gerecht wird. Daß auf diesem Gebiet noch reichlich viel zu tun ist, hat u. a. auch das in „Beton und Eisen“ 1928, H. 6 u. 8, veröffentlichte Ergebnis einer Rundfrage bei den bedeutendsten Baupolizeiämtern Deutschlands über die bisherigen Erfahrungen mit der Baukontrolle ergeben. Immerhin ist die bisherige Entwicklung in jeder Beziehung erfreulich und die entstandene Bewegung verspricht, sich entschieden zum Segen der Eisenbetonbauweise auszubreiten.

Die Ansicht von Herrn Dr. GESSNER-Prag, daß man den Zement auf der Baustelle nicht noch einmal untersuchen soll, kann ich nicht teilen. Die Zementwerke verlangen dies ja selbst (Mängelrüge) und außerdem lehrt die Erfahrung, daß die Beschaffenheit der Zemente auch bei Lieferungen von demselben Werk mitunter eine schwankende ist. Außerdem ist die Untersuchung des Zements verhältnismäßig einfach und da von der Güte des Bindemittels doch alles weitere abhängt, so sollte man dies nicht als nebensächlich hinstellen.

Was die Äußerung des Herrn BORTSCH-Graz anbetrifft, so wäre zu empfehlen, daß die Baupolizeiämter mit besonderen Beamten ausgerüstet werden, welche insbesondere die Durchführung der Baukontrolle beaufsichtigten und auch selbst auf diesem Gebiet ausgebildet werden. Es ist ganz richtig, daß bei manchen Unternehmern noch eine ausgesprochene Gegnerschaft gegen die Baukontrolle besteht, die aber durch geeignete Kurse und Ausbildung der Ingenieure und Techniker, nicht zuletzt aber auch der Poliere, überwunden werden muß.

An dem Beispiel der Firma Pittel & Brausewetter sieht man mit Befriedigung, wie sehr sich diese Firma der Baukontrolle schon angenommen hat und namentlich ist wichtig zu hören, daß die Firma dadurch auch ausgesprochene wirtschaftliche Vorteile erzielt hat.

Wie sehr übrigens die Herstellung eines guten Betons wirtschaftlich belohnt wird, ergibt sich mit am besten aus dem soeben erschienenen ausgezeichneten Buche von Dr.-Ing. OLSEN „Die wirtschaftliche und konstruktive Bedeutung höher zulässiger Spannungen im Eisenbetonbau“ (Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin) — ein Buch, das für die Durchführung der Baukontrolle einen neuen Ansporn gibt.

Was ich mit dem „Edelkies“ meinte, ist vielleicht nicht ganz richtig verstanden worden. Auf Grund der heute vorliegenden Erkenntnisse der Eigenart der Zuschlagstoffe dürfte es nicht schwer halten, für jede Gegend bzw. für jedes Vorkommen die für bestimmte Zwecke geeignetste Kornzusammensetzung festzustellen und die

¹ Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1928.

Kieslieferanten zu veranlassen, diesen „Edelkies“ bereitzuhalten. So gut Zement, Eisen und Holz in, im großen und ganzen gleichbleibender Beschaffenheit geliefert wird, ebenso gut dürfte es möglich sein, die Zuschlagstoffe in anerkannt guter und zweckmäßiger Kornzusammensetzung vorrätig zu halten. Man muß nur dabei grundsätzlich bedenken, daß es sich hier um die Ausschaltung eines ganz großen Unsicherheitsfaktors handelt, und daß die Herstellung eines guten Betons bei Verwendung von Edelkies viel eher gewährleistet erscheint. Es bleibt dann natürlich noch genug übrig, um trotzdem einen schlechten Beton zu erzeugen (Wasserzusatz, Nachbehandlung, Mischmaschine), jedoch wäre auf diese Weise ein weiterer erheblicher Fortschritt in der Gewährleistung der Güte der Ausführung erzielt. Man soll nicht einwenden, daß etwas derartiges nicht für alle Teile eines Landes durchführbar ist. Es ist nicht logisch, daß gewisse Gegenden auf etwas Besseres verzichten sollen, weil in anderen Teilen die Durchführung dieses Besseren nicht ohne weiteres möglich ist.

Alles in allem genommen, sind doch jetzt schon überall recht erfreuliche Anläufe und Fortschritte zu erkennen, die um so notwendiger erscheinen, als in jeder Beziehung die Ansprüche an Material und Konstruktion immer höher geschraubt werden. Ich darf daher zu meiner Befriedigung feststellen: *Die Baukontrolle marschiert!*