

Baukontrolle des Betons

unter besonderer Berücksichtigung des hochwertigen Betons

Von Professor Dr.-Ing. A. Kleinlogel, Darmstadt

I. Geschichtliche Entwicklung der Baukontrolle und allgemeine Bemerkungen

Bekanntlich entsteht ein Beton- oder Eisenbetonbau, abgesehen von den sogenannten Fertigkonstruktionen, im Gegensatz zu Bauten aus Eisen, *erst auf der Baustelle* und es ist somit das Gelingen der Arbeit von der Witterung sowie von der Vorbildung, von der Erfahrung und der Zuverlässigkeit der bauleitenden Ingenieure und der Poliere unmittelbar abhängig. Die Ausarbeitung von noch so gründlichen und vorzüglichen statischen Berechnungen und Ausführungszeichnungen kann somit allein nicht genügen. Mit vollem Recht machen daher alle berufenen und um die Sicherheit unserer Bauten besorgten Fachleute darauf aufmerksam, daß wir z. B. alle möglichen komplizierten Bauteile, wie Pilzdecken und andere mehrfach statisch unbestimmte Konstruktionen, zu berechnen verstehen, während im großen und ganzen die Kenntnis der Materialeigenschaften sowie deren wirtschaftliche und konstruktive Auswertung vielfach noch im Argen liegt.

Wir müssen also sorgen, daß ausreichende Gewähr dafür vorhanden ist, die Voraussetzungen der Rechnung auf der Baustelle auch tatsächlich zu erfüllen.

Die *Bauunfallstatistik* aller Länder lehrt uns aber eindringlich, daß die erwähnten Vorbedingungen nicht immer und nicht überall erfüllt werden und somit die Befürchtung berechtigt ist, daß der weitere Fortschritt ernstlich gefährdet sein dürfte, wenn nicht in weitesten Kreisen die Bereitschaft geweckt wird, von der bisherigen Gleichgültigkeit gegenüber den Forderungen der Wissenschaft abzugehen und den neueren Ergebnissen der Materialkunde diejenige Beachtung zuteil werden zu lassen, die sie unbedingt verdienen. Es ergibt sich somit die *Notwendigkeit* hierin Wandel zu schaffen und für die Gewährleistung der Güte der Ausführung bessere Grundlagen bereitzustellen. Es zeigte sich, nachdem der Eisenbeton in unbestreitbarem Siegeszug das gesamte Bauwesen revolutioniert hatte, daß die äußere Entwicklung des Eisenbetons der Materialkenntnis weit vorausgeeilt, daß also die letztere zurückgeblieben war hinter den theoretischen und versuchstechnischen Errungenschaften und daß die Jagd nach immer größeren Spannweiten, Belastungen und nach immer mächtigeren Bauwerken — also eine gewisse Rekordsucht — der Förderung der Erkenntnis der Materialeigenschaften nicht dienlich gewesen war. Man glaubte, gegenüber der quantitativen Ausdehnung der Bauweise die materialtechnischen Belange als gering veranschlagen, bzw. sie vernachlässigen zu dürfen.

Dieser Mangel trat mit der Zeit in Gestalt der *Bauunfälle* immer mehr in Erscheinung. Jeder Sachverständige, der mit diesen Vorkommnissen zu tun hat, weiß ein Lied zu singen von den Versäumnissen und von der oft groben Unkenntnis auf dem Gebiet der Materialkunde, ganz abgesehen von Fehlern in der Berechnung und Konstruktion. Die Bestrebungen, die Verhältnisse durch Einführung einer gewissenhaften und doch in vernünftigen Grenzen bleibenden *Baukontrolle* zu bessern, sind also nicht einem Selbstzweck oder der Freude an Belästigungen und Belastungen der Betonindustrie entsprungen — sie sind vielmehr die *Früchte der Erkenntnis*, daß der Beton- und Eisenbetonbau am Anfang einer ganz neuen *Höherentwicklung* steht, *sofern* die bisher offenkundig gewordenen Mängel und Unterlassungen nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. Daß die Einführung und Durchführung einer zielbewußten Baustellenkontrolle des Betons eine unbedingte Notwendigkeit und als solche allseitig erkannt und anerkannt wird, beweisen u. a. am besten die in der Zeitschrift „Beton und Eisen“ 1928 in den Heften 6 und 8 veröffentlichten Äußerungen von 25 deutschen Baupolizeiämtern, aus welchen Mitteilungen klar hervorgeht, wieviel auf diesem Gebiet noch zu tun ist, bis die *Einstellung der Unternehmenschaft* eine andere geworden ist.¹ Dieser letztere Umstand ist in dieser ganzen Sache von besonderer Bedeutung, da es bis jetzt an gesetzlichen Mitteln fehlt, einen entsprechenden Zwang auszuüben. Und doch ist die Sicherheit unserer Bauten und die Güte der Ausführung eine *Angelegenheit des öffentlichen Interesses*, welch letzteres sofort dann in Erscheinung tritt, wenn ein Bauunfall die Aufmerksamkeit weiterer Kreise oder gar der Staatsanwaltschaft in Anspruch nimmt.

Mit dem Aufkommen und mit der immer größeren Verbreitung des hochwertigen Zements und damit des hochwertigen Betons ist ein weiteres Gefahrmoment in die Erscheinung getreten, das nicht unterschätzt werden darf. In Deutschland (und auch in anderen Ländern) räumen die neueren Bestimmungen über die Ausführung von Beton- und Eisenbetonbauten dem hochwertigen Zement, bzw. dem hochwertigen Beton, eine Vorzugsstellung ein, d. h. es werden höhere Beanspruchungen zugelassen. Um so größer ist auch die Verantwortung des Unternehmers, der sich um so mehr davon überzeugen muß, daß er in der Ausführung die an die höher zulässige Spannung geknüpfte Voraussetzung erfüllt.

In diesem Zusammenhang ist der Umstand zu bedauern, daß — um nur ein naheliegendes Beispiel zu nennen — in Deutschland die einschlägige Unternehmerschaft dem Deutschen Beton-Verein (E. V.) zum weitaus größeren Teil fernsteht und sich somit einer Beeinflussung in der gewollten Richtung völlig entzieht. Der Deutsche Beton-Verein hat erst neuerdings besondere „Vorläufige Leitsätze für die Baukontrolle im Eisenbeton“ aufgestellt und hat seine Mitglieder zur strengen Befolgung dieser Leitsätze verpflichtet.

Im Sinne der vorstehend erörterten Bestrebungen können diese Leitsätze natürlich nur teilweise eine Wirkung ausüben, weil eine viel größere Anzahl von Unternehmern dieser Verpflichtung nicht unterliegt und somit freie Hand hat in der Beachtung oder Nichtbeachtung dessen, was not tut.

Was nützen auch alle einschlägigen Anstrengungen, eine gewisse Besserung in der Güte der Ausführung zu erzielen, wenn das *Submissionsunwesen* dem Pfuscher-tum Tür und Tor öffnet, d. h. wenn die Auftraggeber, und hier namentlich die Behörden, keinerlei Rücksicht auf die Qualität des Bewerbers nehmen, sondern in den weitaus meisten Fällen einfach dem billigsten Angebot stattgeben, ja mitunter zu der Verwendung von ungeeigneten Baustoffen deshalb verleiten, weil die letzteren aus irgend welchen Gründen bauseitig zur Verfügung stehen. Die „Billigkeit“

¹ „Die bisherigen Erfahrungen mit der Baukontrolle.“ — Ergebnis einer Rundfrage bei den bedeutendsten Baupolizeiämtern Deutschlands. — „Beton und Eisen“ 1928, H. 6 und 8.

solcher Angebote ist schon oft teuer genug bezahlt worden! Mit Recht wäre also vor allem auch eine *Auslese der Unternehmer* zu fordern, besonders bei öffentlichen Wettbewerben.

Auf dem Gebiet der Erforschung der Materialeigenschaften haben sich in den letzten beiden Jahrzehnten grundlegende Fortschritte ergeben. Während man sich früher, zum Teil in groß angelegten Versuchsreihen, damit begnügte, z. B. die Druckfestigkeiten von gewissen Raum-Mischungsverhältnissen (1 : 4, 1 : 5, 1 : 10 usw.) mit Materialien aus verschiedenen Gegenden zu untersuchen, zeigten erst die auf systematisch durchgeführten Arbeiten beruhenden Forschungsergebnisse eines ABRAMS, GRAF u. a., daß es vor allem die *Kornzusammensetzung* ist, welche die maßgebende Grundlage für die wichtigste Mörtel- und Betoneigenschaft bildet. Ferner wurde es innerhalb der geschichtlichen Entwicklung der einschlägigen Versuche immer klarer, daß der *Wasserzementfaktor* ebenfalls eine ausschlaggebende Rolle spielt. Erst nachdem es möglich wurde, aus den Versuchsergebnissen allmählich ganz bestimmte Erkenntnisse und Regeln abzuleiten, war die Basis für eine zweckmäßige Baukontrolle geschaffen. Auf diesem Gebiet hat sich einschließlich der bereits Genannten eine Reihe von Forschern große Verdienste erworben. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, seien nachstehend (in alphabetischer Reihenfolge) die Namen derjenigen wiedergegeben, welche nennenswerte versuchsmäßige Beiträge zu der heutigen Kenntnis der Materialeigenschaft geliefert haben:

ABRAMS — BOLOMEY — BURCHARTZ — FÉRET — FOSS — FREY — FULLER — GARY — GRAF — KORILANG — MAIER — NITZSCHE — PROBST — ROŠ — SCHÜLE — STADELMANN — SUENSON — TALBOT — THOMPSON — VIESER — WIG — WILLIAMS — GATES — YOUNG.

Was die Nutzenwendungen der verschiedentlichen Forschungsergebnisse anbetrifft, so ist, abgesehen von Amerika, innerhalb Europa namentlich *Österreich*, dank der erfolgreichen Bemühungen des Herrn Oberbaurats Dr. Ing. v. EMPERGER, wegbereitend vorangegangen und hat zuerst eigene Vorschriften für Baukontrolle aufgestellt, die bekanntlich von Herrn v. EMPERGER in „Beton und Eisen“ 1925 einer allgemeinen Besprechung unterzogen wurden und so gewissermaßen der Ausgangspunkt der ganzen Bewegung geworden sind.

II. Das Wesen der Baukontrolle

Während der Baustoff *Eisen* in allen Ländern ganz bestimmte, durch streng überwachten Erzeugungsprozeß gewährleistete Materialeigenschaften besitzt, ist der Baustoff *Beton* aus den verschiedensten Komponenten zusammengesetzt, die je nach Land und Gegend wechseln und auch innerhalb dieser letzteren nicht gleichartig sind. Sowohl die in großer Zahl auf dem Markte befindlichen Zemente, als namentlich auch die Sand-, Kies- und Schottermaterialien sind so unterschiedlich in ihrer Beschaffenheit und Eigenart, daß Beton und Beton schon bei den einzelnen Unternehmungen durchaus zweierlei sein kann. Bereits GARY hat bekanntlich gesagt: „Mehr Kenntnis der Baustoffe“ und zwar hat er dies schon zu einer Zeit geäußert, als das, was wir heute unter Baukontrolle verstehen, noch lange nicht greifbar in Erscheinung getreten war. Es stellte sich aber dann bald heraus, daß nur bei genauer Kenntnis der jeweiligen Materialeigenschaften ein Beton erzeugt werden kann, der den berechtigten Anforderungen der Bautechnik gewachsen ist und man hat auch bald gelernt, sich darüber klar zu werden, daß die zu erwartenden Betoneigenschaften verschieden beurteilt werden müssen, je nachdem es sich um Druckfestigkeit, um Zugfestigkeit, oder um Dichtigkeit, bzw. um mehrere dieser Eigenschaften gleichzeitig handelt.

Das *Wesen der Baukontrolle* besteht also in der Hauptsache einerseits darin, durch Auswahl geeigneter Bindemittel und Zuschlagstoffe, durch vorherige Ermittlung der jeweils zweckmäßigen Kornzusammensetzung und des zugehörigen Wasserzementfaktors, für einen bestimmten Verwendungszweck einen Beton mit ganz bestimmten Eigenschaften zu erzeugen — und andererseits darin, die Richtigkeit und Zulässigkeit der getroffenen Maßnahmen durch fortlaufende Prüfungen des erzeugten Betons am Bau selbst zu kontrollieren. Insbesondere gelten diese Darlegungen für die Verwendung von hochwertigem Zement, bzw. mit diesem erzeugten hochwertigen Beton.

Eine der wirtschaftlich günstigen Folgen der sinngemäßen Durchführung derartiger Maßnahmen ist dabei auch die Ermöglichung einer Typisierung, Normalisierung und Mechanisierung der gesamten Betonerzeugung mit dem Endzweck der Erreichung einer möglichst gleichbleibenden Güte des Betons für sämtliche gleichartigen Bauteile, vor allem auch im Sinne der Ausschaltung aller Zufälligkeiten und Willkürlichkeiten, deren nachteilige Auswirkung zur Genüge bekannt ist.

III. Die Mindestforderungen der Baukontrolle

Es sollen nachstehend diejenigen Maßnahmen und Vorrichtungen besprochen werden, welche zwecks Durchführung der Baukontrolle *mindestens* verlangt werden müssen, und zwar sollen diese Mindestforderungen einen Maßstab dafür geben, was von dem Unternehmer heutzutage wenigstens erwartet werden muß, wenn er Anspruch darauf machen will, daß seine Ausführungen als vollwertig angesehen werden.

1. Bauwasser.

Obleich ABRAMS durch Prüfung von 68 verschiedenen Wässern festgestellt hat, daß, entgegen der allgemeinen Ansicht, die meisten verunreinigten Anmachewässer für den Beton nicht ausgesprochen nachteilig sind, so darf dies nicht dazu verleiten, nunmehr leichtsinnig jedes beliebige Wasser zur Betonbereitung zu verwenden. Es ist daher in zweifelhaften Fällen stets eine ordnungsgemäße Untersuchung durch ein chemisches Laboratorium zu empfehlen.

Ob Bauwasser gewisse Säuren enthält, kann qualitativ dadurch festgestellt werden, daß Lackmuspapier eingetaucht wird, dessen Rotfärbung auf Säuregehalt des Wassers und damit auf eine gewisse Schädlichkeit desselben schließen läßt.

Ein etwaiger Sulfatgehalt dagegen, welcher bekanntlich besonders gefährlich ist, wird an einer, wenn notwendig klar zu filtrierenden Probe mittels Bariumchlorid festgestellt; bei vorhandenem Sulfatgehalt bildet sich bei Zugabe von Bariumchloridlösung stets ein weißer Bariumsulfatniederschlag.

2. Zement.

Wenn auch berücksichtigt wird, daß die Zemente einerseits laufend in den Laboratorien der erzeugenden Werke, andererseits durch die Vereinslaboratorien stichprobenweise geprüft werden, so ist es dennoch zu empfehlen und auch von verschiedenen Zementverbänden vorgeschrieben, daß die Verbraucher den Zement vor der Verarbeitung ebenfalls einer Untersuchung unterziehen. Es ist bekannt, daß dasselbe Lieferwerk nicht immer gleichartigen Zement liefert und daß außerdem sämtliche Bindemittel durch Lagerung mit der Zeit an Güte mehr oder weniger verlieren.

a) *Prüfung der Bindezeit* durch Vornahme der Abbindeprobe mit dem Normalnadelapparat (Vicatnadel!).

Für die Baustelle interessiert vor allem der Beginn der Erhärtung des Zements. Die Ermittlung der Abbindezeit durch Eindrücken des Fingernagels in den Zementkuchen dürfte nicht als ausreichend erachtet werden und kann nur als Notbehelf gelten.

Dabei muß sich der Unternehmer bewußt sein, daß hochwertiger Zement nicht rascher abbindet als normaler Portlandzement.

b) *Prüfung auf Raumbeständigkeit.* Sofern Zeit dazu vorhanden ist: Einlagerung von Zementkuchen in Wasser und Feststellung nach 28 Tagen, ob sich keinerlei Kantenrisse, Netzkrisse oder Verkrümmungen zeigen.

Meist kann aber mit der Verwendung des angelieferten Zementes nicht so lange gewartet werden: Dann Vornahme einer sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsprobe (in Deutschland z. B. die MICHAELISSche Kochprobe oder die HEINTZELsche Kugelprobe).

c) *Festigkeitsprüfung.* Derartige Prüfungen können auf der Baustelle selbst in den meisten Fällen nicht ohne weiteres vorgenommen werden, da die Einrichtungen hierzu immerhin nicht so einfach sind. Es soll jedoch verlangt werden, daß der Unternehmer gleich von der ersten Waggonlieferung Zement in der nächstgelegenen Materialprüfungsanstalt oder in einer sonst geeigneten Prüfungsstelle eine *normengemäße Festigkeitsprüfung* vornehmen läßt. Dasselbe sollte sich mindestens bei jedem fünften Waggon wiederholen.

Daneben aber bestehen schon recht brauchbare Vorschläge, wie die Eignung des Zements durch Prüfung von Purprismen oder von Mörtelbällchen ermittelt werden kann. Hierzu bedarf es keiner umständlichen und teuren Vorrichtungen und wenn auch dabei mancher Fehler mit unterläuft, so wird diese Prüfung dem Unternehmer doch einen Anhaltspunkt für die Brauchbarkeit, bzw. für die Festigkeitseigenschaften, des betreffenden Zements geben.

Die Zugabe des Zements nach Gewicht ist deshalb von Wichtigkeit, einerseits weil dadurch jede Ungenauigkeit in der räumlichen Zumessung vermieden wird, und weil andererseits zu beachten ist, daß z. B. der hochwertige Zement im allgemeinen ein geringeres Raumgewicht hat als der normale Portlandzement. Dieser letztere Umstand hat schon öfters dazu geführt, daß bei der Bemessung nach Raummaß bei Verwendung von hochwertigem Zement weniger Zement in die Masse kommt als beabsichtigt ist.

3. *Prüfung der Zuschlagsstoffe.*

Zunächst sind Sand und Kies auf Reinheit, d. h. auf etwaige Verunreinigungen durch Lehm und Ton zu prüfen.

Der Lehmgehalt ist leicht durch einen Abschlammversuch zu ermitteln.

Organische Verunreinigungen des Sandes sind mittels des Verfahrens ABRAMSHARDER festzustellen.

Von ausschlaggebender Wichtigkeit ist die Ermittlung der jeweils zweckmäßigen *Kornzusammensetzung* als wichtigste Eigenschaft der Zuschlagstoffe, die vor allem auch für die Festigkeitsentwicklung maßgebend ist. Die Betonfestigkeit wird nach GRAF in erster Linie durch die Mörtelfestigkeit bestimmt.

Benutzung und Auswertung der Siebregel von GRAF durch Vornahme von Siebversuchen und Feststellung des Gehaltes des Mörtels an den verschiedenen Korngrößen, bzw. Feststellung der hauptsächlichsten Abweichungen von der Idealsiebkurve.

Möglichste Annäherung des Mörtelgemisches an die Idealsiebkurve. In vielen Fällen genügt es, das fehlende Korn zu beschaffen und zuzusetzen. Nicht wirtschaftlich dürfte die Entfernung der nicht erwünschten Bestandteile durch Aus-sieben oder die Verwendung einer größeren Menge Zement sein.

Ebenso wichtig wie die Kornzusammensetzung ist die Ermittlung und Festsetzung des *Wasserzementfaktors* nach den Angaben und Kurven von ABRAMS, GRAF oder anderen.

Nach der Bestimmung der zweckmäßigen Kornzusammensetzung und des Wasserzementfaktors *Vorausbestimmung der Festigkeit* des Betons unter Benützung einer der hierfür angegebenen Formeln.

Laufende Prüfung der Konsistenz des Betons durch die Setzprobe oder durch die auch von Amerika übernommene Ausbreitprobe, bzw. durch den von GRAF empfohlenen Rütteltisch.

Anfertigung von Betonwürfeln oder Prüfzylindern zur Feststellung der Druckfestigkeit des Betons.

Anfertigung von Kontrollbalken zwecks Feststellung der Biegefestigkeit des Betons und des Erhärtungsfortschritts.

Herr Oberbaurat Dr. v. EMPERGER, der als Referent des Österreichischen Eisenbeton-Ausschusses im Verein mit diesem in sehr verdienstvoller Weise die Österreichischen Eisenbetonvorlagen ausgearbeitet und der außerdem das wirklich vorteilhaft anzuwendende „Kontrollbalkensystem“ zusammengestellt hat, bespricht in seiner bereits erwähnten interessanten Abhandlung „Die Baukontrolle des Betons“, „Beton und Eisen“ 1925, Heft 13, S. 209, die Minimal-Geräteeinrichtung, welche zur Durchführung einer vernünftigen Baukontrolle bei jeder Bauleitung vorhanden sein sollte. Sie besteht nach seinen Angaben in einem Apparatkasten, welcher es dem Bauleiter ermöglicht, die notwendigen Güteproben selbst durchzuführen. Der Apparatkasten soll umfassen:

1. 6 Proberöhren mit Ständer und Flaschen mit Bariumchlorid, Salzsäure und Lackmuspapier;
2. Wage mit Hornschalen für 200 g und Gewichtssatz;
3. 6 Blechdosen zum Aufbewahren von je 5 kg Zement;
4. Normal-Vicat-Nadelapparat, komplett, Emailbecher mit Handgriff, Spritzflasche mit gebogenem Spritzrohr von 750 g Inhalt, Meßzylinder 200 ccm Inhalt;
5. 12 Glasplatten 15/15, Zinkkasten 45/12 bis 45 lang. Deckel mit Filz ausgelegt;
6. Biegeapparat für Zementbalken $3/2$ bis 25 cm lang, 6 Formen und einen Sack mit 5 kg Normalsand;
7. Dezimalwaage mit 50 kg und Gewichtssatz;
8. 2 geeichte Gefäße von 1 l mit Abstreicher und je 1 von 5 und 10 l Inhalt;
9. Siebe, 25 cm im Geviert, im Holzrahmen, und Blechsiebe, 50 cm im Geviert, für 0, 24, 1, 3, 7 und 25 mm Korngröße;
10. 2 Becher für Setzproben;
11. Thermometer mit Glasarmatur zum Versenken ins Mischgut;
12. Kontrollapparat für Betonbalken nach EMPERGER, nach der österreichischen Vorschrift. Dort, wo ein Festigkeitslaboratorium leicht erreichbar ist, außerdem 6 eiserne 20-cm-Würfelformen.“

4. Prüfung der Eiseneinlagen.

Die Eisen an sich brauchen im allgemeinen nicht geprüft zu werden. Dagegen ist die genaue zeichnungsmäßige Lage der Bewehrung von Seiten des bauleitenden Ingenieurs oder eines Baupolizeibeamten zu kontrollieren.

5. Führung eines Bautagebuches.

In dem *Bautagebuch*, in welchem ohnedies bei jedem Bau die hauptsächlichsten Vorgänge eingetragen werden sollen, müssen auch die Ergebnisse der auf der Baustelle durchgeführten Baukontrollversuche festgehalten werden.

Zu diesem ganzen Abschnitt ist grundsätzlich Folgendes zu bemerken:

Für jede Stadt oder Gegend sind jeweils ganz bestimmte Sand-, Kies- oder Schotterarten charakteristisch und werden ganz allgemein zu den Bauten verwendet. Viele Unternehmungen besitzen auch eigene Kiesgruben oder Baggereibetriebe. Da liegt es doch sehr nahe, daß sich die in den betreffenden Städten oder Landesteilen ansässigen Unternehmer dazu entschließen, diese gängigen Materialien für ihren Zweck ein für allemal, bzw. von Zeit zu Zeit, auf allgemeine Brauchbarkeit, Kornzusammensetzung, Abhängigkeit der Druckfestigkeitsentwicklung im Hinblick auf den Wasserzementfaktor usw., untersuchen zu lassen, um daraus die notwendigen konstruktiven und wirtschaftlichen Schlüsse zu ziehen. Die Unternehmerschaft hat im allgemeinen eine merkwürdige Scheu vor solchen Untersuchungen und vor den etwaigen Kosten. Bezüglich der letzteren ist es gar nicht zur Genüge bekannt, daß, wenigstens für deutsche Verhältnisse, schon mit etwa 300 RM viel Nützliches erreicht werden kann. Vollends für 500 RM wird sich bereits ein ausreichendes Bild von der Eigenart der jeweils in Betracht kommenden Baustoffe ergeben. Wenn man bedenkt, daß diese Beträge im Vergleich zu den gesamten Baukosten und im Vergleich zu dem mit jedem Bau verbundenen Risiko *sehr gering* sind, so kann man nicht verstehen, daß die Unternehmerschaft nicht viel freudiger auf alle diese Anregungen eingeht.

In diesem Zusammenhang muß noch ein anderer Umstand erwähnt werden, welcher ebenfalls von Wichtigkeit ist. Wenn es erreicht werden könnte, daß die Sand- und Kieslieferanten, je nach Landesteilen und Vorkommen, ganz bestimmte Korngrößen (die von maßgebender Stelle vorgeschrieben werden könnten) bereithalten würden, so wäre damit schon viel gewonnen. Denn es würde dadurch nicht nur das Interesse der Abnehmer dieser ausgesonderten Materialien erweckt, es würden auch bald die Behörden und sonstigen Auftraggeber dazu übergehen, die Verwendung derartig vorbereiteter Baustoffe zu verlangen. In Verbindung damit würde es im Interesse jedes Sand- und Kieslieferanten liegen, wenn über die Eignung und über die Zweckmäßigkeit der Zusammensetzungen der verschiedenen Korngrößen, innerhalb gewisser Mischungsverhältnisse, amtliche Prüfungszeugnisse vorliegen würden.

Der Deutsche Beton-Verein z. B. hat sich in dieser Richtung verschiedentlich bemüht — bis jetzt leider ohne Erfolg. Während einzelne Kieslieferanten betonen, daß bei ihnen schon heute, allerdings gegen einen ziemlich beträchtlichen Preis, Zuschlagstoffe nach Korngrößen erhältlich sind, so steht doch noch die Mehrheit der betreffenden Unternehmer solcher Forderung ablehnend gegenüber.

Erst wenn auch in dieser Hinsicht, etwa durch Vorschrift, eine gewisse Grundlage geschaffen ist — vielleicht derart, daß die sogenannten natürlichen Kies-Sandgemische, sofern sie nicht durch Siebanalysen charakterisiert sind, einfach verboten werden, und nur die Verwendung von getrennten Korngrößen zugelassen wird, kann eine zweckmäßige Zusammensetzung der Zuschlagstoffe erreicht werden. Wird dann dadurch die Nachfrage an gesonderten Zuschlagstoffen eine rege, so kann der Verkaufspreis auch ohne weiteres erheblich gesenkt werden. Wenn sich z. B. die Unternehmer zu Gruppen zusammenschließen würden, so könnte schon manches erreicht werden.

Was den *Wasserzusatz* anbetrifft, so ist hierzu noch ein besonderes Wort zu sagen! Bekanntlich hat sich der Gußbeton mit Recht ein großes Anwendungsgebiet erobert. Die Erfahrungen des Berichterstatters gehen aber dahin, daß gerade der Gußbeton in manchen Fällen zu einer gewissen Gefahr für den Eisenbeton zu werden droht, indem von manchen Ingenieuren und namentlich von den Baustellenpolieren unter dem Aushängeschild „Gußbeton“ manches getan wird, was nicht gebilligt werden kann. Gewiß erfordert das Einbringen des Betons bei Eisen-

betonarbeiten, namentlich bei engliegender Bewehrung, eine größere Weichheit, ja mitunter sogar eine gewisse Flüssigkeit des Betongemisches, aber das in Zeitschriften und Büchern dem Gußbeton an sich mit Recht gespendete Lob verleitet manchen dazu, nun eine ausgesprochene „Wassersuppe“ zu machen und auf Vorhalt mit der Entschuldigung zu antworten, daß hier eben „Gußbeton“ gemacht würde und daß dies doch eine vorzügliche Sache sei. Um so mehr gewinnt die Einhaltung des im voraus zu bestimmenden Wasserzementfaktors an Bedeutung, denn dann kann jeder Versuch, bewußt oder unbewußt mehr Wasser beizugeben, mit Erfolg unterbunden werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die bauleitenden Ingenieure und Poliere, welche einmal begonnen haben sich mit der Baukontrolle zu befassen, an dieser immer mehr Freude haben und alles daran setzen, immer bessere Ergebnisse mit den Würfeln und Kontrollbalken zu erreichen. Es sind diesbezüglich schon sehr anerkennenswerte Fälle bekannt geworden, in welchen die Baukontrolle in geradezu muster-gültiger Weise durchgeführt wurde.

Über die vorstehend gekennzeichneten Mindestforderungen hinaus gibt es natürlich noch eine Menge Wünsche, welche im Interesse einer besseren Gewährleistung der Güte der Ausführung geltend gemacht werden dürften. Viele dieser Wünsche werden heute schon bei größeren Ausführungen durch solche Firmen erfüllt, welche sich ihrer Verantwortung voll bewußt sind und gegebenenfalls auf der Baustelle ein vollständiges und tadellos ausgestattetes Laboratorium einrichten, in welchem auch die hauptsächlichsten Prüfungsmaschinen vertreten sind. Das sind natürlich Ausnahmen, die sich wirtschaftlich nur dann rechtfertigen, wenn die Größe des Bauwerkes und der voraussichtliche Verdienst dies zuläßt.

An weitergehenden besonderen Wünschen wären folgende zu erwähnen:

1. Chemische Untersuchung des Baugrundes auf etwaige Betonschädlichkeit.
2. Beschaffung von Apparaten, welche die immer gleichbleibende genaue Zumessung der Wassermenge zum Beton gewährleisten.
3. Häufigere Bestimmung des eigenen Feuchtigkeitsgehaltes der Zuschlagstoffe.
4. Aufstellung von Mustersiebkurven und regelmäßige Durchführung von Siebanalysen.

IV. Die bisherigen Erfahrungen mit der Baukontrolle

Der Unterzeichnete hat als Schriftleiter der Zeitschrift „Beton und Eisen“ im Herbst 1927 an eine Reihe von deutschen Baupolizeiamttern eine Rundfrage über die bisherigen Erfahrungen mit der Baukontrolle ergehen lassen. Die Antworten von 25 Behörden sind, wie gesagt, in den Heften 6 und 8 des Jahrganges 1928 der genannten Zeitschrift veröffentlicht. Diese Antworten beziehen sich somit ausschließlich auf *Deutschland* — sie sind aber sehr interessant, denn sie geben hinreichende Auskunft über das, was bisher auf diesem Gebiet erreicht bzw. *nicht* erreicht wurde.

Die Städtische Baupolizei Berlin, z. B., ist der Auffassung, daß eine zuverlässige Firma nur tüchtigen, gewissenhaften Leuten verantwortliche Aufgaben übertragen wird, wodurch die Hauptvoraussetzung für eine gute Ausführung gegeben ist. Die bestehenden und die vom Deutschen Beton-Verein beabsichtigten Prüfungsvorschriften würden den Bauleitenden zuviel Arbeit machen und dieselben zu sehr ablenken. Im übrigen ist Berlin für die Festigkeitsprüfung mit Prüfzylindern.

Einzelne Baupolizeiamter — wie z. B. Barmen, Bonn, Frankfurt a. Main, Frankfurt a. d. Oder, München, Regensburg, Stettin — haben bisher von einer nennens-

werten Durchführung der Baukontrolle innerhalb ihres Amtsbereiches *nichts* gehört oder gesehen.

Andere Baupolizeiämter, wie z. B. Bremen und München, verlangen neuerdings die Durchführung der Baukontrolle nach den vorläufigen „Leitsätzen“ des Deutschen Beton-Vereines. Die Vornahme von Würfelpuben wird nur von wenigen Baupolizeiämtern ausdrücklich verlangt und meist nur in besonderen Fällen — so z. B. von Düsseldorf, Hamburg, Hannover, Mannheim, Nürnberg und Saarbrücken.

Eine mehr oder weniger schärfere Baukontrolle (bezüglich Verlegens der Eiseneinlagen, Verwendung des Zements, Prüfung der Zuschlagstoffe, Entnahme von Stichproben während des Betonierens) wird nur von einigen wenigen Baupolizeiämtern durchgeführt und meist auch hier nicht vollkommen — so z. B. von Breslau, Essen, Hamburg, Hannover, Karlsruhe, Leipzig, Mainz, Nürnberg und Saarbrücken.

Die Baupolizeiverwaltung Köln beklagt sich darüber, daß die Baukontrolle bei den ausführenden Firmen noch sehr im Argen liege und noch recht viel zu wünschen übrig lasse. Die meisten Baugeschäfte, auch größere Firmen und Mitglieder des Deutschen Beton-Vereines, würden so gut wie gar keine gründliche Betonkontrolle ausüben. Es sei unverständlich, wieviel Unkenntnis über das Wesen des Eisenbetons und wieviel Sorglosigkeit unter den Unternehmern herrsche. Es müsse dafür gesorgt werden, daß die „Leitsätze“ des Deutschen Beton-Vereines nicht nur auf dem Papier stehen bleiben.

Die Baupolizeiverwaltung Saarbrücken stellte als Erste die Forderung nach Lieferung von Zuschlagstoffen in einzelnen Korngrößen auf, konnte jedoch infolge Schwierigkeiten von seiten der betreffenden Kreise nicht durchdringen. Auch der Oberbürgermeister der Stadt Hagen (Westf.) und das Baupolizeiamt Kiel betonen die Notwendigkeit der Verwendung von Zuschlagstoffen in bestimmter Korngröße. (Siehe hierzu Abschnitt III, Schlußteil.)

Das Baupolizeiamt Stuttgart ist wohl für ein Auswahl- und Listensystem der Betonunternehmer eingenommen, behauptet jedoch, daß ein solches Verfahren nach den deutschen Gesetzen nicht zulässig sei.

Im übrigen darf auf die einzelnen ausführlichen Antworten an genannter Stelle hingewiesen werden.

Die bisherigen „Erfahrungen mit der Baukontrolle“ sind darnach, wenigstens in Deutschland, *noch recht nahe beieinander*, d. h. die Durchführung der Baukontrolle beginnt erst ganz langsam auf Verständnis und Gefolgschaft zu stoßen. So gut wie alle Baupolizeiämter betonen die Notwendigkeit einer zielbewußten und scharfen Durchführung der Baukontrolle.

Der Gesamteindruck der Antworten der Baupolizeiämter ist der, daß in dieser Angelegenheit noch sehr viel zu tun ist und daß es noch Jahre dauern wird, bis die Einstellung der Unternehmerschaft diesen Fragen gegenüber eine andere geworden ist. Um so notwendiger ist es daher, daß die fachliche Allgemeinheit von berufener Stelle aus immer und immer wieder auf die Wichtigkeit der Baukontrolle hingewiesen und zur Anwendung derselben ermahnt wird.

V. Wirtschaftliche Vorteile der Baukontrolle für den Unternehmer

1. Wie schon in Abschnitt I dargelegt wurde, ist die ganze Frage der Baukontrolle aus dem Bestreben heraus entstanden, einerseits die Bauunfälle nach Zahl und Ausmaß möglichst zu verringern, bzw. ganz zu unterbinden und andererseits den Sicherheitsgrad unserer Bauten zu erhöhen. Es kann gar kein Zweifel darüber bestehen, daß bei gewissenhafter und sorgfältiger Durchführung dessen, was wir unter Baukontrolle des Betons verstehen wollen, *der Unternehmer in erster Linie am besten fährt*, denn er verschafft sich dadurch selbst eine ausreichende Gewähr gegen nachteilige Vorkommnisse aller Art, gegen Beanstandungen und Beschwerden

seitens des Auftraggebers und vor allem gegen das Auftreten von Bauunfällen. Es wird wohl nicht leicht eine Firma geben, bei welcher sich noch keinerlei unangenehme Ereignisse eingestellt haben, wobei zu berücksichtigen ist, daß das, was sozusagen „offiziell“ bekannt ist, nur ein Bruchteil dessen ist, was sich da und dort, ohne weiteres Aufsehen zu verursachen, ereignet. Es braucht nicht immer gleich ein ausgesprochener Bauunfall zu entstehen — es gibt Vorfälle genug, die ebenfalls als warnendes Beispiel dem Unternehmer die Augen öffnen sollten.

Was ist also billiger und vorteilhafter für den Unternehmer: wenn er sich andauernd infolge Unkenntnis der Materialeigenschaften und bewußter oder unbewußter Ablehnung der Baukontrolle in Unsicherheit über den Erfolg seiner Arbeit befindet — oder wenn er das, was für ihn von der Wissenschaft und von der Erfahrung in greifbarer Form bereitgestellt ist, *benützt* und innerhalb seines Arbeitsgebietes *auswertet*.

2. Bei Durchführung der Baukontrolle können die einzelnen Bauteile auf Grund der Ergebnisse mit Kontrollbalken früher ausgeschalt werden, sofern dem nicht die derzeitige Fassung der jeweiligen Landesbestimmungen entgegensteht. Mindestens besteht über den Erhärtingsgrad des Betons eine ungleich größere Sicherheit, als dies bisher mit der Methode der äußerlichen Beklopfung von ausgeschalteten Bauteilen möglich war. Dies gilt namentlich auch für die Verwendung von hochwertigem Zement, dem bekanntlich in den amtlichen Bestimmungen eine Vorzugstellung eingeräumt ist.

3. Die bis jetzt vorliegenden, durch die verschiedenen Forscher bereitgestellten Erkenntnisse ermöglichen es dem Unternehmer, z. B. mit weniger Zement eine bestimmte Festigkeit zu erreichen, bzw. mit einer vorgeschriebenen Menge Zement höhere Festigkeit und damit eine bessere Ausnützung der Materialeigenschaften zu erzielen. Wenn allmählich die Auswahl und Bereitstellung der Baustoffe sowie deren Verarbeitung in dem hier besprochenen Sinne Allgemeingut geworden ist — oder wenn wenigstens ein gewisser Teil der Unternehmerschaft nach diesen Grundsätzen handelt — so ist es eine selbstverständliche Forderung, daß diesen Unternehmern eine größere Freiheit in der Bemessung der Zementmenge und in der Verwendung der Baustoffe zugestanden wird, sofern durch amtliche Versuchsergebnisse die nötigen Belege beigebracht werden und *Gewähr* dafür vorhanden ist, *daß auch am Bau eine entsprechende Durchführung erfolgt*. Andererseits könnte in Erwägung gezogen werden, unter Beibehaltung der Vorschrift einer gewissen Mindestmenge an Zement, bei der Verwendung von „Edelbeton“ höhere Beanspruchungen zuzulassen. Es ist wirtschaftlich verständlich, daß der Unternehmer erwartet, daß seine Aufwendungen in Richtung der Erzeugung eines hochwertigen Betons auch entsprechend anerkannt, d. h., durch gewisse Erleichterungen in der Handhabung bzw. Fassung der maßgebenden amtlichen Vorschriften belohnt werden. Denn andernfalls ist er gegenüber dem Puschertum immer im Nachteil — allerdings im letzteren Falle nur solange, als nicht auch bei den Bauherren und Architekten genügendes Verständnis für Qualitätsleistung vorhanden ist.

4. Mit der fortschreitenden Erkenntnis und der Beherrschung des Wesens der Materialeigenschaften ergibt sich ganz von selbst die Möglichkeit, gewisse Bauvorgänge zu normalisieren und zu typisieren. Der Amerikaner hat längst erkannt, daß mit jeder Normalisierung und Typisierung sowie Mechanisierung des Bauvorganges große wirtschaftliche Vorteile verbunden sind.

Es darf hier, wenn auch nicht in unmittelbarem Zusammenhang, das Beispiel des großen Fortschrittes in den Baustelleneinrichtungen angeführt werden. Noch vor etwa 10 Jahren war die Einrichtung der Baustellen bei vielen Firmen ein Stiefkind, dem nur wenig Beobachtung geschenkt wurde. Allmählich aber reift überall die Erkenntnis, daß die Einrichtung von Baustellen nicht mehr dem Zufall oder der

Gelegenheit überlassen werden darf, daß es vielmehr notwendig ist, gerade hierauf den größten Wert zu legen, um von vornherein eine rationelle Abwicklung des ganzen Baues zu gewährleisten. Innerhalb dieses Gebietes sind dann auch mit der Zeit viele brauchbare Maschinen und Hilfsgeräte entstanden, die jetzt gar nicht mehr entbehrt werden können und die zum selbstverständlichen Rüstzeug des Unternehmers gehören. Es hat sich also hier auf Grund eigener Erfahrung eine ganz entschiedene Besserung eingestellt, indem die Unternehmerschaft schon sehr bald *selbst* erkannt hat, welche Vorteile mit einer rationellen Baueinteilung und -durchführung verbunden ist.

In diesem Zusammenhang ist auch wesentlich zu erwähnen, daß in Amerika auf die *Vorbereitung* eines Baues viel mehr Zeit verwendet wird als in Deutschland und daß drüben nach Möglichkeit von vornherein alles ausgeschaltet wird, was später Überraschungen und Enttäuschungen bringen könnte. Daraus erklärt sich zum Teil auch die ungeheuer rasche Abwicklung von wichtigen Bauten in den Vereinigten Staaten.

Nichts anderes bezweckt die Durchführung einer vernünftigen Baukontrolle. In den Vereinigten Staaten ist es heutzutage ganz allgemein üblich und jeder Unternehmer würde als rückständig angesehen werden, wenn er nicht mit den in Aussicht genommenen Bindemitteln und Baustoffen *vorher*, d. h. vor Beginn des Baues, die Kornzusammensetzung, den Wassermischungs- und die Konsistenz für die jeweils zur Verwendung gelangende Betonmischung festlegen und darnach den gesamten Beton herstellen würde. Es gibt in den Vereinigten Staaten bereits eine ganze Anzahl von Vorrichtungen, mit Hilfe deren die genaue Einhaltung der vorher festgelegten Mischungsverhältnisse, Wassermischungs- und Konsistenz usw., gewährleistet wird. Es wird auf diese Weise nicht nur eine *große Gleichmäßigkeit* des Betongefüges erzielt, es wird auch alles ausgeschaltet, was irgendwie den bekannten Willkürlichkeiten auf den Baustellen Vorschub leisten könnte.

Der Berichterstatter kann aus eigener Erfahrung mitteilen, *welche Freude* es den mit der Durchführung von Kontrollbalkenversuchen usw. beauftragten Polieren macht, wenn sie allmählich auf Grund der Versuchsergebnisse erkennen, wie die Festigkeit, Dichte und sonstige Güte des Betons durch ganz einfache Maßnahmen verbessert und erhöht werden kann. Dadurch verschafft sich auch der einfache Mann allmählich immer bessere Kenntnisse von denjenigen Maßnahmen und Einflüssen, welche für die Erzeugnisse eines hochwertigen Betons maßgebend sind. Der Unternehmer gewinnt dadurch mit der Zeit einen Stamm von, auch in dieser Beziehung eingearbeiteten Leuten, denen er einen wichtigeren Bau sicher lieber anvertrauen wird als solchen Polieren, welche der Baukontrolle ablehnend gegenüberstehen.

VI. Baukontrolle und Baupolizei

Bei aller Wertschätzung der mit der Baukontrolle verbundenen Vorteile steht natürlich die zuverlässige *Durchführung* derselben mit im Vordergrund. In Anbetracht der heute noch vorhandenen, im allgemeinen ablehnenden Einstellung der Unternehmerschaft gegenüber der Baukontrolle kann — abgesehen von rühmlichen Ausnahmen — nicht damit gerechnet werden, daß die Durchführung der verschiedenen Maßnahmen und Verfahren auf selbstverständliches und freiwilliges Entgegenkommen stößt, sondern daß es im Gegenteil noch mehrere Jahre hindurch notwendig sein wird, die vorhandenen Widerstände, einerseits durch verständnisvolle Belehrung in Zeitschriften und Vorträgen, andererseits durch eine systematische Überwachung der Vorgänge auf den Baustellen, zu brechen. Die Mitglieder des Deutschen Beton-Vereines sind bereits durch die bekannten, vom Verein herausgegebenen „Leitsätze“ auf die Durchführung der Baukontrolle verpflichtet, es handelt

sich aber in der Hauptsache darum, die große Masse der abseits stehenden Unternehmer mit der Baukontrolle bekannt zu machen und diese dort *einzuführen*.

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 Baupolizeiämtern in ausreichendem Maße vorhanden ist. In dieser Hinsicht darf auf die bereits in den Abschnitten I und IV erwähnten Äußerungen von 25 deutschen Baupolizeiämtern Bezug genommen werden. Die aufmerksame Durchsicht dieser Mitteilungen zeigt einerseits, daß sich die Baupolizeiorgane in der Hauptsache der Notwendigkeit und der Schwierigkeit der Durchführung der Baukontrolle bewußt sind, andererseits, daß hier noch ein reiches Feld der Betätigung vorhanden ist.

Nun ist es aber eine bekannte Tatsache, daß die Baupolizeiämter aus Ersparnisgründen meistens nicht mit genügend Personal versehen sind, um allen Anforderungen gerecht werden zu können. Aus diesem Grunde läßt sich schon die Überprüfung und Genehmigung von Baugesuchen und statischen Berechnungen übermäßig lange Zeit auf sich warten. Bei der Handhabung der Baukontrolle aber ist die häufige Anwesenheit eines Beamten auf einer und derselben Baustelle sehr notwendig, namentlich bei solchen Unternehmern, welche sich den diesbezüglichen Erfordernissen nur unwillig unterziehen. Bestehen nun schon innerhalb der Städte und deren näheren Umgebungen zahlreiche kontrollbedürftige Baustellen, so reicht der Arm der Baupolizei bekanntlich fast gar nicht auf das flache Land hinaus, wo im allgemeinen mehr die mittleren und kleineren Unternehmer tätig sind und oft jede diesbezügliche Kontrolle fehlt.

Man hat sich leider daran gewöhnt, die Durchführung der Baukontrolle nur bei den sogenannten wichtigeren Bauten zu verlangen, während in dieser Hinsicht jeder Kubikmeter Beton auch bei kleinen Bauten ebenso wichtig ist wie bei den größeren Ausführungen. Das alles wird anders werden, sowie die Kenntnisse von den Materialeigenschaften auch der breiten Masse der Unternehmerschaft in Fleisch und Blut übergegangen sind, weil dann auch „auf dem Lande“ ebenso nach denselben Grundsätzen gearbeitet wird, wie „in der Stadt“.

Solange aber dieser Zustand nicht erreicht ist, müßte auf *Vermehrung der Baupolizeiorgane* gedrungen werden, und zwar müßten bei jedem Baupolizeiamt zwei oder drei besondere Beamte angestellt werden, die hauptsächlich in Richtung „Baukontrolle“ tätig sind. Und wenn es zunächst auch nur möglich ist, in Form von einzelnen Stichproben Einblick in die Tätigkeit auf den Baustellen zu gewinnen, so würde doch dadurch mindestens erreicht, daß die sogenannten unsicheren Kantonten keinen Tag sicher sind, wann der betreffende Beamte eintrifft.

In den Vereinigten Staaten sorgen die meisten Unternehmer schon ganz *von selbst* für strenge Durchführung der Baukontrolle. Jedem wichtigeren Bau wird ein besonderer Angestellter zugeordnet, der nichts anderes zu tun hat, als die Herstellung des Betons und dessen Prüfung zu überwachen. Die amerikanischen Unternehmer sind sich bewußt, daß sich die Ausgabe für solche Beauftragte entschieden *lohnt*.

Bekanntlich ist das Baugewerbe z. B. in Deutschland das drittgrößte Schlüsselgewerbe, das nach der neuesten Berufszählung mit 3,86 Millionen Berufszugehörigen 6,2% der Gesamtbevölkerung umfaßt.

Die Notwendigkeit einer besseren Fortentwicklung im Bauwesen beschränkt sich nicht nur auf die Umbildung der Organisationsformen in Richtung auf den mechanisierten Großbetrieb, sondern erstreckt sich auch auf die Ausbildung der, wenn man so sagen darf, inneren Wertigkeit des Bauvorganges. Wenn behauptet wird, daß das Baugewerbe heute dringender als je die Tatkraft und schöpferische Intelligenz führender Unternehmerköpfe braucht, so muß es die Beton- und Eisen-

betonindustrie als besondere Pflicht erkennen, in erster Linie die *Grundlagen* jeder Ausführung, d. h. die Erzeugung eines möglichst hochwertigen Betons von gleichbleibender Güte, sicherzustellen. In diesem Sinne mitzuhelfen, sind die *Organe der Baupolizei* ganz besonders berufen, denn als Vertreter der Allgemeinheit muß gerade ihnen die Zuverlässigkeit der Ausführung am Herzen liegen. Bei verständnisvoller, duldsamer, aber systematischer Belehrung, nötigenfalls mit Strenge vermischt, bei entsprechender Zusammenarbeit mit den Vertretern der maßgebenden Fachvereine — wird und muß es gelingen, auch die Arbeit der Baupolizeiorgane für die Besserung der Verhältnisse auf den Baustellen mehr als bisher nutzbar zu machen.

VII. Baukontrolle und Ausbildung der Ingenieure, Techniker und Poliere

Es sollte auf den Hochschulen, Baugewerkschulen und Ingenieurakademien dahin gestrebt werden, daß dem angehenden Ingenieur nicht nur statische Kenntnisse im Beton- und Eisenbetonbau vermittelt werden, sondern daß der fachliche Nachwuchs von vornherein auch auf die Wichtigkeit der Materialkunde und der Baukontrolle hingewiesen wird.

Es sollten besondere Kurse eingerichtet werden, in welchen den Bauingenieuren nach entsprechenden Vorträgen an Hand praktischer Übungen gezeigt wird, wie die verschiedenen Verfahren und Vorrichtungen zur Erzielung einer zweckmäßigen Kornzusammensetzung und eines vorteilhaften Wasserzementfaktors gehandhabt werden und welches die verschiedenen guten und schlechten Ergebnisse sind, je nachdem der eine oder andere Gesichtspunkt außer Acht gelassen wird.

Das gleiche gilt für solche Ingenieure, welche bereits in der Praxis stehen und zur Zeit ihres Hochschulbesuches früher keine Gelegenheit hatten, die Ergebnisse der neuen wissenschaftlichen Forschungen und Verfahren kennen zu lernen.

Ebenso wäre es wünschenswert, besondere Kurse für Poliere und Vorarbeiter einzurichten, denn gerade auch bei diesen Organen ist es von großer Wichtigkeit, die Kenntnisse und das Interesse für die Baukontrolle zu wecken und für die Bauausführung nutzbar zu machen.

An einigen technischen Hochschulen sowie in einigen Ländern, wie z. B. in Österreich (EMPERGER—RINAGL), sind derartige Bestrebungen schon mit vollem Erfolg verwirklicht worden; es muß hierin aber noch viel mehr als bisher geschehen, damit die Baukontrolle allen Beteiligten in Fleisch und Blut übergeht und die Anwendung der einschlägigen Methoden allmählich als eine *Selbstverständlichkeit* angesehen wird.

VIII. Schlußwort

Die bisherigen Erfahrungen mit der Einführung und Durchführung der Baukontrolle müssen zunächst unter dem Gesichtspunkt beurteilt werden, daß das Schlagwort „Baukontrolle“ für die Mehrheit der Unternehmerschaft vorläufig noch einen Begriff darstellt, der im großen und ganzen gleichbedeutend ist mit „Belästigung“ und „Belastung“ und daß deshalb meistens ein offener oder versteckter Widerstand vorhanden ist, welcher bis jetzt einer freiwilligen und flotten Anerkennung der Baukontrolle entgegensteht. Der Unternehmer will sich schwer davon überzeugen lassen, daß die mit dem Begriff „Baukontrolle“ verbundenen Bestrebungen in erster Linie *zu seinem eigenen Vorteil* ins Leben gerufen werden.

Die Baukontrolle ist letzten Endes nichts anderes als eine Rationalisierung des Baubetriebes im besten Sinne.

Hierin sollte das amerikanische Beispiel entschieden fördernd wirken, denn in den Vereinigten Staaten hat die Unternehmerschaft das anfänglich ebenfalls vorhandene Mißtrauen längst abgelegt und hat erkannt, welche große wirtschaftliche Vorteile damit verbunden sind.

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 Einstampfbeiwerkes 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:

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

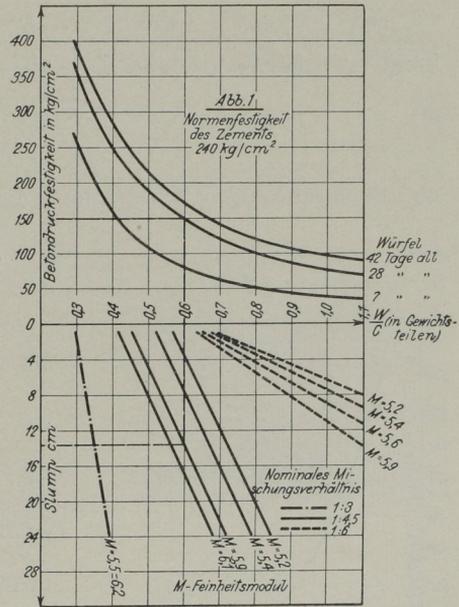


Abb. 1

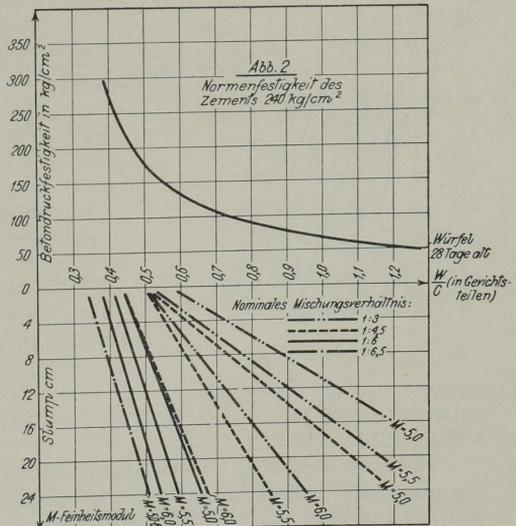


Abb. 2

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.

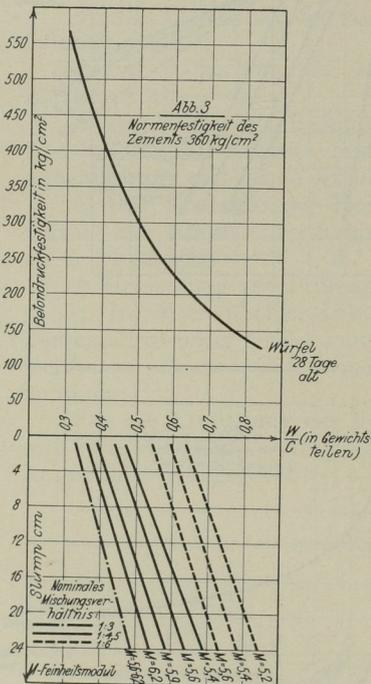


Abb. 3

Nach den bekannten Feinheitsmoduli 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!*