

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105/106 (1935)  
**Heft:** 15

**Artikel:** Die Haftfestigkeit von Beton in Arbeitsfugen  
**Autor:** Humm, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-47423>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 16.03.2025

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

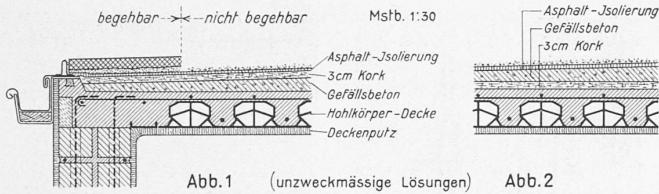


Abb. 1 (unzweckmässige Lösungen) Abb. 2

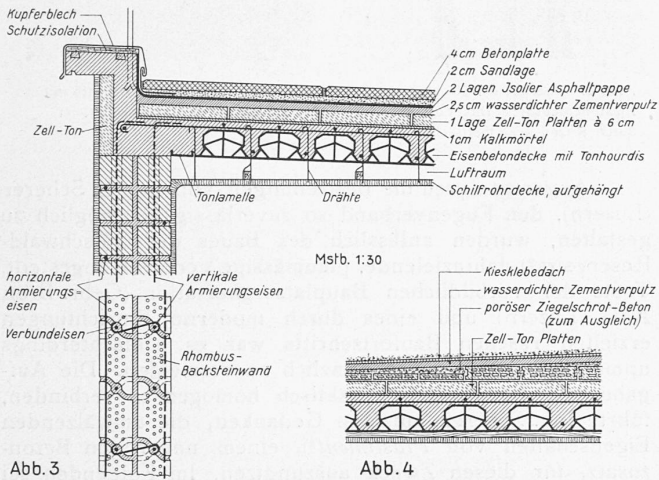


Abb. 3 Abb. 4

Zell-Ton-Isoliersteine ist es, sie sofort mit einem wasserdichten Zementverputz zu überdecken, der mit oder bei fachgemässer Ausführung ebenso gut ohne Eisendrahtbewehrung ausgeführt werden kann und die Aufgabe hat, die Zell-Ton-Isolierschicht vor Feuchtigkeit und Regenwasser vorübergehend zu schützen. Dann kann der Zementverputz in einem für die Asphaltarbeiten günstigen Zeitpunkt mit der wasserabhaltenden Dachhaut überdeckt werden. Bei dieser Isolierweise ist der Unternehmer der Maurerarbeiten im Stande, allein das Flachdach vorübergehend wasserdicht zu erstellen.

Sehr zweckmässig ist die Erstellung der armierten Betondecken im Gefälle des Daches, um die Isoliermasse aus Zell-Tonsteinen in einer gleichmässigen Stärke aufbringen zu können. Im anderen Falle müssen die Tonplatten von 3 zu 3 cm abgestuft werden, was ein Aufbringen von Mörtel verschiedener Stärke bedingt (Abb. 4). Bei nach Jahrzehnten erforderlich werdenden Reparaturen kann ohne grosse Mühe die über dem wasserdichten Zementverputz vorhandene Dachhaut entfernt und ersetzt werden, ohne dass Korkisoliermassen oder rissig gewordener Bims- oder Thermostbeton zuerst entfernt werden muss, um ein baldiges Rissigwerden der neu aufgetragenen Dachhaut zu verhindern.

Die Dachabdeckung hat, wenn sie direkt über einem Wohnraum liegt, nicht schlechter, aber auch nicht wesentlich besser gegen Temperaturdifferenzen zu isolieren, als die normale Umfassungsmauer. Vergleichshalber sollen die in den Abbildungen 1, 2, 3 und 4 dargestellten Deckenisolierarten einer nur 32 cm starken Backsteinmauer gegenübergestellt werden.

Der reziproke Wert der Wärmedurchgangszahl  $k$  berechnet sich auf Grund der bekannten Formel:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_u}{\lambda_u} + \frac{1}{\alpha_0}$$

wobei  $\alpha$  die Wärmeeintrittszahl und  $\alpha_0$  die Wärmeaustrittszahl in kcal/m<sup>2</sup> h °C,  $e_1, e_2 \dots$  die Dicken der verschiedenen Schichten und  $\lambda_1, \lambda_2 \dots$  die dazugehörigen Wärmeleitfähigkeiten bedeuten. Für eine beidseitig verputzte 32 cm starke Backsteinwand berechnet sich daher die Wärmedurchgangszahl zu  $k = 1,18$  kcal/m<sup>2</sup> h °C.

Beide Decken-Konstruktionsarten, nach Abb. 1 und 2, geben auf Grund obiger Unterlagen rechnerisch den selben Isolierwert, was mit den Erfahrungen nicht übereinstimmt und die eingangs gestellten Forderungen nach Berücksich-

tigung der Reihenfolge der Isoliermassen berechtigt erscheinen lässt. Die Wärmedurchgangszahl berechnet sich unter der Annahme, dass die Konstruktionen lufttrocken und nicht rissig sind, zu  $k = 0,82$ . Dabei ist für den mittlern Wert der Hohlräume eine Schicht von 4 cm Stärke angenommen worden mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,19$  entsprechend den von Wierz<sup>2)</sup> aufgestellten Tabellen für die Wärmedurchlässigkeitszahlen von Luftschichten.

Für die Deckenkonstruktion nach Abb. 3 und 4 berechnet sich die Wärmedurchgangszahl bei Verwendung von zwei Lagen Zell-Tonsteinen aus

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{13} + \frac{0,01}{0,30} + \frac{0,025}{0,70} + \frac{0,12}{0,202} + \frac{0,09}{1,30} + \frac{0,04}{0,19} + \frac{0,03}{0,60} + \frac{0,04}{0,20} + \frac{0,02}{0,50} + \frac{1}{7,50} \text{ zu } k = 0,70.$$

Schon bei Verwendung nur einer 6 cm starken Zell-Tonschicht ist  $k = 0,87$ . Vergleichshalber entsprechen diese Werte der Isolierfähigkeit einer 65 cm bzw. 52 cm starken Backsteinmauer. Man verwendet also in der Regel zu viel Isoliermaterial über dem flachen Dach, speziell wenn beachtet wird, dass die mit einer Wärmedurchgangszahl von  $k = 1,18$  charakterisierte 32 cm starke Wand in der Regel noch infolge der Fensterflächen und Türen mit den Wärmedurchgangszahlen von 2,30 bis 4 wärmetechnisch ungünstig beeinflusst wird.<sup>3)</sup>

Die Ausbildung einer unter der Eisenbetondecke aufgehängten Schilfrohrdecke ist wärmetechnisch von grossem Wert. Der Luftraum zwischen Tragkonstruktion und Schilfrohrdecke soll in senkrechtem Sinne nur wenige Zentimeter betragen und auch in waagrechtter Ausdehnung möglichst oft unterteilt werden.

Die Erfahrung hat auch gezeigt, dass in der Uebergangsebene von weit ausladenden Vordachplatten zu der Betondecke über den Innenräumen sehr oft Risse in der Dachhaut entstehen, weil die grossen Erwärmungen und plötzlichen Abkühlungen ausgesetzten Vordachplatten gegenüber der über den Innenräumen liegenden und gut isolierten Decke bedeutende Längenänderungen erfahren. Demnach ist es zu empfehlen, eine, wenn auch vielleicht geringere Isolierung über die Vordachplatte zu führen. Nicht die absolute Erwärmung ist dem Beton von Nachteil, sondern die ungleiche und rasche Erwärmung oder Abkühlung des einen Konstruktionsteiles gegenüber dem anderen. Demzufolge sind weitausladende, armierte Vordachplatten in der Ebene des Flachdaches nicht zu empfehlen.

### Die Haftfestigkeit von Beton in Arbeitsfugen.

Von Dr. ing. chem. W. HUMM, Zürich.  
Mitteilung aus den Laboratorien der Firma Kasp. Winkler & Co., Zürich.

Die Ursachen der Schädlichkeit von Arbeitsfugen im Beton sind verschiedene. Zunächst lassen sich bei der Verarbeitung von namentlich weichem und flüssigem Beton Sedimentationserscheinungen feststellen, indem die spezifisch schwereren und leicht benetzbaren Anteile im Mörtelbrei einsinken und das überflüssige Wasser an die Oberfläche drängen. In gleicher Weise steigt die im unverarbeiteten Beton stets eingeschlossene Luft nach oben, reisst die feinsten Schlammteile mit und lagert sie an der Oberfläche ab. Diese Erscheinung wird übrigens durch Vibrieren des Betons begünstigt, woraus die oft beobachtete schädliche Wirkung der Vibration ohne Weiteres erklärlich ist.

Das Anmachwasser sättigt sich schon während der Mischung mit Aetzkalk und Gips. Das an die Oberfläche gestiegene Schlammwasser ist daher stark alkalisch und zieht aus der Atmosphäre Kohlensäure an, die mit dem Kalk Kreide bildet. Bei aufmerksamer Beobachtung ist der Vorgang sehr gut zu verfolgen: Das anfänglich mehr oder

<sup>2)</sup> Rietschel-Brabbée: „Heiz- und Lüftungstechnik“ Bd. 2.

<sup>3)</sup> Ein höherer Isolationswert des Flachdaches dürfte nicht nur gerechtfertigt, sondern sehr erforderlich sein, weil dieses zweifellos viel intensiveren Temperatureinflüssen ausgesetzt ist als die senkrechten Hauswände. Red.

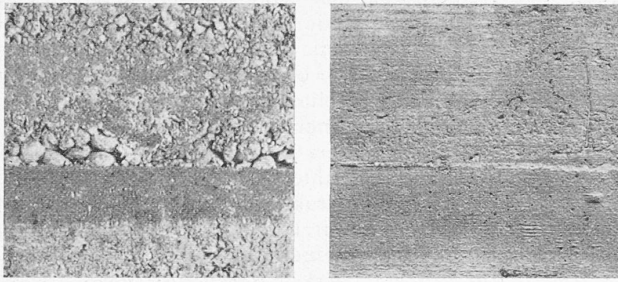


Abb. 1. Arbeitsfugen in Beton PZ 250, links ohne und rechts mit Plastimentzusatz bei gleicher Anmachwassermenge. Der Beton ohne Zusatz war schlecht verarbeitbar.

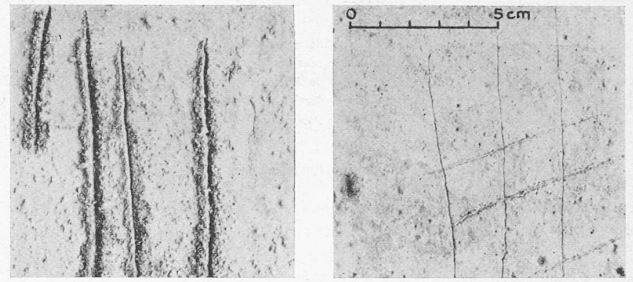


Abb. 2. Oberflächen-Struktur von PZ 300 plastisch, links ohne und rechts mit Plastimentzusatz. Das Vorhandensein bzw. Fehlen der Schlammsschicht ist durch Ritzungen der Oberfläche veranschaulicht.

weniger klare Oberflächenwasser überzieht sich mit einer hauchdünnen Kruste, ähnlich der Rahmbaut auf gekochter Milch. Nach einiger Zeit saugt der Beton das Wasser wieder ein und da er als Filter wirkt, bleiben sowohl der Schlamm, wie die Kreideschicht auf dem Beton, oft als *scheinbar* dichte Glanzhaut, zurück. Bei Verwendung von zu grossen Feinsand- oder Anmachwassermengen kann die Dicke der Schlammsschicht bis mehrere Zentimeter betragen. Besonders gefährlich sind aber auch dünne Schlammsschichten, die die Haftfähigkeit des daraufgebrachten Betons vollständig verhindern.

Der erhärtete Beton verhält sich mechanisch ähnlich einem Naturstein und dessen Eigenschaften sind namentlich durch die Beschaffenheit des verkittenden Materials, hier des Zements, charakterisiert. So wie ein Naturstein nicht von einer Staubschicht überzogen sein darf, wenn er am Mörtel haften soll, darf auch die Betonoberfläche nicht durch eine Schlammsschicht von dem aufliegenden Beton getrennt sein. Der in der Arbeitsfuge erhärtete Beton muss daher eine scharfe, griffige und staubfreie Oberfläche aufweisen.

Ausser den beiden genannten Ursachen können noch weitere dazu beitragen, die Haftfestigkeit in den Arbeitsfugen zu beeinträchtigen. Wenn der ältere Beton z. B. infolge mangelhaften Körnungsaufbaus zwar druckfest, aber porös ist, so bildet sich infolge Wasseraufsaugung ebenfalls eine Zone ungenügenden Zusammenhalts. Der aufgebrachte Frischbeton verliert infolge des plötzlichen Wasserentzugs die Verarbeitbarkeit, sodass eine Nesterbildung in der Fuge sehr oft die Folge ist. In gleicher Weise kann ein zu trockener, schlecht verarbeitbarer Beton nicht auf der Unterlage haften (Abb. 1).

Eine weitere Ursache für schlechte Haftung kann darin liegen, dass infolge zu flüssiger Konsistenz der Mörtel in nicht völlig dichten Schalungsfugen, die oft auf die Arbeitsfuge treffen, wegfließt und nur den gröberen Zuschlag zurücklässt. Selbstverständlich ist auch dadurch eine kompakte Haftung verunmöglicht. Dieser Fall kann sehr oft beobachtet werden, wo in der Absicht, mit einem flüssigen Mörtel eine gute Verbindung herzustellen, das Gegenteil erreicht wird, indem das durchsickernde Wasser den Zement wegschwemmt.

Bisher hat man sich in Fällen, wo zuverlässig feste und dichte Fugenverbände herzustellen waren, damit beholfen, dass beispielsweise die Schlammsschicht abgespült und die vom Schlamm befreite Betonoberfläche aufgeraut, bzw. abgespitzt wurde. Nach Aufbringen einer festen Mörtellage konnte dann weiterbetoniert werden. In zahlreichen Fällen macht man sich indessen keine Gedanken über die Beschaffenheit der Fugen, soweit sie nicht Schönheitsfehler darstellen, und bedenkt nicht, dass schlechte Arbeitsfugen die besten Angriffsmöglichkeiten für vorzeitige Schäden bieten, sei es infolge Frost, Undichtigkeit oder chemischer Einflüsse. Zweifellos ist das geschilderte Verfahren zeitraubend und nach A. Kaech<sup>1)</sup> sind selbst bei dessen Anwendung die Arbeitsfugen als die schwächsten Stellen des Bauwerks zu betrachten.

<sup>1)</sup> Direktor Dr. h. c. A. Kaech (Bern), Kongressbericht I. V. M. Zürich 1932. S. 1066.

Angeregt durch die Bestrebungen von Ing. H. Scherer (Luzern), den Fugenverband so zuverlässig als möglich zu gestalten, wurden anlässlich des Baues des Gütschwald-Reservoirs<sup>2)</sup> dahinzielende, planmässige Versuche angestellt. Trotz der vorbildlichen Bauplatzorganisation (Gebr. Brun A.-G. Luzern) und eines durch moderne Einrichtungen erzielten raschen Baufortschritts war es schlechterdings unmöglich, Arbeitsfugen gänzlich zu vermeiden. Die Aufgabe, die Bauwerkteile praktisch homogen zu verbinden, führte Ing. Scherer auf den Gedanken, die umwälzenden Eigenschaften von *Plastiment*<sup>3)</sup>, einem neuartigen Betonzusatz, für diesen Zweck auszunützen. Im Folgenden sei über die günstigen Ergebnisse berichtet, die auf Grund eingehender, praktischer Versuche erzielt wurden.

Schon früher wurde festgestellt, dass die Zugabe von *Plastiment*, als eine natürliche Folge seines Dispergierungsvermögens, einen bemerkenswerten Einfluss u. a. auch auf die Oberflächenbeschaffenheit von Beton ausübt, derart, dass *Plastiment*-Beton eine kompakte, glasharte und ungeschwächte Oberfläche aufweist (Abb. 2). Dies ist teils auf physikalische, teils auf chemische Einflüsse zurückzuführen, indem einerseits die natürliche Ausschlämzung der feinsten Partikel gehindert ist und andererseits diese Schlammteilchen im Innern des Betons dispergiert und infolge chemischer Oberflächenreaktionen festgehalten werden. Im Gegensatz zu gewöhnlichen Zementmischungen kommt es bei der Verwendung von *Plastiment* auch nicht zur Bildung einer Glanzschicht auf den daraus hergestellten Körpern, sondern die Oberfläche bleibt matt und weist eine ähnliche Struktur auf wie das Innere des Beton.

Diese eigenartige Wirkung des *Plastiments* liess es angezeigt erscheinen, dessen Einfluss auf die Oberfläche

Tabelle 1.

Beton P. Z. 300. Konsistenz plastisch, Slump rd. 5 cm, Zement Marke „Jura“, Sandkies 0 ÷ 30 mm  $\phi$ , Oberhard, getrennt. (In Klammern die Verhältniszahlen, bezogen auf die ursprüngliche Biegefestigkeit des Beton.)

Ohne <i>Plastiment</i>		Mit 1% <i>Plastiment</i> (vom Zementgewicht berechnet)			
7 Tage kg/cm <sup>2</sup>	28 Tage kg/cm <sup>2</sup>	7 Tage kg/cm <sup>2</sup>	Zunahme %	28 Tage kg/cm <sup>2</sup>	Zunahme %
Biegefestigkeit des Betons ohne Arbeitsfugen					
39,1 (1,00)	41,3 (1,00)	45,7 (1,00)	+ 17	50,0 (1,00)	+ 21
Haftfestigkeit von nach 24 h aufgebrachtem Beton					
23,3 (0,59)	19,1 (0,46)	36,1 (0,79)	+ 55	41,1 (0,82)	+ 110
Haftfestigkeit von nach 3 Tagen aufgebrachtem Beton					
21,25 (0,54)	19,8 (0,48)	27,75 (0,61)	+ 30	41,8 (0,83)	+ 111
Haftfestigkeit von nach 7 Tagen aufgebrachtem Beton					
18,1 (0,46)	25,4 (0,61)	32,8 (0,72)	+ 81	41,8 (0,83)	+ 64

<sup>2)</sup> „SBZ“ Bd. 104, S. 106\*, 8. Sept. 1934.

<sup>3)</sup> Vgl. „Einfluss des Zusatzes von *Plastiment* auf die bautechnischen Eigenschaften des Betons“, Bericht Nr. 79 der E. M. P. A., Zürich 1934.

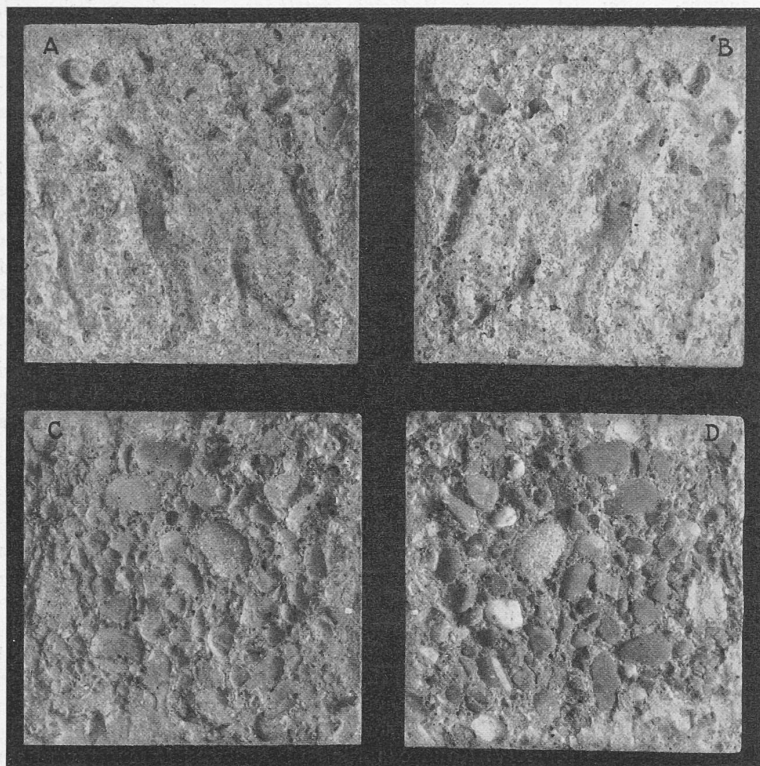


Abb. 4. Obere (B und D) und untere (A und C) Bruchflächen in Arbeitsfugen. Prismenhälften A und B ohne, C und D mit Plastimentzusatz hergestellt.

und damit die Haftung an Beton, der erst nach der Erhärtung des ursprünglichen aufgebracht wird, materialtechnisch zu untersuchen.

**Versuchsanordnung.** Es wurden Betonprismen von  $12 \times 12$  cm Grundfläche und 36 cm Höhe in der Weise hergestellt, dass man zunächst ein Prisma von 18 cm Höhe betoniert und nach dessen Erhärtung, d. h. vergleichsweise nach 24 Stunden, bzw. nach 3 und 7 Tagen den Rest aufbetonierte. Um einen Bezugsmaßstab für die Eigenfestigkeit des Betons zu erhalten, wurden mit der gleichen Betonmischung auch Prismen ohne Arbeitsfugen hergestellt. Diese Prismen, aus P. Z. 300 in plastischer Konsistenz angefertigt, wurden bei einem Alter des jüngeren Betons von 7, bzw. 28 Tagen auf Biegung geprüft. Die Ergebnisse, die teils an der E.M.P.A., teils in den eigenen Laboratorien ermittelt wurden, sind in Tabelle 1 und Abb. 3 enthalten.

In sämtlichen Fällen erfolgte beim Plastiment-Beton also im Beton selbst, während im Beton ohne Zusatz stets die Arbeitsfuge die schwächste Stelle war (siehe die nach Proben der E.M.P.A. angefertigten, photographischen Wiedergaben der Bruchflächen, Abb. 4).

Gemäss den ermittelten Werten erniedrigten Arbeitsfugen bei allen Versuchen die Biegefestigkeit in diesen Stellen. Immerhin wurden beträchtliche Unterschiede in der Grösse dieser Verminderung festgestellt, insofern als diese Verminderung bei Plastiment-Beton sozusagen

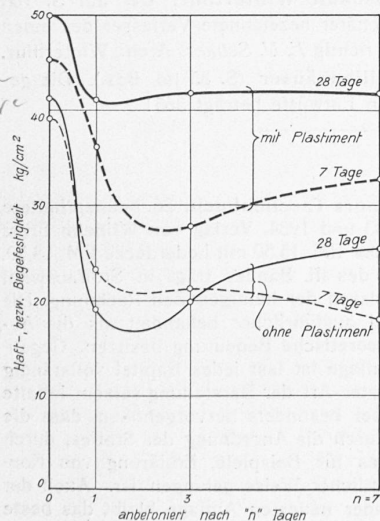


Abb. 3. Haft- bzw. Biegefestigkeiten von Beton ohne und mit Plastimentzusatz.

belanglos bleibt, bei einem gewöhnlichen Qualitätsbeton (P. Z. 300, plastisch) aber ganz beträchtliche Werte annehmen kann. Tatsächlich ist im letzteren Fall die Biege-Haftfestigkeit in der Arbeitsfuge oft nur ein Bruchteil der Eigenfestigkeit, während beim Beton mit Plastiment-Zusatz in allen Terminen Haftfestigkeiten erzielt werden, die der Eigen-Biegefestigkeit eines sehr guten Betons entsprechen.

Es erscheint weiter bemerkenswert, dass das Alter des ursprünglichen Betons eine gewisse Rolle spielt, indem ein Minimum an Haftfestigkeit bei solchem Beton gefunden wurde, der sich im Zustand des raschesten Festigkeitsanstiegs befindet, d. h. zwischen 1 und 3 Tagen. Nach Erreichung einer gewissen Festigkeit scheint sich die Haftfläche wieder etwas günstiger auf die Güte der Arbeitsfugen auszuwirken.

Zusammenfassend ergibt sich beim Plastiment-Beton eine äusserst günstige Wirkung auf die Haftfestigkeit des Betons bei Arbeitsfugen, welche die übrigen wertvollen Eigenschaften des Plastiments z. B. bezüglich Dichte, Verarbeitbarkeit, Festigkeiten, Wetterbeständigkeit usw. in bester Weise ergänzt und auf andere Art in keinem Fall derart wirtschaftlich erzielt werden kann.

### MITTEILUNGEN.

**Interkristalline Korrosion.** Dem im laufenden Band, Seite 117 erschienenen *Résumé* des ersten der beiden in „Korrosion III“ enthaltenen Berichte zur Korrosionstagung 1933 folge hier eine Zusammenfassung des zweiten, von A. Fry und P. Schafmeister (Essen) über die sogenannte interkristalline Korrosion in verschiedenen Metallen und Legierungen, insbesondere in rostfreien Stählen. Diese Erscheinung — das Angreifen des Werkstoffs durch eine korrodierende Lösung nicht an der Oberfläche, sondern längs der Korngrenzen — ist bekannt geworden: bei der verästelten Entzinkung von Messing in Berührung mit Seewasser; beim Aufreissen des kaltverarbeiteten Messings in Quecksilber und in Ammoniaklösungen und -Dämpfen; bei der sog. „Laugensprödigkeit“ von alterungsanfälliger Flusseisen an Nietnähten und Krepfen in Berührung mit alkalischen Kesselspeisewässern, Laugen und Salzlösungen, und zwar hauptsächlich den Kaltverformungs-Gleitlinien entlang; bei austenitischen nicht rostenden Stählen in schwach sauren, wenig aggressiven Lösungen, während stark angreifende Lösungen die Korngrenzen nicht bevorzugen, sondern die Oberfläche gleichmässig abtragen.

Zu beachten sind die Ausscheidungen und Einlagerungen in den Korngrenzen bei Flusseisen, Oxyde und Nitride, die aber durch besondere Desoxydationsmittel in im Stahl unlösliche, somit auch nicht ausscheidungsfähige Verbindungen umgewandelt werden können. Im austenitischen, nichtrostenden Stahl mit 18% Cr und 8% Ni scheidet sich durch Anlassen (Schweissen) Karbid aus, besonders zwischen 600 und 750° C. Innere Spannungen fördern das Eindringen des Korrosionsmittels, weshalb bei Messing (weniger bei Flusseisen) durch plastische Verformung die interkristalline Korrosion gefördert wird. Anders bei austenitischem, nichtrostendem Stahl, bei dem diese Korrosion auf filmartige Ausscheidungen von chromreichen Karbiden an den Korngrenzen zurückzuführen ist. Die plastische Formänderung erzeugt nämlich viele Gleitebenen im Austenit und vergrössert damit die für Karbidausscheidungen verfügbaren Begrenzungsflächen sehr stark. Werden die Karbide nun durch Kaltwalzen und Anlassen, oder Warmwalzen bei Temperaturen, bei welchen Karbide noch nicht in Lösung gehen, an diesen Gleitflächen ausgeschieden, so können mit nachträglicher Erwärmung oberhalb der Rekristallisationstemperatur und unterhalb der Lösungstemperatur für Karbide, neue Korngrenzen, frei von Karbiden, gebildet werden.

Ein anderer Weg zur Verhütung der Karbidausscheidung ist die Veränderung des austenitischen Gefüges durch Zusätze von Silizium, Titan, Vanadium u. a. (C : Ti = 1 : 4), oder die Herabsetzung des Kohlenstoffgehaltes unter 0,07%. Die Karbide ballen sich dann im Austenit in ungefährlicher Form zusammen. A. E.