

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 5 (1956)

Artikel: Untersuchungen über die Frostempfindlichkeit der Einpressmörtel bei vorgespanntem Beton

Autor: Röhnisch, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-6122>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

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

V b 2

Untersuchungen über die Frostempfindlichkeit der Einpressmörtel bei vorgespanntem Beton

Sensibilidade ao gelo da argamassa comprimida
no betão preeforçado

Frost sensitivity of compressed mortar in prestressed concrete

Sensibilité au gel du mortier comprimé dans le béton précontraint

DR. ING. A. RÖHNISCH

Technische Hochschule
Stuttgart

Die im Vorbericht dargelegten «Untersuchungen über die Frostempfindlichkeit der Einpressmörtel bei vorgespanntem Beton» konnten wegen des festgesetzten Einsendetermins naturgemäß nur diejenigen Ergebnisse und Erfahrungen berücksichtigen, die bis zu diesem Zeitpunkt vorlagen. Inzwischen sind aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse in Deutschland «Vorläufige Richtlinien für das Auspressen von Spanngliedern mit Zementmörtel»⁽¹⁾ herausgegeben worden, die auf den Spannbeton-Baustellen seitdem angewendet und erprobt werden.

Neben der Festlegung der Anforderungen an einen einwandfreien Einpressmörtel (Wasserabsetzen, Fliessvermögen, Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit), ferner der Zusammensetzung, Aufbereitung und Verarbeitung der Einpressmörtel enthalten die Richtlinien vor allem Angaben über die durchzuführenden Eignungsprüfungen, so dass nunmehr einheitliche Arbeitsmethoden und allgemeingültige Prüfverfahren zur Anwendung kommen. Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, dass nach Ziff. 3.2 der Richtlinien bei Verwendung von Zusatzmitteln diese u. a. möglichst treibende Eigenschaften besitzen sollen.

Die Abb. 1–3 zeigen die für die Wasserabsetzprobe (6.1), zur Feststellung des Fliessvermögens (6.3) und der Frostbeständigkeit (6.4) durch die Richtlinien eingeführten Prüfgeräte. Die Wasserabsetzprobe wird in handelsüblichen 1 kg Konservendosen (ø 99 mm, h = 123 mm) festgestellt. Die Wasserabsonderung ist nach 3 Stunden zu messen, sie

⁽¹⁾ «Vorläufige Richtlinien für das Auspressen von Spanngliedern mit Zementmörtel»
Beton- und Stahlbetonbau 1956 - Heft 9 - S. 215/16.

darf nicht mehr als 2 Volumenprozente betragen. Bei Verwendung von Treibmitteln soll sich mindestens eine 2 %-ige Volumenzunahme, bezogen auf die ursprüngliche Gesamtmenge (einschl. Wasser) einstellen.

Die Druckfestigkeit wird an den Zylinderproben geprüft, die sich nach 7 bzw. 28 Tagen aus den Konservendosen ergeben.

Das Fliessvermögen des Einpressmörtels wird mit Hilfe des Durchflussgeräts nach Prof. Walz (Abb. 2) festgestellt, in dem ein zylindrischer

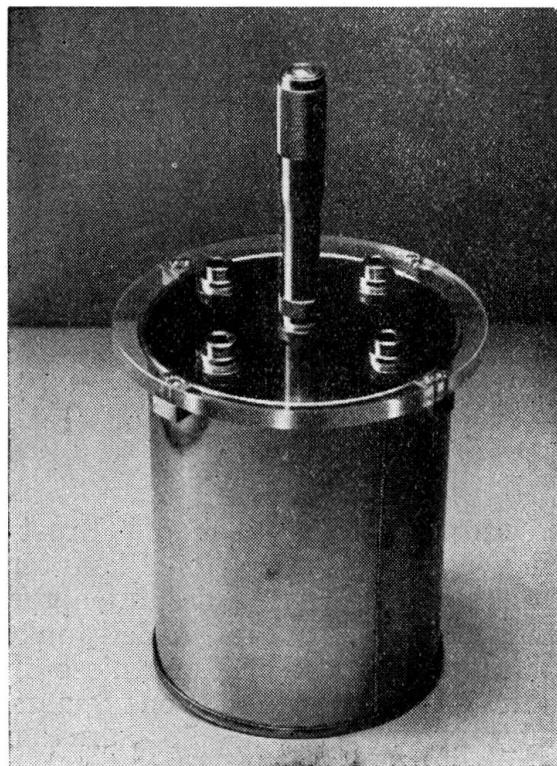


ABB. 1. Gerät zur Messung des Absetzens (Mikrometer)

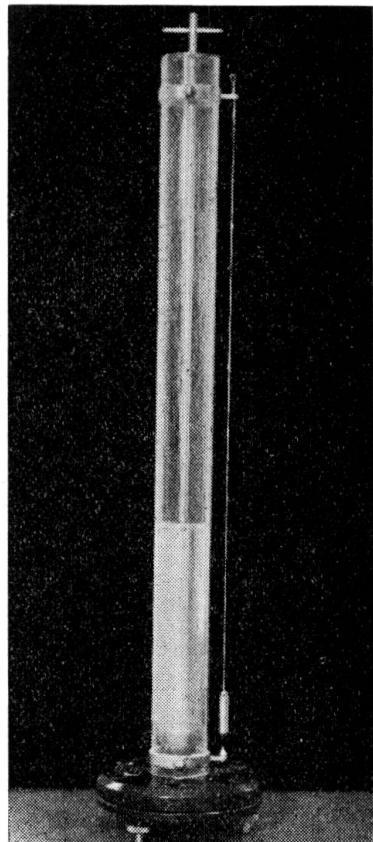


ABB. 2. Durchflusgerät (Viscosimeter)

Tauchkörper eine bestimmte Messstrecke im Einpressmörtel zurücklegt. Die hierbei festgestellte Zeit ist kennzeichnend für das jeweilige Fliessvermögen des Einpressmörtels.

Die Frostbeständigkeit wird mit Dilatometern festgestellt. Das in Abb. 3 dargestellte Gerät ist eine Weiterentwicklung des im Vorbericht beschriebenen Geräts.

Die Anwendung der «Vorläufigen Richtlinien» hat eine Reihe von Problemen aufgeworfen, die hier kurz zusammengefasst werden sollen.

1. Auswahl der Zemente

Für die Herstellung von Einpressmörtel ist nur eine recht kleine Auswahl von Zementen besonders geeignet. Tonerdeschmelzzemente sollten

nur in Sonderfällen, z. B. bei tiefen Temperaturen (nach Ziff. 5 der vorl. Richtlinien) zur Anwendung gelangen. In der Hauptsache sind Portland- und Hochofenzemente Z 225 und 325 verwendet worden. Nach den bisherigen Feststellungen haben sich Schachtofenzemente besser bewährt als Drehofenzemente.

2. Zuschlagstoffe

Die Zugabe von Steinmehlen ist geeignet, das Schwinden und die Festigkeit des Einpressmörtels günstig zu beeinflussen. Bewährt hat sich die Zugabe von Quarzmehl, Mahlung G 2 mit einem Rückstand von etwa 50 v.H. auf dem 4900-Maschensieb (0,09 mm) in einem Mischungsverhältnis Zement: Quarzmehl = 5:1 oder 20 v.H. des Zementgewichts.

3. Zusatzmittel

Zur Verbesserung des Fliessvermögens von Einpressmörtel sowie zur Sicherung der Frostbeständigkeit wird die Verwendung geeigneter Zusatzmittel empfohlen. Nach Ziff. 3.2 der «Vorläufigen Richtlinien» zusammengesetzte Einpressmörtel konnten

$$\left. \begin{array}{ll} \text{ohne Quarzmehl mit } W/Z = 0,36 - 0,38 \\ \text{bei Zugabe von 20 v.H. Quarzmehl mit } W/Z = 0,39 - 0,41 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{je nach Länge der} \\ \text{Spannglieder} \end{array}$$

einwandfrei aufbereitet und verpresst werden. Die so hergestellten Einpressmörtel zeichnen sich durch frühe Frostbeständigkeit aus und ergeben hohe Festigkeiten. Die Wirkung der Zusatzmittel ist recht anschaulich in den Abb. 4 - 7 zu erkennen.

a) Da die Vergrösserung des Volumens von Einpressmörtel bei Verwendung von Treibmitteln im Spannkanal im allgemeinen behindert ist, wurden Versuche bei behinderter Ausdehnung durchgeführt. Tafel I zeigt die Versuchsergebnisse. Hieraus kann gefolgert werden, dass die Festigkeit von Einpressmörtel bei behinderter Ausdehnung z. T. erheblich gesteigert wird, weiterhin aber auch, dass die Absetzmasse ebenfalls zunehmen. Aufgrund dieser Erfahrungen ist allgemein, insbesondere aber bei konzentrierten Spanngliedern, zu empfehlen, an geeigneten

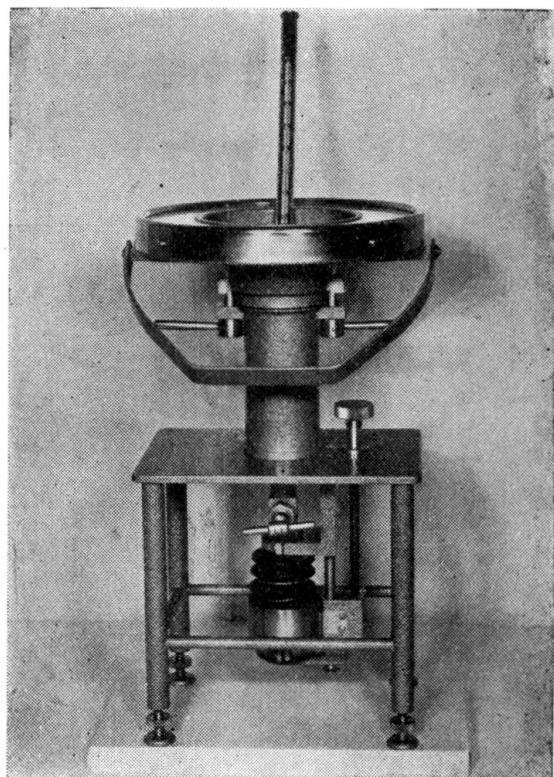


ABB. 3. Dilatometer

TAFEL I

Vergleich von Festigkeitsprüfungen bei behinderter und unbehinderter

1	2	3	4	5	6	7
Probe Nr.	Gemisch PZ 325, ohne Zuschläge + 1% Tri- cosal-H 181 $W/Z = 0,40$	Menge des abge- sonderen Wassers in % des eingefüll- ten Mörtels	ΔV der ursprünglichen Probemenge bezogen auf den Spiegel des abgesonderten Wassers in %	die feste Mörtelmasse in %	Roh- gewichte r	Druckfestigkeit W_r kg/cm ²
1.1	Proben in dichten Stahlformen $\varnothing 50 \text{ mm}, h = 120 \text{ mm}$ $F = 19,63 \text{ cm}^2$ Ausdehnung behindert	—	a)	a) —	a) + 3,53	1,87 1,90 oben: 162 183 unten: 448 336
1.2	Proben mit unbehinder- ter Ausdehnung $\varnothing 50 \text{ mm}, h = 120 \text{ mm}$ $F = 19,63 \text{ cm}^2$	—	a)	a) —	a) + 3,53	1,84 1,88 oben: 186 181 unten: 205 227
1.3	in dichten Stahlformen $\varnothing 100 \text{ mm}, h = 100 \text{ mm}$ $F = 78,5 \text{ cm}^2$ Ausdehnung behindert	3,56	b) — 3,14	b) — 6,70	b) 2,04	560

a) = gemessen in der Konservendose 4 Stunden nach Einbringen.

b) = gemessen nach 7 Tagen bei Öffnen der gasdichten Form.

Stellen der Spannkanäle Entlüftungsrohre anzuordnen, die etwa 1 – 2 Stunden nach erfolgter Verpressung geöffnet werden müssen, damit der treibende Effekt derartiger Zusatzmittel alle Hohlräume im Spannkanal

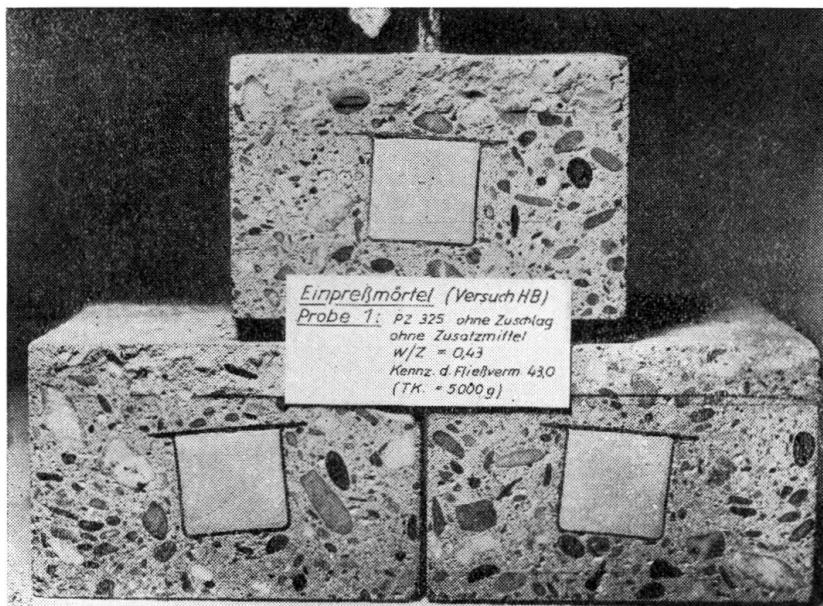


Abb. 4. Einfluss der Zusatzmittel auf den Einpressmörtel

ausfüllen und das abgesetzte Wasser durch die Entlüftungsrohre abführen kann. Andernfalls erzeugt die Treibwirkung einen Innendruck auf den Einpressmörtel, wodurch zusätzlich Hohlräume zwischen dem Einpressmörtel und Spannkanal entstehen können.

b) Die von den treibenden Zusatzmitteln ausgehenden Drücke im Einpressmörtel wurden mit Manometer und Quecksilbersäule gemessen. Die Drücke sind in erster Linie abhängig von der Menge des von den Treibmitteln entwickelten Gases und dem im Frischmörtel vorhandenen Luft- oder Gasvolumen. Aufgrund dieser Feststellungen sind bei völlig geschlossenen Spannkanälen Innendrücke bis 10 atü möglich.

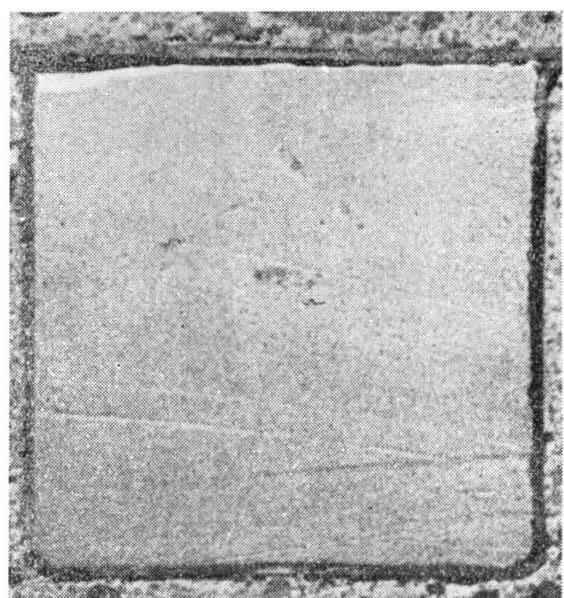


Abb. 5. Einfluss der Zusatzmittel auf den Einpressmörtel

4. Mischen des Einpressmörtels

a) Bei Prüfung des Fliessvermögens verschiedener Einpressmörtel wurde festgestellt, dass das Fliessvermögen weitgehend von der Mischdauer und Intensität des Mischens abhängig ist. Es wurden daher mit

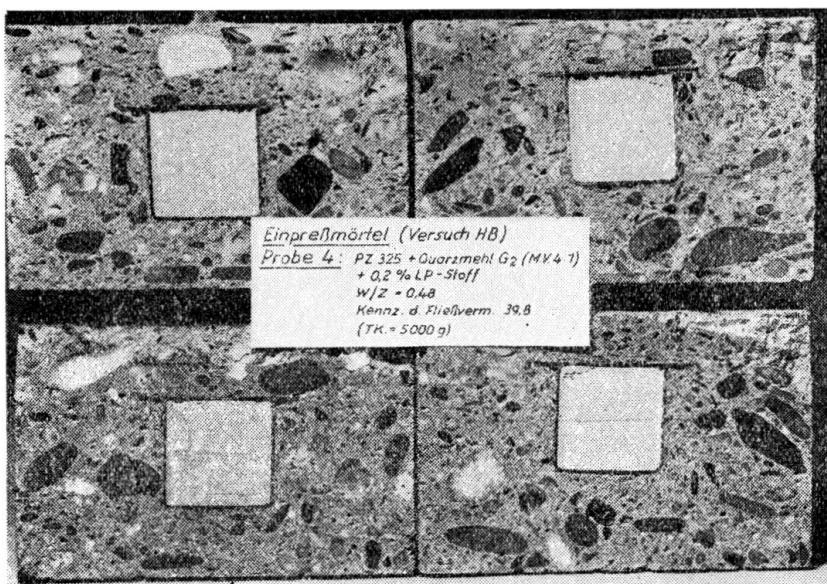


ABB. 6. Einfluss der Zusatzmittel auf den Einpressmörtel

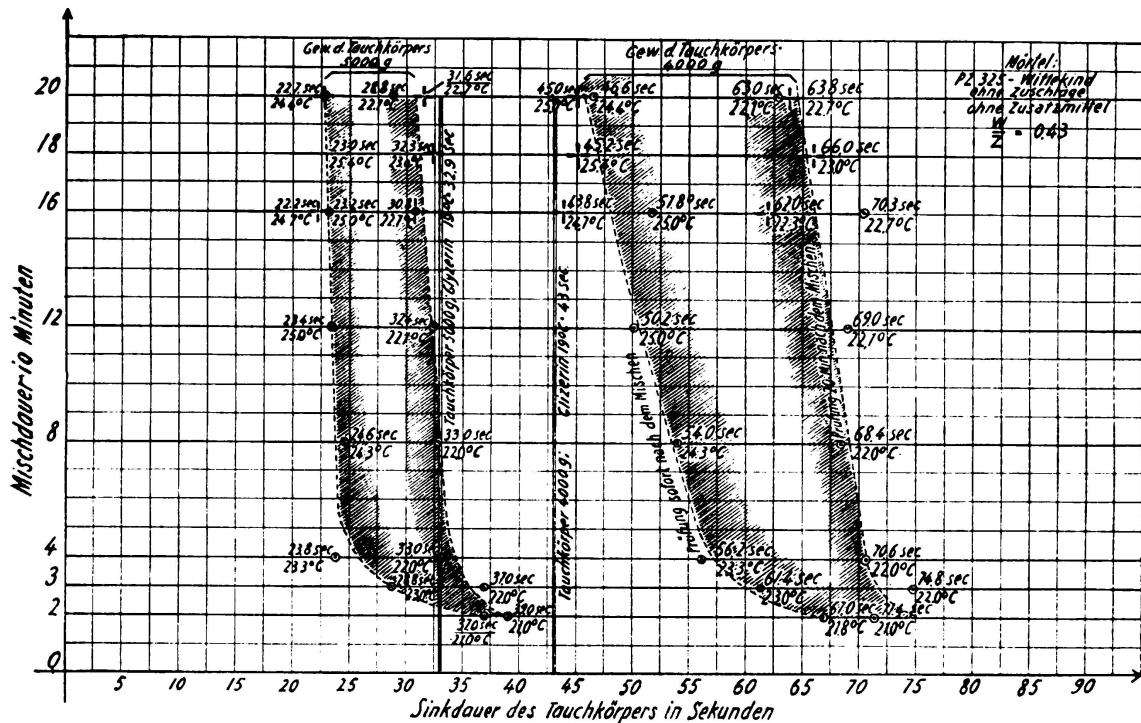


ABB. 7. Einfluss der Zusatzmittel auf den Einpressmörtel

dem Laboratoriumsmischer der Baustoffprüfanstalt der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Münster und der Mörtelzusammensetzung PZ 325 Wittekind, ohne Zuschläge, ohne Zusatzmittel, W/Z = 0,43 Mischversuche 20 Minuten nach Beendigung des Mischens eine weitere Messung des durchgeführt, bei denen der Einfluss verschiedener Mischzeiten (3, 4, 12 und 20 Minuten) festgestellt werden sollte. Außerdem wurde jeweils

Fliessvermögens vorgenommen. Während dieser Zeit (identisch mit der Verarbeitungszeit auf den Baustellen) wurde das Gemisch durch langsames Rühren von Hand in Bewegung gehalten. Abb. 8 zeigt die Ergebnisse dieser Versuche. Hieraus folgt, dass durch Verlängerung der Mischzeit die an den Feinstteilen des Gemisches haftende Luft verdrängt wird und

EINFLUSS DER MISCHDAUER AUF DAS FLEISSVERMÖGEN VON EINPRESSMÖRTEL



Bemerkung: Für jede Mischdauer wurde neuer Mörtel angemacht. Die Tauchgeräte wurden gleichzeitig mit Mörtel gleicher Aufbereitung beschickt.

Temperaturen: Zement + 21° C, Wasser + 19° C, Luft + 19,5° C

ABB. 8. Prüfung des Fliessvermögens

das Fliessvermögen z. T. beträchtlich verbessert werden kann. Bei der Feststellung des Fliessvermögens wurden 2 verschieden schwere Tauchkolben verwendet (4000 und 5000 gr). Das jetzt eingeführte Durchflussgerät ist mit einem Tauchkolben von 4500 gr. ausgestattet.

b) Seitens einiger namhafter Spannbetonfirmen wurden Einwendungen gegen die grundsätzliche Anordnung von Maschinenmischung bei der Aufbereitung von Einpressmörtel erhoben. Die für diesen Zweck durchgeföhrten Versuchsmischungen hatten die in Abb. 9 aufgezeichneten Ergebnisse. Hieraus kann fast durchweg eine Überlegenheit der Maschinenmischung abgeleitet werden. Mit Rücksicht auf eine möglichst gleichmässige Aufbereitung des Einpressmörtels ist die Anordnung in den «Vorläufigen Richtlinien» daher durchaus berechtigt.

5. Weitere Versuche

Um das Verhalten von Einpressmörtel in Spannkanälen mit nachträglichem Verbund bei Dauerbeanspruchung zu klären, wurden in der Baustoffprüfanstalt der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Münster Versuche

Festigkeitsprüfung - Einpreßmörtel

Bezeich. der Proben	Mörtel- Mischung	W/ Z	Art der Aufbereit.	Temperatur der Mischung	Festigkeiten			
					Biegezug		Druck	
					7 Tage kg/cm²	28 Tage kg/cm²	7 Tage kg/cm²	28 Tage kg/cm²
111	PZ 425 - ohne -	0,50	Hand.	18°-21°	81,2	86,5	449	585
			Masch.	18°-21°	71,2	104,2	476	641
211	PZ - 325 - ohne -	0,41	Hand.	18°-21°	67,1	81,4	346	484
			Masch.	18°-21°	90,3	102,1	389	517
232a	PZ 325 + Quarzmehl 4:1 + 0,5 % LP-A	0,48	Hand.	18°-21°	53,2	60,5	222	332
			Masch.	18°-21°	58,9	69,5	245	326
511	HOZ 325 - ohne -	0,45	Hand.	18°-21°	68,5	95,0	415	613
			Masch.	18°-21°	84,2	111,3	424	647
532a	HOZ 325 + Quarzmehl 4:1 + 0,5 % LP-A	0,48	Hand.	18°-21°	60,2	63,5	317	474
			Masch.	18°-21°	73,2	81,8	387	565
6001	HOZ 325 + Flugasche 3:1 + 0,6% Intrusion-Aid	0,63	Hand.	18°-21°	52,2	70,3	251	409
			Masch.	18°-21°	65,3	83,0	262	424
7001	HOZ 325 + 3 % Intraplast	0,40	Hand.	18°-21°	92,0	114,7	497	729
			Masch.	18°-21°	100,8	106,7	562	746
600	PZ 325 + Flugasche 3:1 + 0,6% Intrusion-Aid	0,63						
			Masch.	18°-21°	43,2	66,2	186	324
700	PZ 325 + 3 % Intraplast	0,40						
			Masch.	18°-21°	69,0	87,1	401	529

ABB. 9. Vergleich von Hand- und Maschinenmischung

eingeleitet, die bis zum Beginn des V. Kongresses der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau in Lissabon leider erst teilweise abgewickelt werden konnten. Hierüber wie auch über die Weiterentwicklung des Einpressmörtels soll im nächsten Band der «Abhandlungen» berichtet werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Um aus dem Vorbericht zu dem vorstehenden Thema trotz der technischen Weiterentwicklung der Einpressmörtel in jedem Fall auch für die Gegenwart die jeweils richtigen Erkenntnisse zu vermitteln, wird eine kurze zusammenfassende Ergänzung für notwendig und zweckmäßig gehalten. In dieser Ergänzung wird zunächst ein allgemeiner Überblick

über die im Juli 1955 in Deutschland herausgegebenen «Vorläufigen Richtlinien für das Auspressen von Spanngliedern mit Zementmörtel», dann aber auch über die vorliegenden theoretischen und praktischen Erfahrungen des letzten Jahres gegeben. Zum Abschluss wird die wichtige Frage der Dauerbeanspruchung von Einpressmörtel behandelt und auf die in der Baustoffprüfanstalt der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Münster eingeleiteten Versuche hingewiesen.

R E S U M O

Apresenta-se um curto resumo de aditamento à contribuição apresentada pelo autor sob este título na «Publicação Preliminar», tornado necessário pelos progressos realizados no domínio do comportamento da argamassa comprimida e pelos conhecimentos rigorosos adquiridos ultimamente. Analisa-se primeiro rapidamente a publicação «Regulamentos prévios para a injecção dos cabos em tensão com argamassa de cimento», editada na Alemanha em Julho de 1955, apresentando-se a seguir os trabalhos práticos e teóricos efectuados o ano passado. Em conclusão apresenta-se o importante problema das solicitações de longa duração da argamassa comprimida e indicam-se os ensaios realizados pelo Instituto de Ensaios de Materiais de Construção da Direcção dos Transportes Terrestres e Marítimos de Münster.

S U M M A R Y

A short summary is presented, supplementing the author's contribution presented in the «Preliminary Publication» and rendered necessary by the progress made in the field of the behaviour of the compressed cement mortar and by the accurate knowledge acquired recently. The publication «Preliminary Standards for the injection of stressed cables with cement mortar», edited in Germany in July 1955, is rapidly dealt with, and the practical and theoretical work carried out last year is presented. Concluding, the important problem of long time loading of compressed mortar is studied and the tests carried out by the Institute of Testing of Building Materials of the Land and Sea Transport Authority in Munster are described.

R É S U M É

L'auteur présente une courte communication, qui est un supplément à sa contribution figurant dans la «Publication Préliminaire», et qui est rendue nécessaire par les progrès réalisés dans le domaine du comportement du mortier comprimé et par les connaissances rigoureuses acquises dernièrement. Il étudie d'abord rapidement la publication «Règlements préliminaires pour l'injection des câbles en tension avec du mortier de ciment», éditée en Allemagne en Juillet 1955, et présente ensuite les travaux pratiques et théoriques effectués l'année dernière. En conclusion, l'auteur présente l'important problème des sollicitations de longue durée du mortier comprimé et décrit les essais réalisés par l'Institut d'Essais de Matériaux de Construction de la Direction des Transports Terrestres et Maritimes de Munster.

Leere Seite
Blank page
Page vide