

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 92 (1974)
Heft: 19: Telefongebäude Füsslistrasse in Zürich - Umbau und Renovation

Artikel: Epoxid-Bindemittel für Klebearbeiten Stahl-Beton
Autor: Lauterbach, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72364>

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>

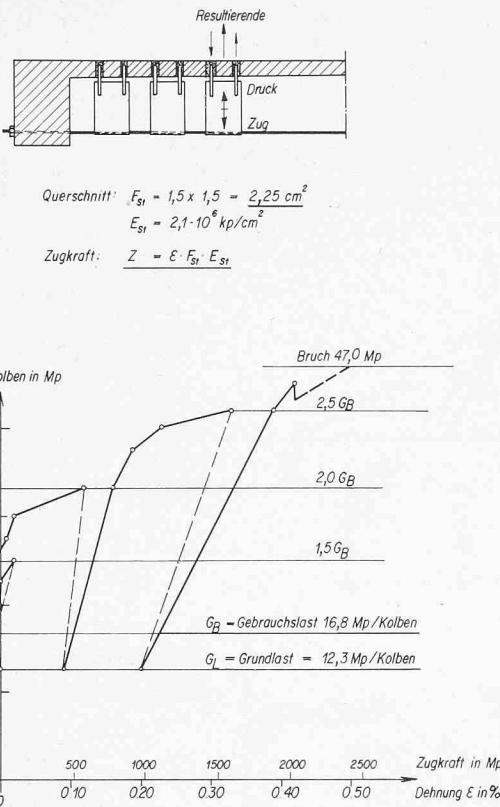


Bild 28. Resultierende Dehnung einer Schubblechverankerung der Variante Ingenieurbüro

die genau einem Deckenausschnitt des wirklichen Objektes nachgebildet waren. Mittels einfacher Abscherversuche wurden die am Bauwerk vorhandenen Haftfestigkeiten mit $\tau_{11} = 48 \text{ kp/cm}^2$ und der Nennwert der Betondruckfestigkeit mit $\beta_w = 306 \text{ kp/cm}^2$ ermittelt.

Die Versuchsplatte ($370 \times 90 \times 13 \text{ cm}^3$) hatte einen ursprünglichen Armierungsgehalt von $\mu = 0,55\%$. Durch Aufkleben der zwei Stahllamellen ($3200 \times 100 \times 5 \text{ mm}^3$) wurde der Armierungsgehalt auf $\mu_{\text{tot}} = 1,56\%$ erhöht.

Bei der Versuchsdurchführung riss die Platte bei $2,5 \text{ MP}$ an. Unter einer Last von $11,25 \text{ MP}$ ($3,9$ fache Nutzlast) lösten

sich die zwei Lamellenenden plötzlich ab, worauf die Platte brach. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Durchbiegung in Plattenmitte $\delta_m = 59,52 \text{ mm}$ oder $1/55$ der Stützweite. Es lag ein Verbundbruch vor.

Der Plattenbalken, als einfacher Balken mit einer Stützweite von 601 cm gelagert, wurde in einer ersten Phase statisch bis auf $12,3 \text{ MP}$ /Kolben belastet. In einer zweiten Phase wurde der Träger durch Aufkleben von Stahllamellen verstärkt. In der anschliessenden dritten Phase war sodann das Tragverhalten des Trägers unter Langzeitbelastung zu untersuchen, die durch einen dynamischen Belastungsvorversuch (Oberlast $1,2 G_B$, Unterlast $0,8 G_B$) durch 2 Mio Lastwechsel simuliert wurde. In der vierten und letzten Phase schliesslich wurde der Plattenbalken bis zum Bruch belastet. Unter einer Last von $2,5 \text{ MP}$ /Kolben öffneten sich die ersten Risse. Durch die dynamischen Versuche hatte die Durchbiegung in Feldmitte um rd. 85% zugenommen. Der Bruch trat bei einer Belastung von $47,0 \text{ MP}$ /Kolben ($= 2,8$ fache Gebrauchslast) plötzlich ein, nachdem sich das Lamellenende kurz vorher abgelöst hatte. Es liegt somit ein Verbundbruch vor. Beim Erreichen der Bruchlast betrug die Durchbiegung in Feldmitte $1/195$ der Spannweite.

Folgende Schlüsse lassen sich für die zu verstärkenden Decken ziehen:

- der Endverankerung der Lamellen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken;
- die Schubbleche direkt beim Auflager müssen mit dem Querträger verbunden werden;
- die Schubbleche selber sind auf der Unterseite überlappend auszubilden.

In der Gesamtbeurteilung lässt sich feststellen, dass sich die Wirksamkeit der hier gewählten Verstärkungsmethode sowohl während dem dynamischen Versuch als auch während dem Bruchversuch bewährt hat. Bei einer zuverlässigen und sachgemässen Anwendung der verwendeten Baustoffe lassen sich somit auf diese Weise zweckmässige und platzsparende Verstärkungsarbeiten durchführen.

Adresse der Verfasser: Dr. sc. techn. *Marc Ladner*, dipl. Ing. ETH, und *Peter Flüeler*, dipl. Ing. ETH, EMPA, Eidg. Materialprüfungsanstalt, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf.

Epoxid-Bindemittel für Klebearbeiten Stahl-Beton

Von Dr. H. Lauterbach, Basel

DK 666.968:624.01.78

Epoxid-Harze haben sich seit vielen Jahren, z.T. Jahrzehnten, auf den verschiedensten Anwendungsgebieten bewährt. Auch in dem weitläufigen Gebiet des Bausektors bestehen viele Einsatzmöglichkeiten wie Giessmörtel, Reparaturkleber, Injektionsharze, Oberflächenschutz und vieles andere. Danach sind naturgemäß auch die geforderten Eigenschaften von Fall zu Fall sehr verschieden. Technisch gesondert zu betrachten sind alle Anwendungen, bei denen das EP-Bindemittel eine kraftübertragende Funktion übernimmt, weil dabei nicht nur die Standsicherheit des Bauwerkes betroffen ist, sondern noch erschwerend die im Bauwesen übliche Lebensdauer von minimal fünfzig Jahren zu berücksichtigen ist.

Dies wirkt sich nicht so sehr darauf aus, dass man Produkte mit besonders guten Eigenschaften auswählen muss, sondern betrifft vor allem eine umfangreiche und möglichst lückenlose Dokumentation dieser Eigenschaften.

Die Gesichtspunkte, nach denen die EP-Bindemittel für den hier beschriebenen Fall ausgewählt wurden, sollen nun

kurz diskutiert werden. Es ist an dieser Stelle nicht möglich, auf Prüfmethoden und Versuchsbeschreibung einzugehen, so dass man zunächst die erhaltenen Messwerte als gegeben annehmen muss.

Die Eigenschaften, welche vor allem die Auswahl des Klebers bestimmt haben, sind:

1. einstellbare Reaktivität
2. mechanische Festigkeit
3. Haftfestigkeit auf Beton und Stahl
4. Kriechbeständigkeit unter Dauerlast
5. Wasser- und Alkalibeständigkeit
6. Einfluss von Fehldosierungen auf die Endeneigenschaften
7. Ermüdungsverhalten
8. Temperaturbeständigkeit

Es folgen einige Bemerkungen zu den obigen Kriterien:

Zu 1. Die Erhärzungsgeschwindigkeit ist – wie jede chemische Reaktion – stark temperaturabhängig. Heizen des Bindemittels im Winter oder Kühlen im Sommer ist praktisch.

tisch ohne Einfluss auf die Aushärtung, da der Kleber in jedem Fall fast augenblicklich die Temperatur des Untergrundes annimmt. Den unterschiedlichen Härtungsbedingungen ist deshalb durch variierbare Reaktivität des Bindemittels selbst Rechnung zu tragen.

Zu 2. Mechanische Festigkeiten wie Druck-, Biege-, Scher- oder Zugfestigkeit liegen bei EP-Harzen im allgemeinen so hoch, dass sie auf jeden Fall genügend Sicherheit bieten. Hohe Bruchfestigkeiten sind deshalb zwar eine Voraussetzung, können aber nicht als Basis für eine Auswahl unter verschiedenen, einander ähnlichen Produkten dienen.

Zu 3. Hier gilt etwas ganz ähnliches. Beim Verbund Stahl/Beton mit Hilfe eines EP-Klebers stellt Beton das schwächste Glied dar. Die Forderung «Betonbruch» ist verhältnismässig leicht zu erfüllen, so dass auch die Haftfestigkeit nur als notwendige Voraussetzung zu fordern ist, aber zur Auswahl kaum beitragen kann.

Zu 4. Kriechverformung unter Dauerlast ist eines der wichtigsten Kriterien überhaupt. Zwar findet ein Kriechen in der Praxis nur an grösseren Giesskörpern statt und ist in einer Klebfuge – selbst bei einem wenig kriechbeständigen Material – kaum mehr messbar und deshalb ohne praktische Bedeutung. Das Kriechverhalten ist aber mittelbar auch bei der Klebfuge ausserordentlich wichtig, weil es Hinweise über Langzeitverhalten und Belastbarkeit generell gibt, Hinweise, die aus Kurzzeitmessungen des *E*-Moduls oder der mechanischen Festigkeit nicht zu erhalten sind.

Zu 5. Obwohl die vorliegende Anwendung für klimatisierte Innenräume bestimmt ist, ist Wasser- und Alkalibeständigkeit wichtig, wie immer im Kontakt mit Beton. Ausserdem wurden die Arbeiten auch im Hinblick auf spätere Anwendungen gemacht, welche unter weniger idealen Bedin-

gungen durchzuführen sind, beispielsweise an Bauteilen im Freien. Als Mass für die Wasser- und Alkalibeständigkeit dient die Haftfestigkeit von verklebten Zementmörtelprismen nach mehrjähriger Wasserlagerung.

Zu 6. Da trotz aller Vorsichtsmassnahmen bei Arbeiten auf einer Baustelle Fehldosierungen im Harz-Härter-Verhältnis nie völlig auszuschliessen sind, sollten weite Toleranzgrenzen als stille Sicherheit eingeplant werden. Diese Toleranzgrenzen liegen im vorliegenden Fall bei dem ausserordentlich hohen Wert von rd. $\pm 50\%$. Allerdings nennt man in der Regel diese Grenzwerte nicht, damit sie nicht etwa zu weniger sorgfältiger Arbeit verleiten.

Zu 7. Die Wöhlerkurven und damit das Ermüdungsverhalten der verschiedensten EP-Bindemittel sind bekannt. Da die gestellten Anforderungen von den meisten technisch wichtigen Produkten ohne weiteres erfüllt werden, muss man auch hier wie unter 2. und 3. sagen: Die Kenntnis des Ermüdungsverhaltens ist unerlässlich, aber als Basis für eine Auswahl nur wenig geeignet.

Zu 8. Die Verschlechterung aller mechanischen Eigenchaften mit steigender Temperatur stellt das wichtigste Kriterium für Beurteilung und Auswahl geeigneter Produkte dar. Dies deshalb, weil es sich dabei um den grossen «schwachen Punkt» aller kalthärtenden Bindemittel – nicht etwa nur der EP-Harze – handelt. Durch sorgfältigste Auswahl der Rohstoffe gelangt man jedoch auch bei kalthärtenden Produkten zu sehr hohen Werten. Unter einer Belastung von 25% der Kurzzeitbruchlast verlieren Stahl- und Betonverklebungen auf Basis der hier ausgewählten Bindemittelsysteme ihre Festigkeit zwischen 95 und 103 °C.

Adresse des Verfassers: Dr. H. Lauterbach, Ciba-Geigy AG, Klybeckstrasse 141, 4057 Basel.

Die Ausführung der Klebearbeiten

Von Ralph Agthe, Genf

1. Einleitung und genereller Arbeitsablauf

Nach Abschluss der Voruntersuchungen an der EMPA, der statischen Berechnungen, der Planbearbeitung, der Materialbeschaffung und -bearbeitung und einer genauen Programmierung des Arbeitsvorganges durch die Bauleitung konnte mit den Klebearbeiten Mitte April 1973 begonnen werden.

Zunächst musste die Unterseite der Betonkonstruktion an jenen Stellen vorbehandelt werden, wo eigentliche Verklebungen vorgesehen waren. Dazu wurde der Gipsputz entfernt und die äusserste Zementhaut des Betons vorsichtig abgespitzt. Auf Bild 9 ist die vorbereitete Betonfläche rings um die aufgeklebte Stahlkopfplatte sichtbar.

Gleichzeitig begannen andere Arbeitsgruppen, die vorgesehenen Löcher mit Diamant-Kernbohrern auszuführen. Auf die Anwendung von gewöhnlichen Schlagbohrmaschinen musste im Hinblick auf die Lärm- und Staubentwicklung verzichtet werden.

Nach diesen Vorbereitungsarbeiten konnten die geklebten Armierungen angebracht werden.

- Zunächst wurden die Kopfplatten (Bild 9) der Stützen des noch im Betrieb stehenden Schaltraumes verklebt
- danach die Lamellen zur Verstärkung der Betonplatte im Nebenraum (Bild 28)
- als letzte Arbeit wurden die Stahlbleche zur Verstärkung der Haupt- und Nebenunterzüge angebracht (Bilder 30 und 31)

2. Klebearbeiten mit Kunsthars

Die eigentlichen Klebearbeiten verlangen folgende Arbeitsgänge:

Reinigung der Klebeflächen der Stahlteile mit Stahlbürste, Putzbaumwolle usw. Alle Rostbildungen, Fett- und Ölverschmutzungen müssen vollständig beseitigt werden, bevor der Voranstrich (Primer) aufgetragen wird.

Bild 29. Verstärkung einer Massivplatte mittels Stahllamellen (Zuglaschen)

