

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 90 (1972)
Heft: 18

Artikel: Verguss- und Injektionsarbeiten mit Kunstharzen
Autor: Egger, H.R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85187>

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: 14.03.2025

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

Verguss- und Injektionsarbeiten mit Kunstharzen

DK 693.5.004.67

Von H. R. Egger, Zürich. Vortrag, gehalten am Kunststoffsymposium des SIA vom 17. und 18. November 1971 in Zürich.

Selbsthärtende Kunstharze eignen sich ganz besonders für die Reparatur von Eisenbetonkonstruktionen. Sie zeichnen sich durch hohe Haftfestigkeit, sowie grosse Druck-, Biegezug- und Zugfestigkeit in erhärtetem Zustand aus und ergeben dadurch einen Kleber und Füllstoff, der Hohlräume und Risse in erhärtetem Beton so zusammenkitten kann, dass die Klebestellen höhere Festigkeit aufweisen als das umgebende Material.

Die Anwendung von solchen Harzen gestattet elegantere Lösungen, als sie mit den klassischen Materialien wie zum Beispiel Zement möglich sind, ja, sie ermöglichen in besonderen Fällen überhaupt erst, zu reparieren, statt ganze Bauteile neu zu erstellen. Dadurch ist ihre Anwendung trotz des vergleichsweise hohen Kilopreises meist wirtschaftlich. Fachmännisch durchgeführte Reparaturen machen schadhafte oder mangelhafte Bauteile wieder zu vollwertigen Konstruktionselementen.

Eine interessante und elegante Art, Kunstharze zu verarbeiten, ist die Injektionstechnik. Sie wird meist dort zum Einsatz gelangen, wo es gilt, Risse in Eisenbeton-Bauteilen kraftschlüssig auszufüllen und den schadhafte Querschnitt wieder homogen zu machen. Die Injektion erlaubt es, das Harz in der erforderlichen Menge im Inneren von Betonquerschnitten und an sonst unzugänglichen Stellen zur Wirkung zu bringen.

Risse entstehen häufig durch Überbeanspruchung des Bauwerkes als Folge von Überbelastungen, sei es, dass die Belastungsannahme für einen bestimmten Bauzustand falsch getroffen wurde, sei es, dass am fertigen Bauwerk die zulässigen Nutzlasten überschritten wurden.

Als Ausgangsmaterial für die Injektionen kommen insbesondere Epoxyd-Harze in Frage, weil hier beim Härten kein Schwund auftritt. Reine Harze werden selten verwendet; entweder werden feinste Füllstoffe zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, besonders des Langzeitverhaltens, beigemischt, oder es gelangen passive oder reaktive Extender zur Mitverwendung. Bei Injektionen spielt angesichts der kleinen erforderlichen Mengen der Materialpreis eine untergeordnete Rolle; Extender sollen also nicht den Preis, sondern beispielsweise die Viskosität günstig beeinflussen.

Die Verarbeitungszeit kann innerhalb der wünschbaren Grenzen eingestellt werden. Bei einem Harz- zu-Füllstoff-Verhältnis von 1:2 bis 1:3 können die Mischungen noch injiziert werden. Der Feinheitsgrad des Füllers bestimmt die noch injizierbare Porenweite. Grössere Hohlräume und Poren können statt injiziert auch vergossen werden. Hier empfiehlt es sich, noch mehr Füllstoff beizugeben, dies bis zu einem Verhältnis von 1:5 bis 1:6. Dazu kommen vor allem kornabgestufte Quarzsandgemische in Frage.

Die Druckfestigkeit solch hochverfüllter Massen erreicht ohne weiteres 1200 kp/cm^2 bei einer Biegezugfestigkeit von rund 300 kp/cm^2 und Zugfestigkeit von rund 150 kp/cm^2 . In dünnen Schichten, besonders als Kleber in stark verzahnten Flächen, spielt das Kriechverhalten kaum eine Rolle, so dass damit gerechnet werden darf, dass das Injektionsgut höherwertig ist und bleibt als der umgebende Beton.

Anhand von zwei Beispielen soll gezeigt werden, wie bei Injektionen vorgegangen wird und was etwa erreicht werden kann. Die beiden Fälle liegen zeitlich drei Jahre auseinander, so dass auch die Entwicklung der Arbeitstechnik in diesem Zeitraum ermesen werden kann. Die Produkte, Geräte und Arbeitstechniken werden laufend weiterentwickelt und verfeinert, um möglichst jede Aufgabe optimal lösen zu können.

Vorgespannter Drei-Gelenk-Rahmen einer Fabrikhalle

Ende Januar 1968 fiel im ganzen Alpengebiet ausserordentlich viel Schnee. Zu Altschneemengen von rund 1 m Höhe fügte sich in drei Tagen eine Neuschneemenge von 200 cm. Der Wetterbericht vom 7.2.68 der MZA hielt fest, dass die bisherigen Höchstwerte an nicht weniger als 9 Messstationen mit 400 bis 500% der Normalwerte überschritten worden waren. Zahlreiche Dacheinstürze waren die Folge.

Am uns interessierenden Objekt wurde ein Stützenfuss eines Rahmens so stark überbeansprucht, dass er unter der grossen Last barst (Bild 1). Zunächst wurde ins Auge gefasst, die Bügel freizuspitzen und den Stahlbetonquerschnitt durch sorgfältiges Auftragen von Gunit zu rekonstruieren. Diese Lösung hatte aber den Nachteil, dass der Beton um die Erdanker der Vorspannkabel rissig geblieben und die Wirkung der

Bild 1. Infolge aussergewöhnlicher Schneemengen geborstener Stützenfuss

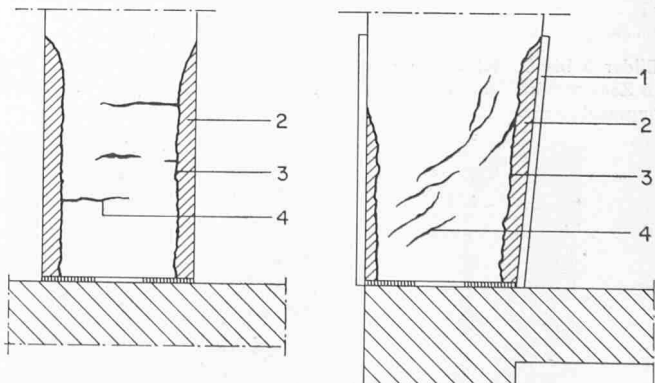


Bild 2. Stirn- und Seitenansicht eines Stützenfusses, der infolge aussergewöhnlicher Schneelast auf dem Dach stark zerstört wurde. Schematische Darstellung der Reparatur. 1 Holzschalung mit PA-Folie ausgelegt, 2 Reparatur durch mit Epoxydharz gebundenen Mörtel, 3 Haftbrücke, 4 mit Epoxydharz verspachtelter Riss

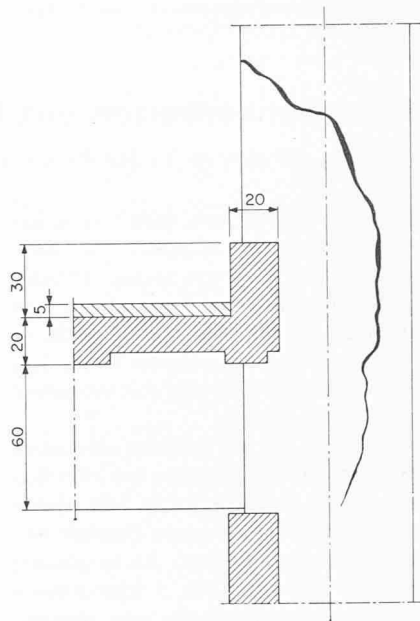
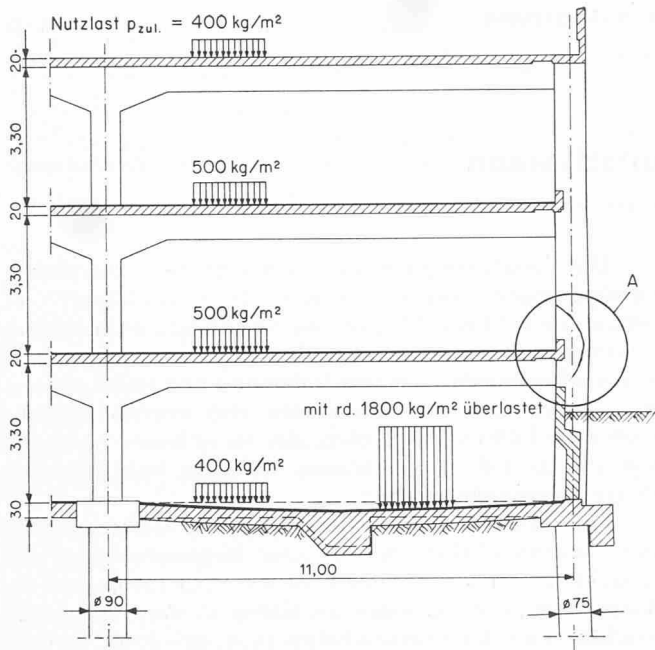


Bild 3, links aussen. Senkungen des Bodens infolge Überlastung. Horizontale Verschiebung des Pfahlkopfes ergibt am Stockwerkrahmen ein Rissbild gemäss Detail A

Bild 4, links. Detail A, Rissbild

Vorspannung fragwürdig geworden wäre. Die Möglichkeit, die Risse mit einem vergiessbaren, härtenden Harz auszufüllen, wurde deshalb gerne verwirklicht. Das Harz – ein modifiziertes Epoxy-Harz – sollte unter seinem Eigengewicht möglichst tief in die Risse eindringen. Dazu wurden rund um die Säule herum 3 bis 4 cm Beton abgespitzt, die Oberfläche von Staub sauber gereinigt und mit Hilfe von Bandagen ein Gefälle für das flüssige Harz in Richtung zu den Rissflächen hin geschaffen. Durch sorgfältiges Einspachteln des Harzes wurde anschliessend eine möglichst grosse Menge davon in die Risse «hineinmassiert». Anschliessend wurde der Pfeilerfuss eingeschalt, die Holzschalung mit einer Polyäthylenfolie als Trennmittel ausgelegt und die abgespitzten Betonteile durch einen epoxyharzgebundenen Mörtel ergänzt (Bild 2).

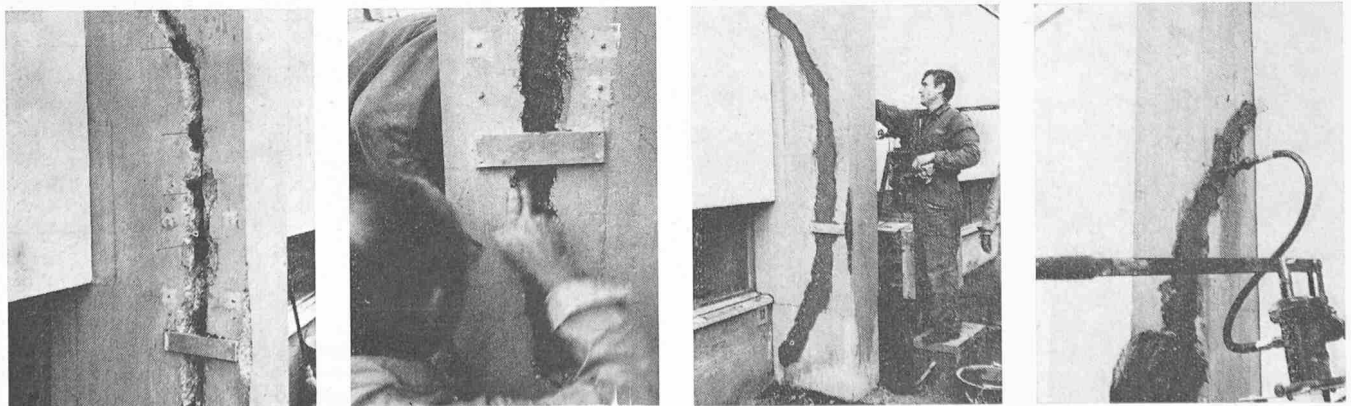
Die reinen Reparaturarbeiten waren in drei Tagen beendet, ihre Kosten ohne Sicherungs- und Spriessarbeiten beliefen sich auf rund 3000 Franken. Es wurden rund 30 kg Harz verbraucht. Im Vergleich dazu hätte die Wiederherstellung mit Gunit – eine technisch kaum befriedigende Lösung –, ebenfalls ohne Sicherungs- und Spriessmassnahmen, gemäss verbindlicher Offerte rund 9000 Franken gekostet, also das Dreifache. Seit der Reparatur wurde das Gebäude wieder ohne jede Einschränkung genutzt.

Eisenbeton-Stockwerkrahmen

Der zweite Fall betrifft ein Gebäude mit einer Tragkonstruktion aus Eisenbeton-Stockwerkrahmen. Der Baugrund ist schlecht – vorwiegend nicht verdichtete Auffüllung –, so dass das Gebäude auf Pfählen fundiert wurde. Das Untergeschoss, ursprünglich als Einstellgarage vorgesehen, wurde schliesslich als Lager genutzt. Dabei wurde die zulässige Bodenbelastung von 400 kg/m² durch Einlagerung von Papier im Umfang von 1800 kg/m² ganz beträchtlich überschritten. Die Bodenplatte senkte sich und verursachte in einem Pfahlkopf eine horizontale Verschiebung. Diese wiederum hatte zur Folge, dass in einem Knotenpunkt zwischen Rahmenstiel und Riegel ein durchgehender, etwa 2 m langer Zugriss auftrat. Die Bilder 3 und 4 zeigen die Schadenursache und das Rissbild.

Durch Injektion eines modifizierten Epoxy-Harzes wurde der Riss vollständig und kraftschlüssig ausgefüllt. Um das Injektionsgut mit dem wünschbaren Druck in alle Hohlräume einpressen zu können, hat man den Riss oberflächlich aufgespitzt, in die Tiefe der Bruchstelle mehrere Injektionsnadeln eingesetzt und schliesslich die ausgespitzte Rille mit einem spachtelbaren, epoxyharzgebundenen Mörtel sauber verschlossen. Sodann wurde, nach vollständigem Erhärten dieses oberflächlichen Verschlusses, das Injektionsgut eingepresst. Das

Bilder 5 bis 8. Rissbildung an einem Stockwerkrahmen infolge Überbelastung der Bodenplatte. Bild 5. Freigespitzter Riss. Injektionsnadeln in Zementmörtel versetzt. Bild 6. Zugemörtelter Riss. Bild 7. Pfeiler während der Injektionsarbeiten. Bild 8. Injektionspumpe an Injektionsnadel angeschlossen



Auffüllen des Risses erfolgte von unten nach oben, wobei eine Injektionsstelle jeweils solange beschickt wurde, bis das Harz an der nächstoberen Nadel austrat. Die Injektionen wurden mit Handpumpen ausgeführt, weil nur so eine sorgfältige und angepasste Dosierung des Injektionsdruckes und der verpressten Menge gewährleistet ist. Die Bilder 5 bis 8 veranschaulichen die verschiedenen Schritte der Injektionsarbeiten.

Seit der Instandstellung wird das Bauwerk wieder normal genutzt. (Die Betondruckspannung im Rahmenstiel errechnet sich auf etwa 80 kp/cm².)

Die Kosten für die reinen Injektionsarbeiten einschliesslich Vorarbeiten, aber ohne Sicherungsmassnahmen und Spriessungen, beliefen sich in diesem Falle auf rund 6000 Fran-

ken. Eine einwandfreie Reparatur nach einer anderen Methode wäre kaum denkbar gewesen.

Beide Beispiele bestätigen, dass Bauwerke nicht beliebig überbelastet werden dürfen. Sie zeigen aber auch, dass es heute möglich ist, mit verhältnismässig geringem Aufwand dank dem Einsatz von kalthärtenden Kunststoffen Risse und Hohlstellen einwandfrei kraftschlüssig zu reparieren.

Literatur

G. Weber: Reparaturen von Rissen im Beton durch Epoxy-Harz-Injektionen. «Schweizerische Bauzeitung», 89. Jahrgang, Heft 22, Seite 551, 3. Juni 1971.

Adresse des Verfassers: H. R. Egger, dipl. Bau-Ing. ETH, Meynadier und Co. AG, Vulkanstrasse 110, 8048 Zürich.

Das Projekt 1971 der Gotthard-Basislinie

Von W. Rutschmann, Adliswil

DK 624.19:656.2.001.1

Hierzu Tafeln 16 bis 18

Die doppelspurige Gotthard-Basislinie gemäss Projekt 1971 ist Bestandteil des zukünftigen Schnellverkehrsnetzes der SBB. Sie ist dimensioniert für den Betrieb mit verschiedenen Zugsgattungen, darunter Intercityzüge mit der Maximalgeschwindigkeit von 200 km/h. Sie ist eine Netzergänzung und misst zwischen dem auszubauenden Bahnhof Erstfeld und dem neuen Bahnhof Biasca 59 km. Ihre Kulmination liegt auf 555 m ü. M. innerhalb des Basistunnels. Der 46 km lange Alpendurchstich und sein Seitenstollen führen von Amsteg nach Giornico. Sie unterfahren das Tavetsch, das Gebiet des Lukmanierpasses sowie die mittlere und untere Leventina. Der Trasseverlauf im Grundriss ist bedingt durch günstige Lokationen für den Zwischenangriff beim Tunnelbau bei Rueras, im Val Medel und bei Chiggiogna. Beim Bau des Tunnels sind keine ausserordentlichen Schwierigkeiten zu erwarten.

Organisation und Verlauf der Projektierungsarbeiten ermöglichen – unter Voraussetzung, dass das Parlament bis Ende 1972 dem Projekt zugestimmt haben wird – den Beginn der ersten Bauarbeiten 1973 und des eigentlichen Tunnelbaues bei Anwendung des konventionellen Vortriebes 1974 und bei mechanischem Vortrieb 1975. Eine Kombination beider Vortriebsverfahren kann zweckmässig sein. Die Zeitspanne für die betriebsbereite Fertigstellung der Gotthard-Basislinie umfasst – wiederum ein zustimmender Entscheid des Parlamentes bis Ende 1972 vorausgesetzt – die Jahre 1984/85.

1. Entwicklung des Projektes

Der erste Vorschlag für eine Gotthardbahn mit tief liegendem Alpendurchstich stammt aus der Projektierungszeit der in der Folge über Göschenen und Airolo geführten Linie. Der Geologe Arnold Escher schreibt in einem Gutachten: «Ist es nicht wahr, dass ein Tunnel Wassen-Madrano die für den Betrieb gefährlichste, schwierigste, kostspieligste Strecke in die sicherste und zugleich wohlfeilste zwischen dem Langen- und dem Vierwaldstättersee umwandeln würde...» [1]. Viel später fand die Projektidee eines von Amsteg in die Leventina führenden Basistunnels Erwähnung. Zu ihren Befürwortern zählt der Basler Ingenieur Ed. Gruner. Er setzte sich zuerst für einen doppelspurigen Bahntunnel Amsteg-Biasca ein [2] und brachte später einen kombinierten Basistunnel für Bahn und Strasse in Vorschlag [3].

Das erste eigentliche Projekt für eine Gotthard-Basislinie wurde im Rahmen der Tätigkeit der Studiengruppe Gotthardtunnel von der Elektro-Watt AG ausgearbeitet. Dieses «Generelle Projekt Juni 1962» enthält eine neue Linie von Erstfeld im Norden nach Biasca im Süden der Alpen mit einem Durchstich zwischen Amsteg und Giornico [4]. Es wurde nach der Durchführung ergänzender Berechnungen für

die Tunnellüftung als «Generelles Projekt Juni 1962/Januar 1964» von der Technischen Arbeitsgruppe der Kommission Eisenbahntunnel durch die Alpen anfänglich in den Vergleich mit den Projekten für andere Bahnen durch die Schweizer Alpen einbezogen. Später legte die Kommission ihren Arbeiten das «Generelle Projekt Februar 1967» zugrunde [5]. Dieses Projekt berücksichtigte neue Projektierungsgrundlagen sowie die inzwischen überarbeiteten «Generellen Projekte 1966 für die Anschlusslinien».

An ihrer Sitzung vom 22. Juni 1970 beschloss die Kommission Eisenbahntunnel durch die Alpen mit 15 zu 3 Stimmen, dem Vorsteher des Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes den Bau eines Gotthard-Basistunnels zu empfehlen. Dieser Beschluss sowie die anhaltend

Bild 1. Bahnanlage bei Wassen mit der Strassenbrücke und den drei Eisenbahnbrücken über die Meienreuss (alter Stich)

