

# Sanierung von korrosionsgeschädigten Spannbetondeckenträgern in Viehställen durch Klebarmierung

**T 2620**

T 2620

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
INSTITUT FÜR TRAGWERKSBAU  
**LEHRSTUHL FÜR MASSIVBAU**  
**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Zilch**

80290 München  
Tel.: 089 / 2105 - 30 38 u. 30 39  
Fax: 089 / 2105 - ~~30 37~~ 3046  
zuständig: H.H. Müller  
Tel.: 2105-3029

Nr. 1066/De/K

München, den 18.02.1994

An das  
**Deutsche Institut für Bautechnik**  
**Reichpietschufer 74-76**

**10785 Berlin**

**Bericht**  
**zum**  
**Forschungsvorhaben**  
**Sanierung von korrosionsgeschädigten Spannbetondeckenträgern**  
**in Viehställen durch Klebarmierung**  
**(Teil II)**  
**Az. IV 1-5-595/89**

erstattet von

Dipl.-Ing. F. Derflinger  
Dipl.-Ing. H.H. Müller

Der Bericht darf nur ungekürzt veröffentlicht werden.  
Die gekürzte oder auszugsweise Veröffentlichung bedarf  
der vorherigen Genehmigung des Lehrstuhls für Massivbau.

## 1. Vorbemerkungen

In [1] wurde das Versuchsprogramm zur Sanierung von korrosionsgeschädigten Spannbetondeckenträgern in Viehställen durch Klebarmierung erläutert und die Ergebnisse der Bruchversuche dargestellt.

Der vorliegende zweite Teil des Berichtes bringt die Ergebnisse der Auslagerungsversuche und die Zusammenfassung mit den entsprechenden Schlußfolgerungen und Hinweisen für die Ausführung.

## 2. Auslagerungsversuche an verstärkten Betonprismen

Die Vorbehandlung der Versuchskörper wurde im bereits vorgelegten Bericht [1] beschrieben. Nach sechsmonatiger Lagerung im Klimaraum bei 30° C Temperatur und 95% rel. Feuchte wurden die Balken der mittels Tellerfedern zusammengespannten Balkenpaare einem Bruchversuch unterzogen.

Art und Umfang der Versuchsreihe wurden mit der Betreuergruppe abgesprochen. Die Versuchskörper entsprachen hinsichtlich ihrer Abmessungen und der Baustoffgüten den in [2] beschriebenen Probekörpern, so daß direkte Vergleichbarkeit gegeben ist.

Die beim Bruchversuch erreichten Lasten und den Anteil der im Beton verlaufenden Bruchfläche in % der Gesamtfläche zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Versuchsergebnisse nach sechsmonatiger Klimalagerung 30/95

Balken Nr.	Bruchlast kN	Bruchfuge Anteil %
1	47,0	90
2	67,0	100
3	61,5	100
4	56,0	100
5	57,0	100
6	58,0	100
im Mittel	57,7 ==	
Kurzzeitversuch	66,0	100

Die hier dargestellten Versuchsergebnisse stimmen mit den in [2] zusammengefaßten Lasten und Versagensmechanismen überein.

### 3. Vorschlag für die Bestimmung der zul. Belastung von Klebarmierungen

#### 3.1 Biegezugbewehrung

Der Ermittlung des Querschnittes der Stahllamellen sind die Vorschriften der Zulassungen, z.B. [3] zugrunde zu legen. Dabei darf der vorhandene Spannstahl nicht berücksichtigt werden, d.h., die Zugkraft ist insgesamt der anzuklebenden Lamelle zuzuweisen.

#### 3.2 Schubbeanspruchung

In den einzelnen, den Zulassungsurkunden der Deckensysteme beigefügten Zeichnungen, sind zur Schubsicherung, zur Aufnahme der Spaltzugkraft und zur Gewährleistung des Verbundes zwischen Fertigteilen und Ortbetoneingängung zweischneittige Bügel  $\varnothing$  4 mm dargestellt, die am Trägerende konzentriert einzulegen waren.

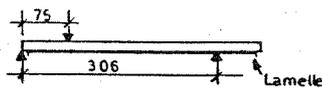
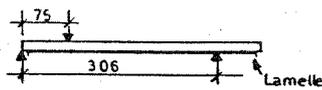
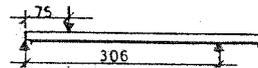
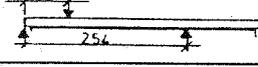
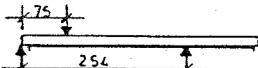
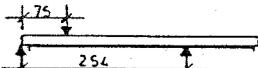
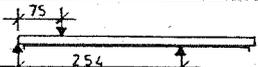
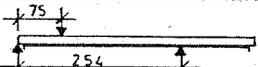
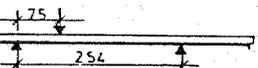
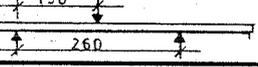
Bei den zahlreichen im Institut eingelagerten und geprüften Deckenbalken der verschiedenen Hersteller wurde jedoch festgestellt, daß die in den Zeichnungen dargestellten Bügel nur teilweise oder in anderer Form eingebaut wurden.

Da bei einer konkreten Deckensanierung die im Auflagerbereich vorhandenen Bügel nicht einwandfrei als ausreichend nachgewiesen werden können, muß die Verankerung der angeklebten Stahllasche nach den Bildern 1 und 2 ausgeführt werden.

Dabei wird jeweils eine Ankerschraube, die zur Aufnahme der Querkraft zu bemessen ist, schräg gegen das Auflager hin angeordnet. Die Neigung der Schraube wird im Querschnitt zu  $80^\circ$  gegen die Horizontale festgelegt. Damit wird sichergestellt, daß die am oberen Querschnittsrand der Fertigteilträger vorhandene Spannbewehrung nicht beschädigt wird, weil diese zur sicheren Lastabtragung im Auflagerbereich erforderlich ist.

Die nachstehende Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die im Versuch erreichten Querkräfte und die daraus rechnerisch ermittelten Schubspannungen  $\tau_u$ . Der Berechnung liegt der Querschnitt gemäß Bild 1 aus [1] zugrunde.

Tabelle 2: Bruchquerkräfte und Schubspannungen

Balken		max Q [kN]	$\tau_U$ (N/mm <sup>2</sup> )	
1	li 	46,97	5,27	*)
	re 	61,31	3,44	*) Vollquerschnitt B 25
2	li 	59,05	6,63	+) )
	re 	62,07	6,97	+) )
3	li 	54,67	6,14	+) )
	re 	46,82	5,25	*)
4	li 	31,06	3,49	*)
	re 	63,06	7,08	*)
	li 	63,48	7,12	*)
	Mitte 	46,28	5,19	*)

\*) Versagen infolge Schubbruches

+) Versagen der Klebung

Der kleinste Wert der rechnerischen Schubspannung  $\tau_U$  unter Bruchlast beträgt demnach

$$\tau_U = 3,49 \text{ N/mm}^2.$$

Mit der gegebenen Geometrie wurde die Schubspannung berechnet zu:

$$\tau_U = Q/b_0 \cdot h \cdot k_z$$

Q = Bruchquerkraft

$$b_0 = 5,5 \text{ cm}$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

$$k_z = 0,9$$

### 3.3 Vorgehen beim Führen der Nachweise

Bei der Bemessung eines konkreten Balkens ist wie folgt vorzugehen:

1. Nachweis der Biegezugbewehrung, die durch die angeklebte Stahllamelle gebildet wird. Dieser Nachweis ist unter Beachtung der entsprechenden Zulassung sowie der Richtlinie zu führen. Im vorliegenden Sonderfall ist die Anwendung auf "vorwiegend ruhende" Verkehrslasten zu beschränken (vgl. DIN 1055, Teil 3).
2. Hinsichtlich der Schubbeanspruchung am Auflagerrand konnten zwar in den Versuchen große Querkräfte aufgenommen werden. Wegen der nicht sicher nachweisbaren vorhandenen Schubbewehrung der Fertigteilträger müssen jedoch zusätzliche Schrauben zur Aufnahme und Weiterleitung der Querkraft angeordnet werden, siehe Bild 1 und 2.

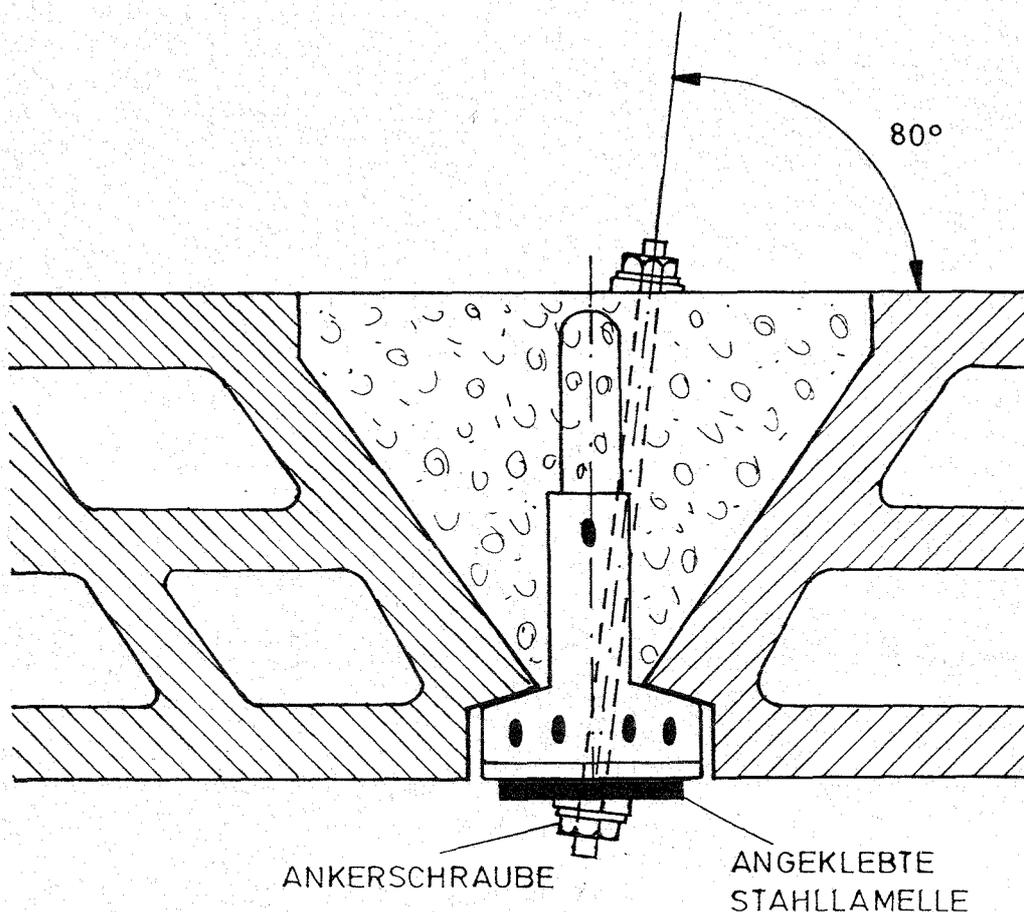


Bild 1: Endverankerung  
Trägerquerschnitt

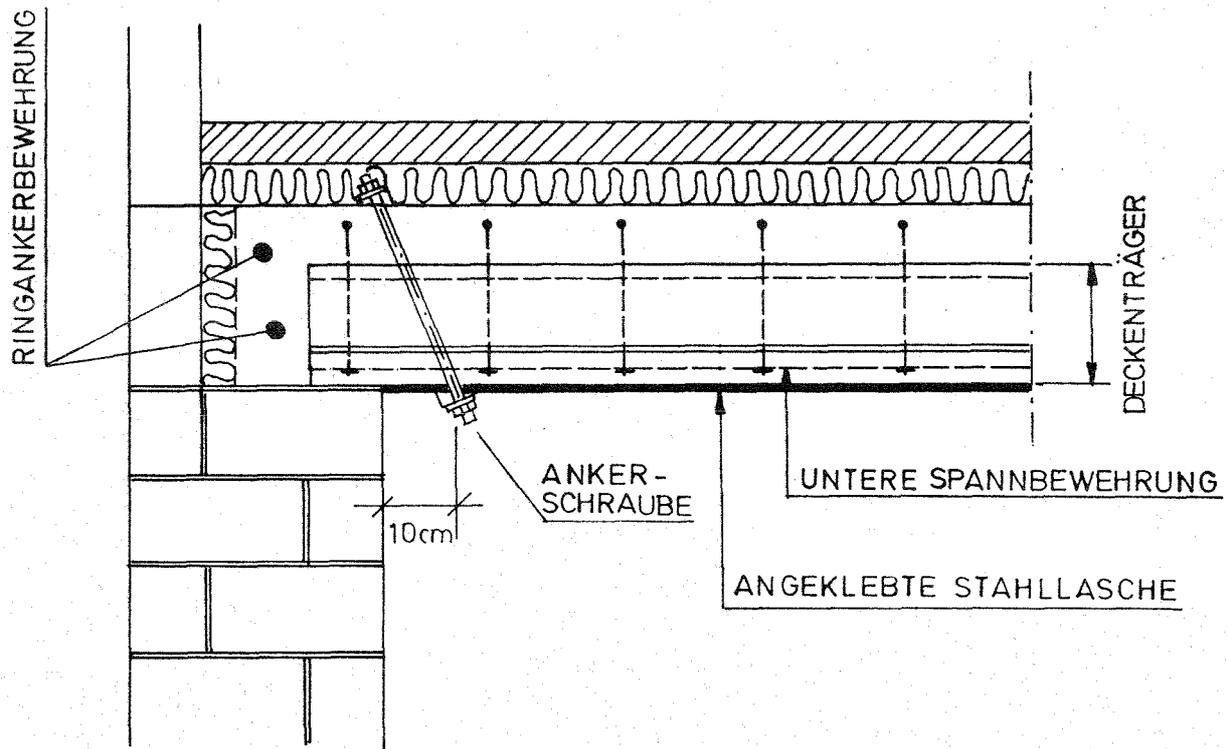


Bild 2: Endverankerung  
Auflagerdetail

#### 4. Weitere Kriterien und allgemeine Einbauhinweise

##### 4.1 Klimatische Bedingungen im Bauwerk

Die Verwendung von schubfesten Klebeverbindungen ist unter anderem an den Einsatz im Inneren von Bauwerken, insbesondere für Bauteile, die keiner wechselnden Durchfeuchtung ausgesetzt sind, beschränkt.

Bei der Anwendung innerhalb von Viehställen ist daher durch geeignete Maßnahmen (z.B. ausreichende Wärmedämmung und Lüftung) sicherzustellen, daß Tauwasserbildung im Bereich der verstärkten Deckenträger zuverlässig verhindert wird.

#### 4.2 Korrosionsschutz der Stahllamellen

Der für den Korrosionsschutz der Lamelle in der Klebefuge geeignete Primer ist in der Zulassung angegeben. Die übrigen freien Oberflächen der Lamellen sind durch geeignete Maßnahmen, z.B. nach DIN 55928 "Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge" gegen Korrosion zu schützen.

#### 4.3 Brandschutz

Nach der Bayerischen Bauordnung 1982, Artikel 30, (2) sind für land- und forstwirtschaftliche Betriebsgebäude Decken zulässig, die nicht feuerhemmend sind.

Dies gilt jedoch nicht für Decken zwischen landwirtschaftlichen Betriebsräumen und Wohnungen; derartige Decken sind feuerbeständig herzustellen.

Daraus folgt, daß bei nur landwirtschaftlich genutzten Gebäuden keine zusätzlichen Maßnahmen für den Brandschutz notwendig sind.

Bei gemischter Nutzung (z.B. Viehstall im Erdgeschoß, darüber Wohn- oder Schlafräume) muß die betroffene Decke feuerbeständig hergestellt werden, was für die Stahllamellen nur durch Zusatzmaßnahmen möglich ist. Dafür ist im Einzelfall ein Prüfzeugnis oder ein Gutachten einer hierfür anerkannten Prüfstelle erforderlich.

## 5. Zusammenfassung

Zahlreiche der vor 1964 in Feuchträumen eingebauten Spannbetonträgerdecken sind in schlechtem baulichen Zustand. Ein großer Anteil der durch zerstörungsfreie Prüfungen untersuchten in den Trägern eingelegten Spannbewehrung ist bereits gerissen, so daß Instandsetzungsmaßnahmen notwendig werden.

Im vorliegenden Bericht werden Untersuchungsergebnisse von durch schubfeste Klebeverbindungen verstärkten Trägern berichtet.

Neben der Überprüfung des Langzeitverhaltens von unter ungünstigen Klimabedingungen (30° C, 95% rel. F.) ausgelagerten verklebten Betonbalken wurden an Spannbetonträgern einer ehemaligen Viehstalldecke Bruchversuche durchgeführt. Dazu wurden die Fertigteilträger nach entsprechender Vorbehandlung durch Ankleben von Stahllamellen verstärkt.

Unter Zugrundelegung der Ergebnisse der durchgeführten Versuche wird vorgeschlagen, für die Verankerung von angeklebten Stahllamellen entsprechend dimensionierte Schrauben zu verwenden. Diese Schrauben müssen zur Vermeidung von Beschädigungen an der im Fertigteilträger oben liegenden Spannbewehrung schräg vorbei geführt und gemäß den Darstellungen in den Bildern 1 und 2 angeordnet werden.

Hinsichtlich der weiteren Anwendungsbedingungen enthält der Bericht Angaben zu den klimatischen Bedingungen während des Einbaues der Verstärkungen und während der Nutzung, sowie zum Korrosionsschutz und zum Brandschutz.

Literatur:

- [1] Derflinger, F., Müller, H.H.:  
Sanierung von korrosionsgeschädigten Spannbetondeckenträgern in Viehställen  
durch Klebarmierung (Teil I)  
Technische Universität München, Lehrstuhl Massivbau, Bericht Nr. 1000,  
Januar 1993
- [2] Rostásy, F.S., Ranisch, E.H.:  
Langzeitverhalten von Stahl-Betonverklebungen.  
Technische Universität Braunschweig, Februar 1988
- [3] Zulassungsbescheid "Schubfeste Klebeverbindung zwischen Stahlplatten und  
Stahlbetonbauteile oder Spannbetonbauteilen  
Fa. Dipl.-Ing. Laumer GmbH & Co., Bautechnik, Massing, und Laumer Bautechnik  
Ost GmbH, 2. Dez. 1992, Nr. Z-36.1-4

Summary  
of research work

**Strengthening of damaged pc girders in humid environment  
with glued steel plates as additional reinforcement.**

Prof. Dr.-Ing. H. Kupfer  
TU München

gefördert vom  
Deutschen Institut für Bautechnik (Az. IV 1-5-595/89)

Many of 40 years old pc girders in cattle stables in Bavaria show corrosion damage due to insufficient concrete cover. Nondestructive tests often indicated pc steel fractures. Rehabilitation of these girders is urgent.

Short girder specimens were glued together and were stored in humid environment, since in general the use of epoxy is not allowed under such conditions.

Full size pc girders were strengthened by glueing steel plates on the tension side after cutting the pc wires.

Fracture tests were performed on both types of specimens. The results showed that the used epoxy resin ensured durable connections of sufficient shear strength. The tests on girders proved an adequate ultimate load even if the pc steel was totally damaged. The steel plates could be glued on the brick cover of the girders, the plaster, however, had to be removed before glueing.

The end of the girder must be provided with a vertical anchor screw through the girder section to ensure a sufficient anchorage of the steel plate and to carry the shear force.

Résumé du recherche

## **Renforcement par encollage de plaques d'acier de poutres précontraintes endommagées en milieu humide**

Prof. Dr.-Ing. H. Kupfer  
TU München

avec le soutien du  
Deutsches Institut für Bautechnik (Az. IV 1-5-595/89)

Un endommagement par corrosion de poutres précontraintes est fréquemment observé dans les étales construites en Bavière après-guerre. Des tests non-destructeurs ont même prouvé la rupture de câbles de précontrainte, de sorte que la remise en état de ces poutres est nécessaire.

Des tests ont été menés pour étudier la faisabilité d'une rénovation de ces poutres par collage. Des petits échantillons de poutre précontrainte, d'une part, ont été collés ensemble à l'aide d'une résine époxy puis stockés en milieu humide. De réelles poutres précontraintes, d'autre part, ont été endommagées par découpe des câbles de précontrainte puis renforcés par encollage de plaques d'acier sur la partie en traction.

Des tests en rupture ont été menés sur les deux types d'échantillons. Les résultats montrent qu'une résine époxy permet de réaliser des raccords durables ayant une résistance au cisaillement suffisante, et cela même si les câbles de précontrainte sont très endommagés. Les tests ont également montré que les plaques d'acier peuvent être encollées à la maçonnerie après retrait du plâtre. Enfin, un ancrage vertical doit être introduit dans la section de la poutre afin d'assurer une bonne fixation des plaques mais aussi le transfert de la force de cisaillement.