

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

**Band:** 7 (1964)

**Artikel:** Versuche und Erfahrungen mit Stahl-Klebeverbindungen

**Autor:** Aurnhammer, G.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-7859>

#### **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:** 17.01.2026

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

## II c 4

### **Versuche und Erfahrungen mit Stahl-Klebeverbindungen**

*Tests and Experiences with the Connection of Steel with Adhesives*

*Essais et expériences sur des assemblages collés*

G. AURNHAMMER

Dipl.-Ing., Abteilungspräsident beim Bundesbahn-Zentralamt München

#### **1. Grund des Interesses am Kleben**

Alle bisher gebräuchlichen Verbindungsmittel des Stahlbaues schädigen die verbundenen Querschnitte, entweder durch Lochschwächung oder durch die Kerbwirkung des Schweißens. Beides kann, besonders bei Beanspruchung auf Dauerfestigkeit, eine empfindliche Schwächung bedeuten. Das Kleben hätte keine derartigen schädlichen Nebenwirkungen. Daher wuchs mit dem Aufkommen von Klebern höherer Festigkeit verständlicherweise der Wunsch, sie auch im Stahlbau zu verwenden.

Solange ihre Eigenschaften für die hohen Beanspruchungen in Kraftverbindungen des Stahlbaues nicht ausreichen, gilt es solche Anwendungsmöglichkeiten zu finden, bei denen die störende Wirkung anderer Verbindungsmittel besonders fühlbar ist, andererseits erhofft werden kann, daß eine Klebeverbindung den auftretenden Beanspruchungen genügt. Diese Voraussetzungen treffen in besonderem Maße für die unmittelbare Befestigung des Gleises auf dem Fahrbahn-Flachblech von Eisenbahnbrücken zu, wo das bisher übliche Aufschweißen der Schienenunterlagsbleche neben einer Herabsetzung der Dauerfestigkeit auch störende Höhenunterschiede bringt. Das Aufkleben dieser Bleche vermeidet beide Nachteile; durch Verwendung eines Klebemörtels größerer Dicke lassen sich sogar die im Flachblech schon vorhandenen Höhendifferenzen ausgleichen.

Die nachstehend beschriebenen Versuche sind daher besonders auf diese Anwendungsmöglichkeit ausgerichtet.

#### **2. Statische und Dauerfestigkeitsversuche mit geklebten Stahlverbindungen**

Die im Jahre 1957 vom Bundesbahn-Zentralamt München durchgeföhrten Versuche mit geklebten Stahlverbindungen sind als Vorversuche zu werten. Die ersten statischen Festigkeitsversuche (Zugversuche) wurden mit zwei-seitigen Laschenverbindungen der Formen nach Fig. 1 und Fig. 2 vorgenommen.

Der Werkstoff dieser Probekörper war Kesselblech I nach DIN 17 155

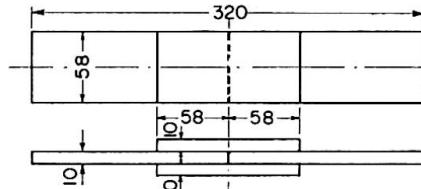


Fig. 1.

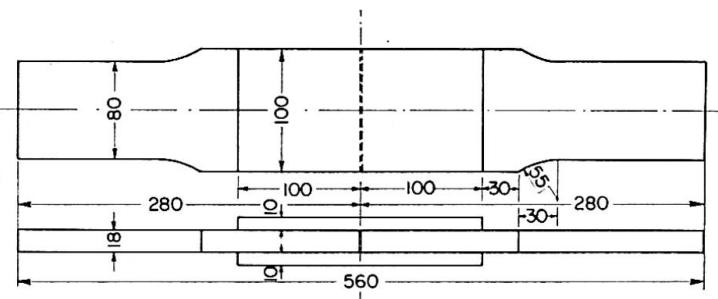


Fig. 2.

(35—40 kg/mm<sup>2</sup>). Die Berührungsflächen von je 6 Prüfstäben beider Formen wurden mit Stahlkies der Körnung 2—3 mm bei 5—6 atü gestrahlt, bis sie metallisch rein waren, dann mit einem kalthärtenden Polyesterharz verklebt.

Weitere 6 Prüfstäbe der Prüfform nach Fig. 1 wurden flammgestrahlt und mit einem kalthärtenden Äthoxylinharz verklebt.

Ein Teil der statischen Versuche wurde mit zentrischer, ein Teil mit gering exzentrischer Einspannung ausgeführt, letztere um den Einfluß von geringen Biegespannungen zu ermitteln.

Das Ergebnis der statischen Festigkeitsversuche ist der Tafel 1 zu entnehmen.

Die teilweise exzentrische Einspannung ließ keinen wesentlichen Einfluß erkennen. Die Zahl der Prüfkörper war allerdings zu gering, um hieraus endgültige Schlüsse ziehen zu können. Zum Vergleich wurden auch Zugschwellversuche, gleichfalls mit zweierlei Prüfstabformen, durchgeführt. Die Klebefläche der kleineren Form entsprach genau derjenigen nach Fig. 1. Für die größere Form wurden die Seitenlängen der Klebefläche auf 142×142 mm vergrößert, so daß sich eine Klebefläche  $F = 201,6 \text{ cm}^2$ , also das Doppelte der Klebefläche nach Fig. 2, ergab.

Werkstoff und Oberflächenbehandlung waren die gleichen wie bei den statischen Versuchen. Als Kleber wurde kalthärtendes Polyesterharz verwendet. Für Ursprungsfestigkeit (Unterlast = 0) wurden die in Fig. 3 und 4 dargestellten Wöhlerlinien ermittelt.

Bei einer Lastwechselzahl von  $2 \cdot 10^6$ , einer Zahl, die anscheinend auch bei Klebeverbindungen für die Angabe der Dauerfestigkeit ausreicht, lassen sich Scherfestigkeiten

bei den kleinen Probestäben mit  $F = 33,6 \text{ cm}^2$  von 51 bis 52 kp/cm<sup>2</sup>,  
bei den größeren Probestäben mit  $F = 201,6 \text{ cm}^2$  von 23 bis 24 kp/cm<sup>2</sup>  
angeben.

Der Festigkeitsabfall gegenüber statischer Belastung ist unverkennbar, ebenso der Abfall bei Vergrößerung der Klebelänge.

Diese Ergebnisse entsprechen noch nicht den Festigkeiten, die für tragende Verbindungen im Stahlbau erforderlich sind. Bestenfalls waren die Kleber für Heftverbindungen verwendbar. Die Weiterentwicklung der Kunstharzkleber wurde jedoch im Auge behalten.

Tafel 1

1 Klebefläche cm <sup>2</sup>	2 Stab-Nr.	3			4		
		Polyesterharz			Äthoxylinharz		
		Exzentrizität mm	Bruchlast kp	Scher-spannung kp/cm <sup>2</sup>	Exzentrizität mm	Bruchlast kp	Scher-spannung kp/cm <sup>2</sup>
33,6 nach Bild 1	1	0	9280	138	0	8700	129
	2	0	8400	125	0	9400	140
	3	0	8550	127	0	7100	106
	4	2	8950	133	0	7250	108
	5	4	8150	121	0	7300	109
	Mittelwert			125,7			118,0
100 nach Bild 2	1	0	23400	117			
	2	0	21700	108			
	3	0	21400	107			
	4	4	20500	102			
	5	4	21800	109			
	Mittelwert			105,5			

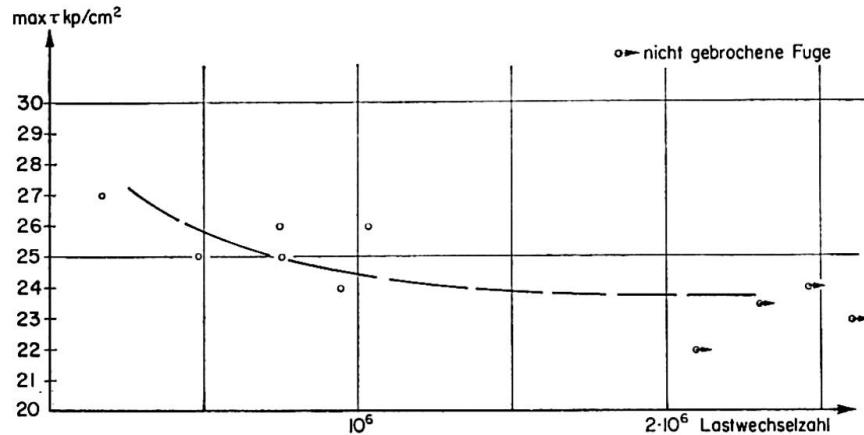


Fig. 3.

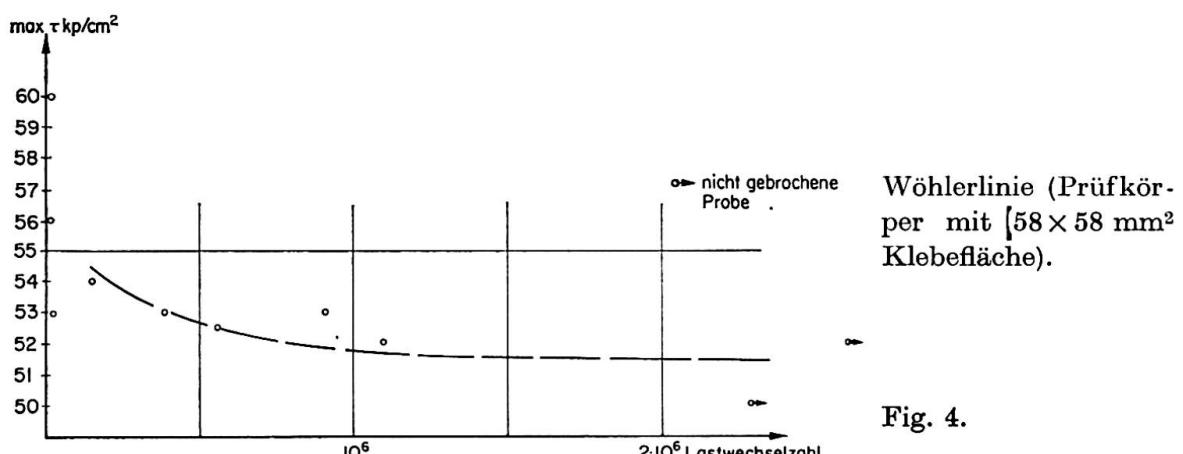


Fig. 4.

Eine praktische Anwendungsmöglichkeit für geklebte Stahlverbindungen sah die Deutsche Bundesbahn, aus den unter Abschnitt 1 angeführten Gründen, nach einer Verbesserung der Festigkeit der Kleber darin, die Unterlags- bzw. Ausgleichsplatten unmittelbarer Schienenbefestigungen auf mittragende Fahrbahnbleche stählerner Brücken anstatt zu schweißen, zu kleben.

Die Eignung der Klebetechnik für diesen Zweck war durch Versuche zu klären.

### 3. Statische und Dauerversuche mit auf stählerne Grundplatten aufgeklebten Schienenausgleichsplatten

Auch diese Versuche sind als Vorversuche zu werten.

Die Prüfkörper bestanden aus Grundplatten der Abmessungen  $600 \times 300 \times 20$  mm und auf sie aufgeklebten Ausgleichsblechen von  $440 \times 250$  mm Grundfläche mit aufgeschweißten Rippenspurplatten des normalen Eisenbahnoberbaus. Als Kleber wurden Epoxydharz und Polyesterharz (kalthärtend) verwendet. Die Berührungsflächen wurden vorher entfettet und mit Sand gestrahlt. Einige Probekörper wurden mit Kunstharzmörtel als keilförmige Ausgleichsplatten gefertigt. In diesem Fall wurde der Kunstharzkleber mit Quarzmehl, Kreide oder Glasfaser als Füllstoff angereichert. Bei einigen Proben wurden die elastischen Zwischenlagen in Form der üblichen Gummiplatten  $d = 15$  mm durch Stahlplatten ersetzt. Es sollte damit

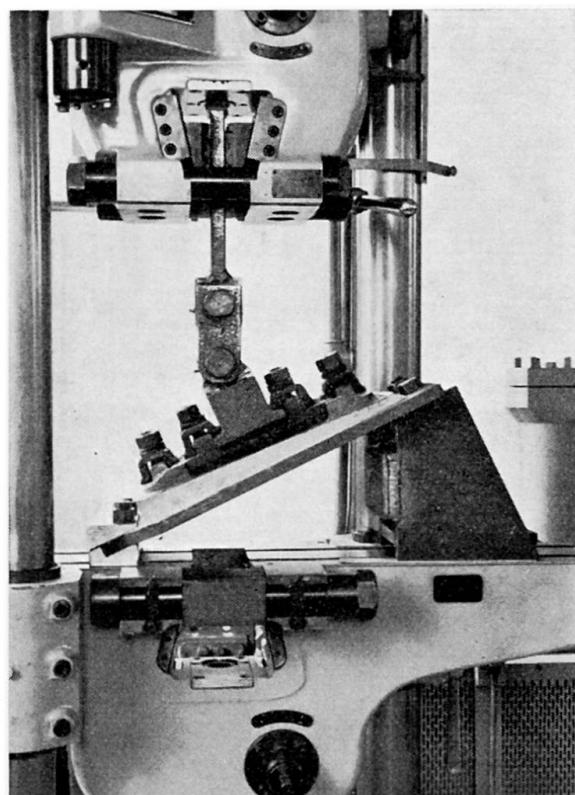


Fig. 5.

festgestellt werden, wie sich die Belastungen auswirken, wenn die Federung durch die Gummizwischenlage fehlt.

Die Versuchsanordnung ist aus Fig. 5 ersichtlich.

Die Grundplatten wurden  $26^\circ$  geneigt in den Pulsator eingespannt, um die Beanspruchung unter dem rollenden Rad nachzuahmen.

*Tafel 2*

1 Probe- Nr.	2 Kleber oder Klebemörtel	3 Zwischen- lage	4 Statische Belastung + 1,1 Mp - 7,6 Mp + 1,1 Mp	5 Frequenz n U/sec	6 Lastspiel- zahl N bei +1,1 Mp Oberlast und -7,6 Mp Unterlast	7 Be- fund
1	Polyester- harzkleber	15 mm Stahl	0	8,3	240 420	X
2	Epoxydharz- kleber	„	0	8,3	2 004 000	O
3	„	15 mm Gummi- platte	0	5—10	2 012 940	O
4	Polyester- harzkleber	„	0	25	10 000	X
5	„	„	0	25	40 000	X
6	„	„	0	10	10	X
7	„	„	0	10	350 000	X
8	Epoxydharz- kleber	„	0	10	67 000	X
9	„	„	0	10	72 000	X
10	Polyester- harzklebe- mörtel Füllstoff: Kreide 30% (Keilform)	15 mm Stahl- platte	0	5	1 980	X
11	„	15 mm Gummi- platte	0	25	5 000	X
12	Polyester- harzklebe- mörtel Füllstoff: Kreide 40%	„	0	10	2 100 000	X
13	„	„	0	10	2 700 000	X

Bezeichnung: O Probe nicht gebrochen.

X Probe gebrochen.

In der lotrechten Richtung wirkte auf die Schienenkopfmitte die zwischen 1,1 MP Zug und 7,6 MP Druck wechselnde Kraft, die sich rund im Verhältnis 2 : 1 in eine senkrechte und eine parallel zur Klebefuge wirkende Komponente zerlegte. Die dabei auftretende Scherbeanspruchung von 3 kp/cm<sup>2</sup> ist praktisch bedeutungslos. Maßgebend für die Dauerfestigkeit der Verbindung ist der Haftwiderstand gegen Abheben bei der Zugbeanspruchung.

Pulsiert wurde mit Lastspielfrequenzen von 5—25 U/sec.

Vor dem Dauerversuch wurden sämtliche Probestücke statisch belastet.

In der Tafel 2 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt. Von 27 Probekörpern fielen schon 4 bei der statischen Belastung aus. Nur in 4 Fällen wurde eine Lastspielzahl von  $2 \cdot 10^6$  erreicht (Taf. 2, Probe-Nr. 2, 3, 12, 13).

#### 4. Dauerversuche mit geklebten Schienenstützungen an praxisnahen Versuchskörpern

Die Ergebnisse des eben beschriebenen Vorversuchs ließen die praktische Brauchbarkeit geklebter Schienenstützungen für den Fall erhoffen, daß die entscheidende Abhebekraft in Wirklichkeit nicht die im Versuch angewendete Größe erreicht.

Bei der elastischen Nachgiebigkeit von Flachblechfahrbahnen durfte auch angenommen werden, daß tatsächlich der größte negative Auflagerdruck unter 1 MP bleiben würde. Für die Hauptversuche wurde daher ein Versuchs-

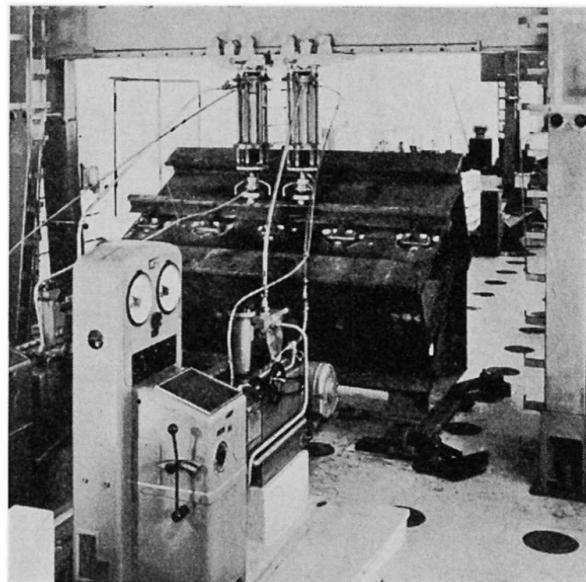
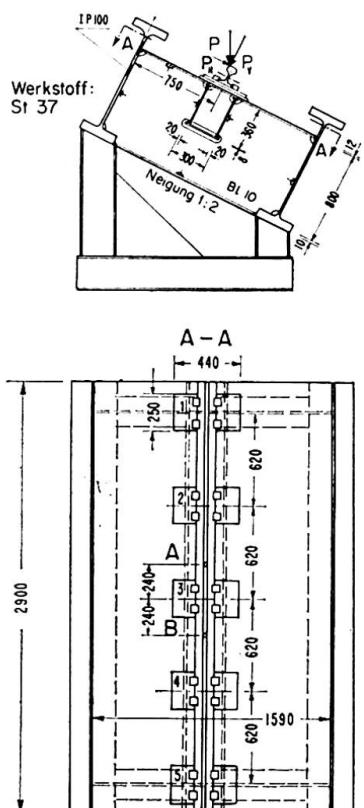


Fig. 7.

Fig. 6.

körper angefertigt, der einem Ausschnitt aus einer Flachblechfahrbahn samt Oberbau in natürlicher Größe entspricht. Die Versuchsanordnung zeigt Fig. 6.

Die zu klebenden Berührungsflächen wurden zuerst durch eine Vacublast-Anlage mit Stahlkies, Körnung 0,75 mm, gestrahlt. Dann wurden die Ausgleichsbleche mit  $440 \times 250$  mm Grundfläche mittels Epoxydharz bei einer Schichtdicke von 1—2 mm auf das Fahrbahnblech aufgeklebt.

### *Versuch 1*

Der Dauerversuch Nr. 1 wurde mit 2 Pulsatoren und 2 30-Mp-Kolben (Fig. 7) durchgeführt, die in 2 benachbarten Feldern auf die Schiene abwechselnd wirkten.

Diese beiden gleichartigen Pulsatoren wurden so miteinander gekoppelt, daß sie eine Phasenverschiebung von einer halben Umdrehung hatten, das heißt daß jeweils ein Kolben die Oberlast (16 Mp) erreichte, wenn der andere gerade an der Unterlast (3,3—4,2 Mp) war und umgekehrt. Die Größen der Ober- und Unterlast für diesen und die folgenden Versuche sind in Taf. 3 zusammengestellt.

Die angestrebte Nachahmung der Wirkung eines über die Schienenstützung rollenden Eisenbahnrads ließ sich bei diesem Versuch nicht ganz erreichen, da sich die Unterlast aus versuchstechnischen Gründen nicht unter den Wert 3,3 Mp senken ließ. Geringe negative Auflagerdrücke könnten daher höchstens in den äußersten Schienenstützungen auftreten. Besser nachgeahmt ist die Kippwirkung auf die mittlere und die benachbarten Schienenstützungen.

Die niedrigste Umdrehungszahl der Pulsatoren war 5,6 U/sec, so daß die Lasten einander im zeitlichen Abstand von 0,09 sec folgten. Dies entspricht bei 0,48 m Abstand zwischen den Lastangriffspunkten der Geschwindigkeit eines darüberrollenden Rades von  $\sim 20$  km/h.

Der Versuch wurde bei  $\sim 5,5 \cdot 10^6$  Lastwechseln abgebrochen, ohne daß an den Klebefugen des Probekörpers irgendwelche Schäden festgestellt werden konnten (Taf. 3, Versuchs-Nr. 1).

### *Versuch 2*

Um die Aufhebung etwaiger negativer Auflagerdrücke durch die zweite Last auszuschließen, wurde bei diesem Versuch mit nur einem 30-Mp-Kolben im Punkt B mit 16 Mp belastet. Der Versuch wurde bei  $3,4 \cdot 10^6$  Lastwechseln beendet, ohne daß Schäden am Probekörper aufgetreten waren (Taf. 3, Versuch 2).

### *Versuch 3*

Da bei den genannten Lasten keine Schäden an den Klebefugen aufgetreten waren, wurde unter Verwendung eines 60-Mp-Kolbens die Last verdoppelt. Sie griff nur im Punkt A an mit Oberlast 31,3 Mp und Unterlast 1,4 Mp

(Tafel 3, Versuch-Nr. 3). Dabei brach nach  $0,374 \cdot 10^6$  Lastwechseln die Schiene. Für die praktische Verwertung war es nicht nötig, den Versuch mit erneuerter Schiene fortzuführen, da sich die Klebung bereits als der weniger gefährdete Teil erwiesen hatte.

#### *Versuch 4*

Ein 4. Versuch mit Lastangriffspunkt über der Schienenbefestigung 3 brachte wegen der für die Klebefuge günstigen Belastung erwartungsgemäß bei insgesamt  $5,172 \cdot 10^6$  Lastwechseln keine Schäden an den Klebefugen, dagegen verschiedene Brüche an Stahlteilen.

#### *Versuche bei hohen und tiefen Temperaturen*

Um die Einwirkung hoher und tiefer Temperaturen auf die Klebung feststellen zu können, wurden noch 2 Versuche mit Laststellung wie bei Versuch 4 bei den praktisch vorkommenden extremen Temperaturen angefügt.

#### *Versuch 5*

Es wurden nach Aushärtung des Klebers durch Infrarotstrahler, die über und unter der Schienenbefestigung 3 angebracht waren, die Klebefugen auf  $+60^\circ\text{C}$  erwärmt. Es konnten bei  $+57^\circ$  bis  $+63^\circ\text{C}$   $2,066 \cdot 10^6$  Lastwechsel ohne Beschädigung der Klebefuge erreicht werden (Taf. 3, Versuch Nr. 5 und Fig. 8).

#### *Versuch 6*

Nach Aushärten des Klebers und nach dem Abdämmen des Probekörpers mittels Isoliermatten und Zeltplanen gegen die Außenluft wurde  $\text{CO}_2$ -Eis auf das Fahrbahnblech und in die Längsträger gelegt. Dadurch gelang es, die Temperaturen an der Klebefuge zwischen  $-22^\circ$  und  $-41^\circ\text{C}$  zu halten. Bei durchschnittlich  $-30^\circ\text{C}$  konnten  $2,075 \cdot 10^6$  Lastwechsel gefahren werden, ohne daß Schäden an der Klebemasse festgestellt werden konnten (Taf. 3,

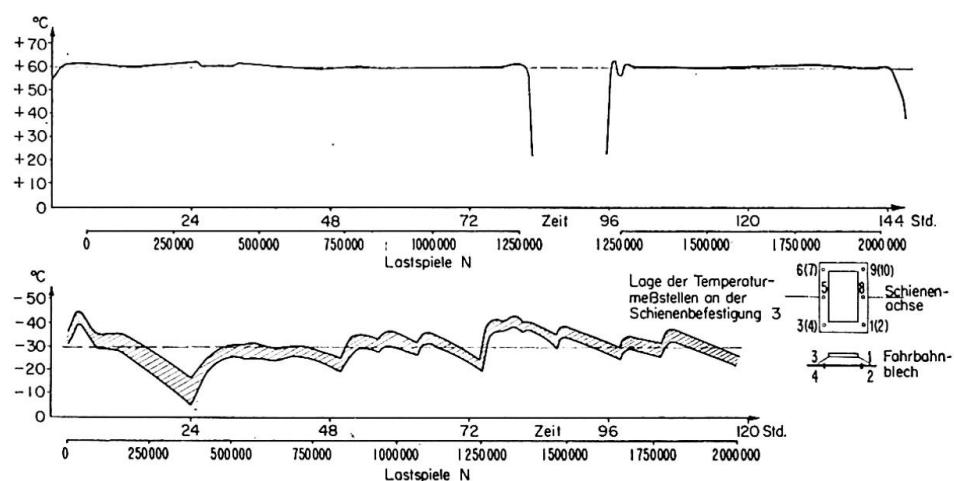


Fig. 8.

Versuch Nr. 6 und Fig. 8). Nach  $1,2 \cdot 10^6$  Lastwechseln brachen jedoch die Schiene und eine Klemmplatte direkt unter der Lasteinleitungsstelle.

### Versuch 7, Schlagversuch

Die Schienenstützung durch wiederholte Schläge mit einem Vorschlaghammer von der Klebefuge zu lösen, gelang nicht. Dagegen gelang dies mit Schlägen auf einen an einer Ecke der Unterlagsplatte angesetzten Meißel.

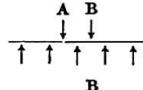
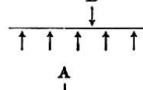
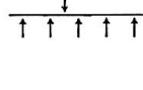
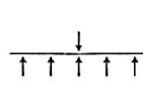
### Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Es wurden bei normalen Raumtemperaturen bei verschiedenen hohen Belastungen insgesamt  $14,433 \cdot 10^6$  Lastwechsel und bei  $+60^\circ\text{C}$  und  $-30^\circ\text{C}$  weitere  $4,627 \cdot 10^6$  Lastwechsel gefahren, ohne daß sichtbare Schäden an den Klebefugen festgestellt werden konnten.

Die Durchbiegungen des Fahrbahnbleches betragen bis zu 0,9 mm.

Die Versuche wurden ebenso wie die in Abschnitt 5 und 6 besprochenen beim Otto-Graf-Institut der Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführt.

Tafel 3. Ergebnisse der Dauerversuche mit geklebten Schienenbefestigungen

1 Ver- suchs- Nr.	2 Lastanord- nung	3 Temperatur $^\circ\text{C}$	4	5	6	7	8
			Belastung		Anzahl der Last- wechsel $N$	Fre- quenz $f$ U/sec	Be- fund
			Ober- last $P_0$ Mp	Unter- last $P_u$ Mp			
1		Raumtemp. $+16,5$ bis $+21,0$	16,0	3,3 bis 4,2	$5,472 \cdot 10^6$	5,6	
2		Raumtemp. $+16,0$ bis $+18,0$	16,0	5,9 bis 6,2	$3,415 \cdot 10^6$	5,6	
3		Raumtemp. $+17,0$ bis $+19,5$	31,3	1,4	$0,374 \cdot 10^6$	3	
4		Raumtemp. $+19,0$ bis $+21,0$	31,3	1,4	$4,294 \cdot 10^6$	3	
5		$+57,0$ bis $+63,0$	21,0	1,0	$4,915 \cdot 10^6$	5	
6		$-10,0$ bis $-45,0$	21,0	1,0	$5,172 \cdot 10^6$ $2,066 \cdot 10^6$ $2,075 \cdot 10^6$	5	

### 5. Dauerversuche von mit Kunstharzmörtel geklebten Schienenstützungen

Mit dem gleichen Prüfkörper nach Fig. 6 wurden auch einige Dauerversuche mit Kunstharzmörtel, als Ausgleichsschicht ( $d = 30$  mm) zwischen den Schienenunterlagsplatten und dem Fahrbahnblech, durchgeführt.

Die Vorbehandlung der Berührungsflächen erfolgte in gleicher Weise wie bei den bereits beschriebenen Versuchen durch Strahlen mit Stahlkies, Körnung 0,75 mm. Dann wurde Epoxydharz mit Pinsel dünn auf die Kontaktflächen aufgetragen und der Klebemörtel — eine Mischung aus Epoxydharz und Quarz der Körnungen 0 bis 0,2 und 2 mm, im Verhältnis 1 : 4 — zähflüssig eingebracht. Die freien Mörtelränder wurden durch einen Anstrich mit einer Chlor-Kautschukmasse gegen Eindringen von Feuchtigkeit geschützt. Die Aushärtezeit betrug 6—8 Tage.

Die bisherigen Versuche beschränken sich auf die Lasteintragung über der Schienenstützung 3. Versuche mit ungünstigerer Laststellung stehen noch aus.

### *Versuch 1*

Bei Raumtemperaturen von im Mittel  $+16^{\circ}\text{C}$  wurden (siehe Taf. 4, Versuch Nr. 1)  $10,861 \cdot 10^6$  Lastwechsel erreicht, ohne daß der Klebemörtel eine Beschädigung erkennen ließ, während bei  $2 \cdot 10^6$  Lastwechseln die Schiene unter der Lastüberleitungsstelle 3 vom Schienenfuß aus und nach  $4 \cdot 10^6$  Lastwechseln die darunterliegende Rippenplatte brach. Außerdem mußten die Gummiplatten öfter ausgewechselt werden.

### *Versuch 2*

Die Versuchseinrichtung war die gleiche wie beim Wärmeversuch mit unvermischem Kleber. Bei  $+58^{\circ}$  bis  $+63^{\circ}\text{C}$  wurden  $2,515 \cdot 10^6$  Lastwechsel gefahren (Taf. 4, Versuch 2 und Fig. 9). Es war danach keine Veränderung an den Keilplatten aus Klebemörtel zu bemerken. Nach  $1,5 \cdot 10^6$  Lastwechseln trat ein Riß im Schienenkopf auf.

### *Versuch 3*

Auch hier war die Versuchsdurchführung die gleiche wie beim Kälteversuch mit reinem Kleber. Bei den von  $-20^{\circ}$  bis  $-41^{\circ}\text{C}$  durchgeführten Versuchen mit  $2,317 \cdot 10^6$  Lastwechseln wurden keine Schadensmerkmale an den Klebemörtelplatten festgestellt (Taf. 4, Versuch 3 und Fig. 9). Es traten hier jedoch wieder Beschädigungen anderer Teile auf.

Insgesamt wurden bei den 3 Versuchen mit dem gleichen Prüfkörper mit Kunstharzmörtelklebung  $15,7 \cdot 10^6$  Lastwechsel erreicht, ohne daß Veränderungen an den Klebemörtelplatten festgestellt werden konnten.

### *Versuch 4, Schlagversuch*

Durch kräftige Schläge mit einem schweren Hammer konnte der Klebemörtel nicht von den Stahlflächen gelöst bzw. auseinander gesprengt werden.

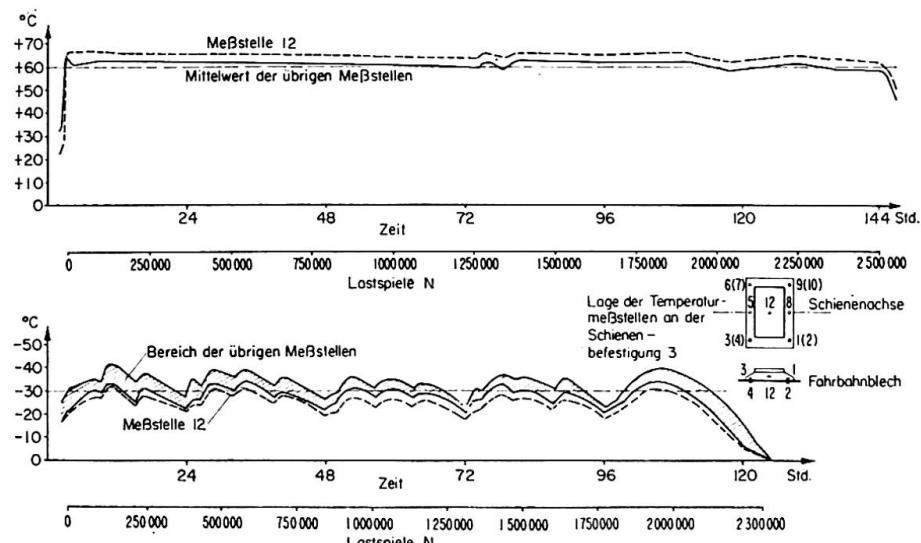


Fig. 9.

Tafel 4. Ergebnis der Dauerversuche mit Klebemörtel-Keilplatten

1	2	3	4	5	6	7	8
Ver- suchs- Nr.	Last- anordnung	Temperatur ° C	Ober- last $P_0$ Mp	Unter- last $P_u$ Mp	Last- wechsel N	Fre- quenz $f$ U/sec	Befund
1	↑↑↑↑↑↑	Raumtemp. + 11 bis + 21	21	1	$10,861 \cdot 10^6$	5	keine Schäden an Klebemör- telfugen
		+ 58 bis + 63 Meßstelle 12: 63 bis 67	21	1	$2,515 \cdot 10^6$	5	„
		- 20 bis - 41 Meßstelle 12: - 18 bis - 32	21	1	$2,317 \cdot 10^6$	5	„

## 6. Einfluß der Aushärtedauer und der während des Aushärtens herrschenden Temperaturen

Die Klebungen aller bisher behandelten Versuchskörper konnten bei Raumtemperatur genügend lange aushärten.

Aus der Praxis ergab sich die Notwendigkeit, zu prüfen, welchen Einfluß kürzere Aushärtezeiten und ungünstigere Aushärtetemperaturen haben. Deshalb wurden Versuche durchgeführt, um die Scherfestigkeiten von Klebe- und Klebemörtelfugen, die bei Lufttemperaturen von 3°, 6°, 10°, 15° bzw. 20° aushärteten, jeweils festzustellen. Verwendet wurde Epoxydharzkleber

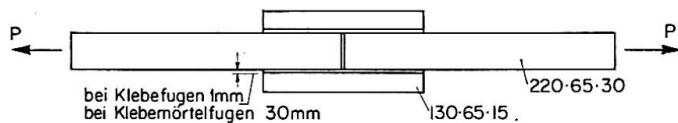


Fig. 10.

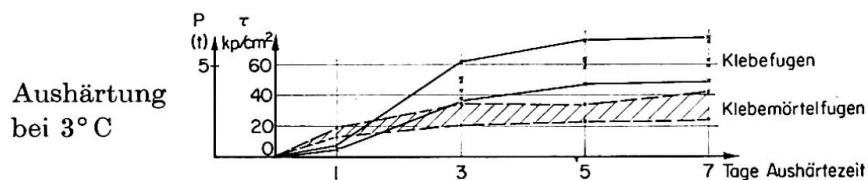


Fig. 11.

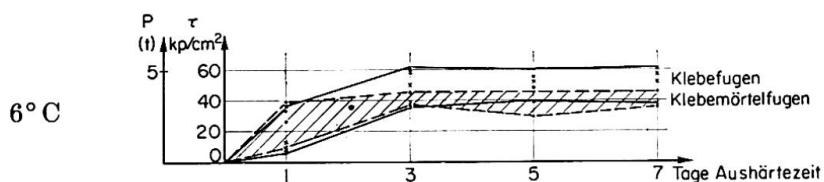


Fig. 12.

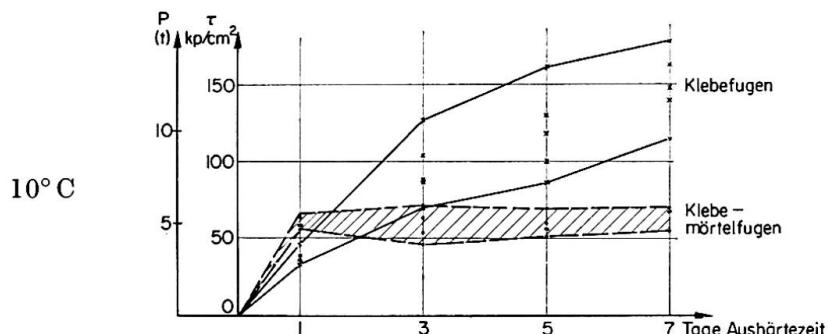


Fig. 13.

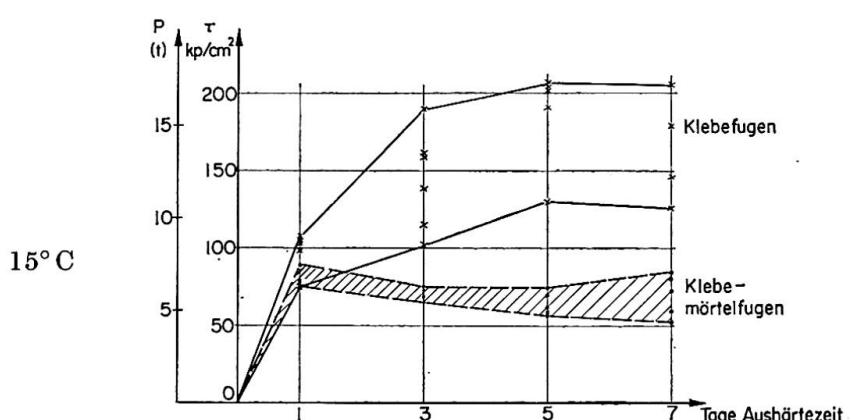


Fig. 14.

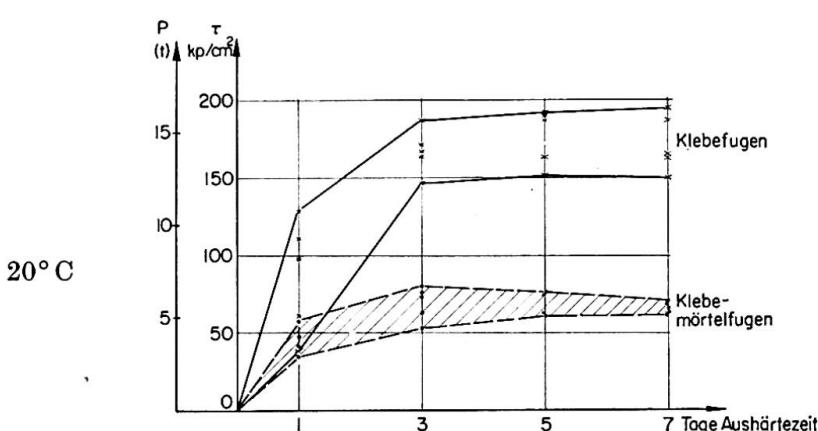


Fig. 15.

und Epoxydharzmörtel mit Quarz. Die Form der Prüfkörper aus St 37 ist der Fig. 10 zu entnehmen. Von den insgesamt 200 Probekörpern standen je 5 für die verschiedenen Prüfungen zur Verfügung.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind den Darstellungen in den Fig. 11—15 und der Taf. 5 zu entnehmen.

Tafel 5

Aushärte- temp. °C	Kunstharzkleber (Epoxydharz)		Kunstharzmörtel (Epoxydharz + Quarz)	
	Max. Scherfestig- keit (im Mittel) $\tau$ kp/cm <sup>2</sup>	bei einer Aus- härtezeit in Tagen	Max. Scherfestig- keit (im Mittel) $\tau$ kp/cm <sup>2</sup>	bei einer Aus- härtezeit in Tagen
3	60	7	30	7
6	50	7	40	3
10	150	7	60	1
15	180	5	80	1
20	180	5	70	3

Diese Ergebnisse enthalten zweifellos viele Zufälligkeiten, die bei einer größeren Zahl von Versuchskörpern verschwinden würden. Keiner der in Taf. 5 gebildeten Mittelwerte kann daher strenge Gültigkeit beanspruchen. Erst recht gilt dies für die Anzahl der Tage, in denen die Höchstfestigkeit erreicht war. Immerhin lassen die Darstellungen folgendes erkennen:

In dem untersuchten Temperaturbereich bis zur Raumtemperatur steigt die erreichte Scherfestigkeit mit steigender Lufttemperatur, in der die Erhärting vor sich gehen konnte, an. Die Wirkung niedriger Temperaturen wird innerhalb der Beobachtungszeit nicht durch zunehmendes Alter der Kleber- oder Mörtelschichten ausgeglichen. Die Tragkraft der Stoßverbindung mit 30 mm dicker Mörtelfuge erreicht nur rund 50% derjenigen mit dünner Klebefuge. Dabei ist bei der Mörtelfuge die Umrechnung der Tragkraft in Scherfestigkeit nur eine grobe Vereinfachung, da es sich in Wirklichkeit nicht nur um Scherbeanspruchung handelt.

## 7. Erfahrungen mit geklebten Schienenstützungen auf Fahrbahnen ausgeführter Stahlbrücken

Zu gleicher Zeit wurden auf mittragende stählerne Fahrbahnen einiger im Betrieb befindlicher Eisenbahnbrücken versuchsweise Schienenstützungen mit Kunstharz- bzw. Kunstharzmörtel geklebt, um deren Verhalten unter dem Zugbetrieb zu beobachten. In allen Fällen wurden noch Sicherungen getroffen, um die Spurhaltung und sichere Gleislage auch dann noch zu ge-

währleisten, wenn die Klebung an einer oder mehreren Schienenstützungen versagen würde.

Am besten kann die Bewährung der aufgeklebten Schienenstützungen an dem Überbau über eine Straßenunterführung beobachtet werden. Bei einer Stützweite von 32 m wurden auf einer Strecke von 20 m Länge sämtliche Stützungen unter beiden Schienen aufgeklebt. Alle zur Sicherung gegen Horizontalverschiebungen und Abheben zusätzlich aufgeschweißten Nocken usw. haben soviel Spiel, daß die Klebung die Lasten allein zu tragen hat. Sie treten erst nach Versagen der Klebung in Wirksamkeit. Von 75 geklebten Schienenstützungen wurden  $\frac{1}{3}$  mit Epoxydharz und  $\frac{2}{3}$  mit Polyesterharz geklebt.

An einem anderen Überbau, der über 10 m + 38 m + 10 m durchläuft, wurden je in Widerlagernähe, über den Stützen und in Feldmitte der Hauptöffnung jeweils unter nur *einer* Schiene bis zu 7 hintereinander liegende Schienenstützungen aufgeklebt. Die Sicherung besteht darin, daß die gegenüberliegenden Stützungen unter der anderen Schiene aufgeschweißt sind und die beiden Schienen im Bereich der geklebten Unterstützungen durch ein Winkelprofil zur Sicherung der Spurhaltung verbunden sind. Als Kleber wurde Epoxydharz verwendet.

Bei einer dritten Brücke mit  $3 \times 45$  m Stützweite wurde jede zweite Schienenunterlagsplatte mit Epoxydharz aufgeklebt.

Die anderen Schienenstützungen sind aufgeschweißt. Dabei wurde auf weitere Sicherungen der geklebten Schienenstützungen verzichtet. Da die Ausführung in die Wintermonate fiel, wurden die Klebearbeiten unter einem Zelt ausgeführt. Durch Infrarotstrahler wurde die Stahltemperatur während des Klebens auf rund  $+50^\circ\text{C}$  gebracht.

Kurz erwähnt werden soll, daß bei einer Rheinbrücke zwischen das Fahrbahnflachblech und die Schienenunterlagsplatten jeweils eine Ausgleichsschicht aus Kunstharmörtel angebracht wurde, um die Höhendifferenzen auszugleichen. Die Klebewirkung dieser Mörtelschicht wird aber kaum beansprucht, da die Schienenunterlagsplatten mit dem Flachblech verschraubt sind.

Sämtliche geklebten Schienenstützungen haben im Betrieb bereits eine Liegezeit von 1—2 Jahren hinter sich, ohne daß irgendwelche Schäden an den Klebungen aufgetreten wären. Die Ränder der Klebefugen bei allen geklebten Verbindungen haben einen Schutzanstrich gegen Einwirkungen von Feuchtigkeit und anderen Einflüssen erhalten.

### Zusammenfassung

Es wird über Versuche der Deutschen Bundesbahn an einer Reihe von Versuchskörpern und über praktische Erfahrungen mit aufgeklebten Schienenstützungen berichtet. Frühere Vorversuche deuten an, daß die Scher-

festigkeit je Flächeneinheit geklebter Stahlverbindungen mit zunehmender Klebelänge abnimmt und daß die Dauerfestigkeit, besonders bei größeren Flächen, erheblich hinter derjenigen bei ruhender Belastung zurückbleibt. Umfangreiche Versuche, die die Beanspruchung aufgeklebter Schienestützungen unter dem befahrenen Gleis nachahmen, haben die Zuverlässigkeit des Aufklebens bei Verwendung geeigneter Kunstharzkleber und Einhaltung gewisser Voraussetzungen ergeben. Auch die versuchsweise praktische Erprobung dieser Gleisbefestigung auf den Flachblechen stählerner Brücken hat während einiger Jahre keine Mängel gezeigt. Andere Versuche zeigten, daß die erreichbaren Scherfestigkeiten absinken, wenn das Aushärten bei Temperaturen wenig über 0°C stattfinden muß.

### Summary

This report deals with tests, which were carried out by the D.B. on a number of test specimens and refers also to practical experiences, which were gained with adhesive track supports. Earlier preliminary tests indicated that the shear strength per unit area of adhesive steel connections decreases with increase of bonding length and that the fatigue strength — particularly with larger areas — is considerably less than the strength under static load. Extensive tests, which imitated the stress on adhesive track supports under the loaded track, proved the reliability of adhesive connections, if the proper synthetic resin adhesives are used and if certain requirements are adhered to. The practical testing of such adhesive track supports on steel bridges also showed no defects over several years. Other tests showed, that the obtainable shear strength decreases under hardening at temperatures, but little in excess of 0°C.

### Résumé

L'auteur décrit des essais effectués par la D.B. sur différentes éprouvettes ainsi que les expériences faites avec des fixations de voie collées directement sur un platelage métallique. Des essais préliminaires indiquent que, dans les assemblages en acier réalisés par collage, la résistance au cisaillement diminue par unité de surface quand la longueur de l'assemblage augmente. En outre la résistance à la fatigue, particulièrement s'il s'agit d'assez grandes surfaces, est notablement inférieure à la résistance statique. De nombreux essais, simulant la sollicitation des assemblages soumis à une charge roulante, ont montré que le collage donne des résultats satisfaisants lorsque l'on utilise une résine synthétique convenable, en observant exactement des conditions déterminées. En pratique, on a essayé ces fixations de voie collées sur des platelages métalliques; aucun défaut n'a été constaté au cours de quelques années. D'autres essais ont montré que les résistances au cisaillement diminuent lorsque les couches collantes doivent durcir à des températures peu supérieures à 0°C.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide