

Der wasserdichte elastische Fahrbahnübergang

Autor(en): **Rott, O.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **7 (1964)**

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7913>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Vla 4

Der wasserdichte elastische Fahrbahnübergang

A Waterproof, Elastic Covering Joint for Roads

Le joint de chaussée élastique et étanche

O. ROTT

Dipl.-Ing., VE Projektierungsbetrieb für Autobahnen, Berlin, DDR

1. Vorgeschichte

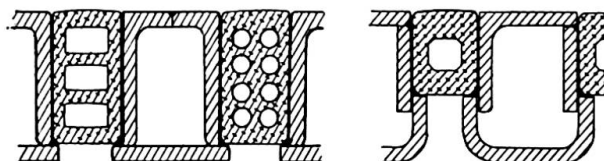
1.1. Herkömmliche Übergänge und deren Nachteile

Die bisher verwendeten beweglichen Fahrbahnübergänge sind entweder ausschließlich aus Stahl gefertigt oder — wie in letzter Zeit — Stahlkonstruktionen, zwischen deren Teile elastische Stoffe eingebaut sind. Alle bisher bekannten rein stählernen Übergänge, wie Gleitblech-, Finger- oder gegliederte Auszüge bedürfen einer besonderen Entwässerung und einer sorgfältigen Wartung, da Fall- oder Streugut die Übergänge verlegen. Während der Frostzeit neigen sie alle, so sie durchnäßt oder von Schneematsch versetzt sind, zur Vereisung oder Verklemmung. Bei Gleitblechauszügen kommt die Erschütterung der Fahrzeuge hinzu. In den letzten Jahren sind Gliederketten mit eingebauten elastischen Gelenken und sandwichartige Stahl-Elast-Konstruktionen entworfen und angewendet worden; diese zu beurteilen erscheint verfrüht.

1.2. Nutzbarmachen der Elaste für Fahrbahnübergänge

Die Bemühungen des Berichterstatters, einen Übergang zu entwickeln, der die aufgezeigten Mängel nicht hat, führten in den Jahren 1956/57 zu Entwürfen von Übergangskonstruktionen aus Gummi und Stahl. Die ersten Entwürfe in dieser Richtung sahen vor, einen Elast zwischen tragende Stahlteile einzubauen und so ein Fugenelement zu bekommen, das in Richtung der Brücke leicht verformbar und für die Verkehrslasten infolge der Stahllamellen auch hinreichend tragfähig und wasserdicht sein sollte. Fig. 1. Dieser Entwurf stieß aber auf Schwierigkeiten, da der Verklebung von Gummi und Stahl zu wenig

Fig. 1. Elasthohlleisten zwischen tragenden Stahllamellen.



Vertrauen entgegengebracht wurde und die Verklebung nur bei Verwendung des Überganges im Druckbereich hinreichend beständig ist. So verblieb die Vulkanisation als dauerhafte, verlässliche und korrosionsbeständige Verbindung zwischen dem Metall und dem Elast, die sowohl auf Druck als auch Zug oder Schub sehr lange Zeit beansprucht werden kann, ohne daß dabei die Wasserdichtheit leidet. Dieser Konstruktionsgedanke erforderte eine neue Gestaltung der Übergangsteile — Fugenteile —, um die Preßwerkzeuge — Heizformen — in einer einfachen und leicht zu handhabenden Ausführung zu erhalten.

2. Entwicklung des Überganges

Nach der Größe des Bewegungsspieles gibt es eine große Anzahl kleiner Brücken mit einem Spiel bis ± 10 mm; der Fahrbahnübergang für diese Brücken soll aus *einem* Element bestehen. Für Brücken mit einem Dilatationsspiel bis ± 30 mm mögen Doppel- oder Dreifachelemente dienen. Alle übrigen Brücken mit einem Spiel über ± 30 mm — die verhältnismäßig selten sind — erhalten zusammengesetzte Übergänge.

2.1. Der Erfindungsgedanke — die Verbundkonstruktion

Der Abstand der Stahlwangen in den Fugenteilen ist wesentlich größer gewählt worden als bei der sandwichartigen Konstruktion üblich ist. Der Hohlraum im Elast — im Gummi — blieb aus Fertigungsgründen nach unten offen und der Gummiteil erhielt zur Verstärkung und Erhöhung der Tragfähigkeit für vertikale Lasten eine Stahlblecheinlage. So entstand eine *Gummi-Metall-Feder*. Der Elast trägt durch die Vulkanisation *im Verbund* mit den Stahlteilen. Hier werden erstmalig Gummimetallfedern für die Übergänge im Brückenbau verwendet. Der Übergang ist *wasserdicht* und die Oberfläche der Fahrbahn *ohne Unterbrechung*. Dieser neuartige Übergang zeigt bei hoher Verkehrsbelastung eine sehr geringe Verformung; er nimmt die Bewegung aus dem Temperaturspiel ohne erheblichen Widerstand auf. In Fig. 2 ist der Querschnitt dieses Überganges dargestellt. Zwischen den beiden Stahlwangen (a) liegt die Gummi-Metall-Feder; sie besteht aus einem Gummiteil (b), in den eine Blechschale (c) eingebettet ist. Sowohl die Stahlwange als auch die Blechschale sind mit dem Gummi durch Vulkanisation fest verbunden. Die Blechschalen sind nach der quadratischen Parabel gebogen. Der Gedanke, die Parabel im Scheitel etwas auszuweiten, etwa nach $y = Cx^{2,3}$ oder $y = Cx^{2,4}$, ist nicht weiter verfolgt worden, da die gewonnene Federkennlinie ausreichte.

Bei schiefen Brücken zerlegt sich nach Fig. 3 die Bewegung aus der Dilatation (d) in eine Bewegung senkrecht zum Übergang (a) und in Richtung des Überganges (v). Durch letztere Bewegung entsteht eine leichte Verzerrung des Elementes. Damit die Blechschale dieser Verzerrung nachkommen kann, erhält

sie seitliche Einschnitte. Zur besseren Verankerung im Gummi kann der Rand des Einschnittes gebördelt werden.

2.2. Aufbau der drei Elemente des Überganges

Die Fahrbahnübergänge sind 135 mm, die Gehbahnübergänge 75 mm hoch; beide sind über dem Gummiteil 120 mm breit. Die Stahlwangen sind geschweißt oder aus Profilstahl gefertigt. Außenseitig sind kleine Steifen angeschweißt (vgl. Fig. 2). Die Länge der Übergangsteile sind von den Fertigungsmöglich-

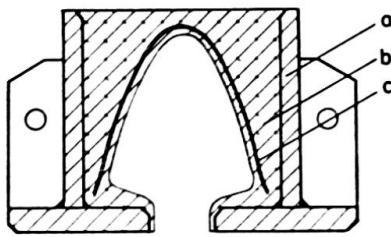


Fig. 2. Aufbau der Gummimetallfeder.

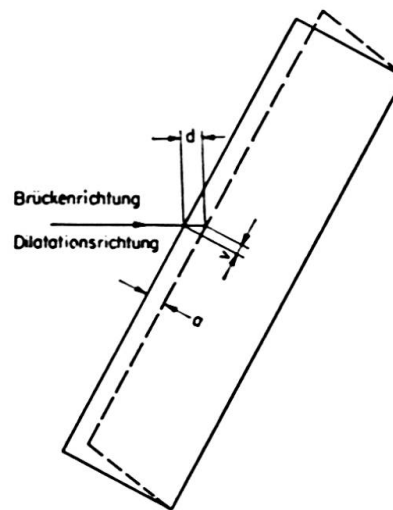


Fig. 3. Beanspruchung schiefer elastischer Übergänge.

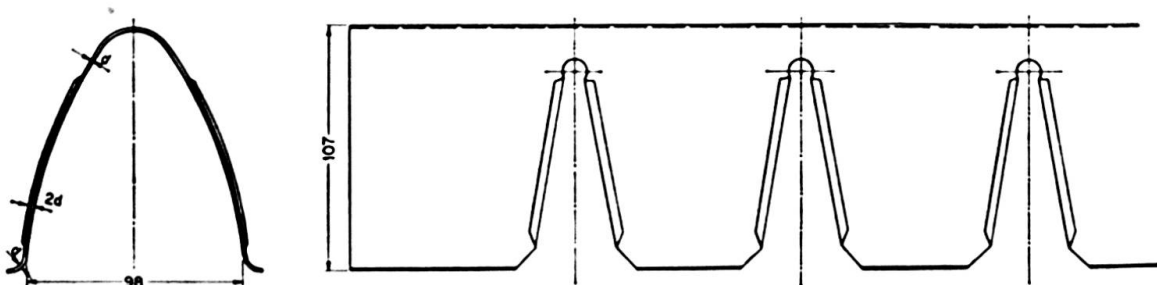


Fig. 4. Form der Blecheinlage für schiefe elastische Übergänge.

keiten des Gummiwerkes abhängig. Bisher sind diese nur in der Nennlänge von 1250 mm hergestellt worden. Die Blechschalen sind in Fahrbahnelementen 1,25 mm und in Geh- und Radbahnelementen 0,8 mm dick. Die Schlitzte sind, wie Fig. 5 zeigt, im Schenkel der Blechschale in etwa 150 bis 200 mm Abstand gegenüberstehend vorzusehen.

Die Verbindung der Fahrbahnelemente mit den Rad- oder Gehbahnelementen stellt ein Schrammbordelement her. Es hat im Gummiteil eine Breite von 144 mm. Seine Wangen greifen über die Wangen des Fahrbahnelementes, mit dem sie verschraubt werden, seine Länge beträgt 250 mm. Das Schrammbordelement ist eine Sonderanfertigung; es wird nach dem Kreuzungswinkel

und der Schrammbordhöhe hergestellt; seine seitlichen Schlaufen umschließen den Schrammbordstein. Fig. 6. Der Gummikörper erhält keine Blechschale, dafür aber mehrere Aussparungen, um eine leichtere Verformbarkeit zu haben.

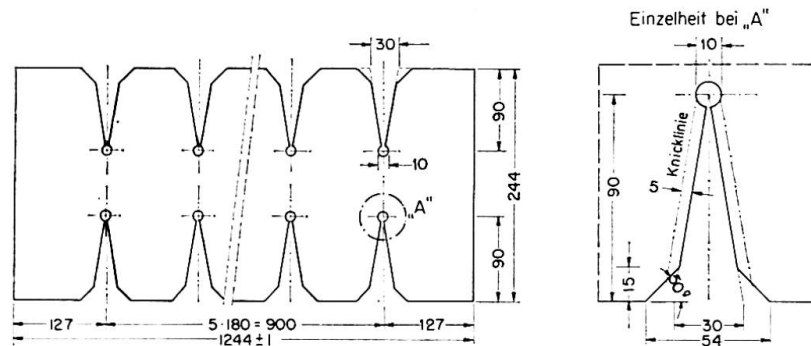


Fig. 5. Zuschnitt der Blecheinlage für schiefe elastische Übergänge.

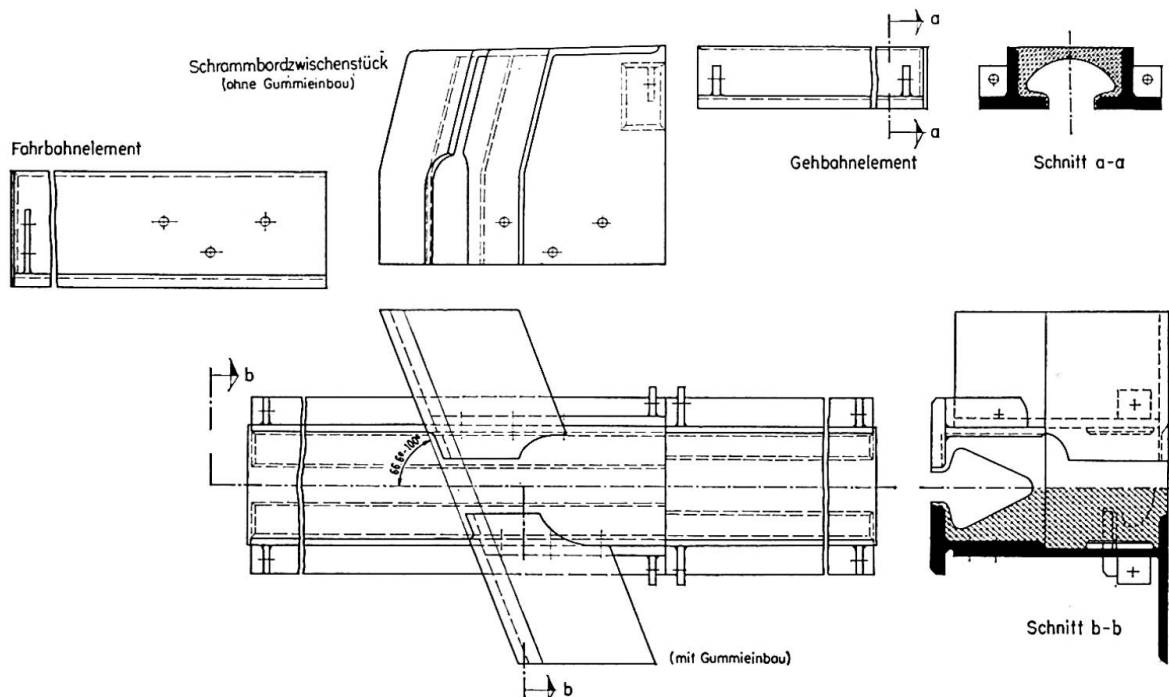


Fig. 6. Das Schrammbordzwischenstück.

Die Stoßfuge zwischen den Elementen ist mit einer Dichtungsscheibe aus weichem Gummi, die eingeklebt wird, zu dichten; die Elemente sind hierauf zusammenzuschrauben. Als Kleber wird ein Karosseriekleber verwendet.

Die Wangenteile der Elemente sind aus unlegiertem, normalberuhigtem Baustahl mit einer Zugfestigkeit von 38 kp/mm² anzufertigen. Für die Blecheinlage genügt ein Feinblech aus unlegiertem Baustahl mit der gleichen Zugfestigkeit.

Der elastische Stoff der drei Elemente ist Neoprene oder Buna. Die physikalischen Werte des vorwiegend verwendeten Buna-Gummis sind:

		Fahr- u. Geh- bahnelemente	Schrammbordelemente Dichtungsscheiben
Reißfestigkeit	kp/cm ²	110	100
Bruchdehnung	%	220	400
bleibende Dehnung	%	10	28
Shorehärte	°	70 ± 4	60 ± 4
Rückprallelastizität	%	35	30
Kerbzähigkeit	kp/cm ²	15	15
Kältebeständigkeit:			
Gefrierpunkt	°C	-55	-55
Grenze, bei der der Gummi noch arbeitet	°C	-30	-40

Die mehrteiligen Fahr- oder Gehbahnelemente erhalten symmetrische Mittelwangen. Sie können als zwei- oder dreiteilige Elemente gefertigt werden. Den Querschnitt eines dreiteiligen Elementes zeigt Fig. 7. Die zugehörigen Schrammbordelemente sind in gleicher Art gebaut; sie erhalten ebenfalls Mittelwangen.

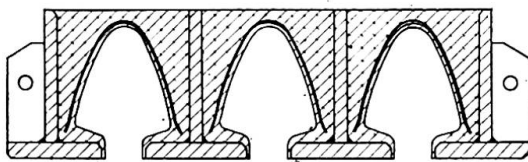


Fig. 7. Querschnitt eines dreiteiligen Elementes.

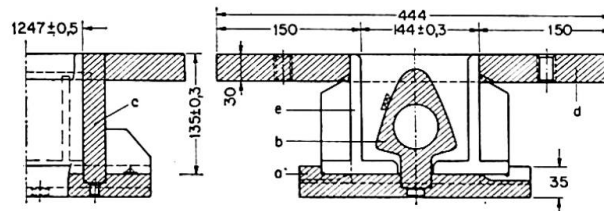


Fig. 8. Preßwerkzeug — Heizform — für Fahrbahnelemente.

3. Die Preßwerkzeuge und die Herstellung der Elemente

Die drei Elemente für die Fahrbahn, die Gehbahn und den Schrammbord werden in besonderen Vulkanisationsformen — Preßwerkzeugen — gefertigt. Das Preßwerkzeug für einfache Fahrbahnelemente zeigt Fig. 8. Es besteht aus einer Grundplatte (a), dem Kern (b), den beiden Stirnblechen (c) und dem Rahmen (d). Die Längsseiten des Vulkanisationsraumes bilden die Wangenteile, die Bestandteile des Fahrbahnelementes sind. Die Vulkanisation erfolgt bei ungefähr 150°C und 30 atü in der beheizten Presse. Die Vulkanisationsform für das Gehbahnelement ist ähnlich gebaut. Die Form für das Schrammbordelement ist nicht so einfach wie die beiden soeben beschriebenen Formen, da in dieser Form ein Gummimetallteil hergestellt wird, der nach dem Kreuzungswinkel und der Schrammbordhöhe veränderlich ist. Zu dieser Form gehören einige auswechselbare Teile.

4. Laboratoriumsversuche

Es wurden 500 mm lange Versuchsstücke mit verschiedenen dicken Einagsblechen, und zwar 0,8 mm, 1,0 mm, 1,25 mm und 1,5 mm hergestellt und glei-

chen Prüfungen unterworfen. Zunächst erfuhren die Versuchsstücke auf der 20-t-Amslermaschine vertikale und horizontale statische und dann in gleicher Art am 10-t-Zug- bzw. Druckpulser dynamische Beanspruchungen. Bei den statischen Versuchen ist auch die Hysteresis der Gummistahlkonstruktion beobachtet worden. Die vertikale Belastung des Probestückes geschah sowohl in der Nullstellung als auch in den Extremstellungen, wobei das Probestück vorher 10 mm zusammengedrückt oder 10 mm auseinandergezogen wurde. Durch Belastungsproben an unterkühlten (-30°C) sowie stark erwärmten Probestücken ($+40^{\circ}\text{C}$) erfuhren diese Versuche eine Ergänzung. Abschließend erfolgten die Bruchversuche.

Die vertikale Belastung wurde langsam und stufenweise aufgebracht; verwendet wurde bei voller Belastung ein Stempel 100×200 mm, Fig. 9a, und halbseitiger Belastung ein Stempel 50×200 mm, Fig. 9b.

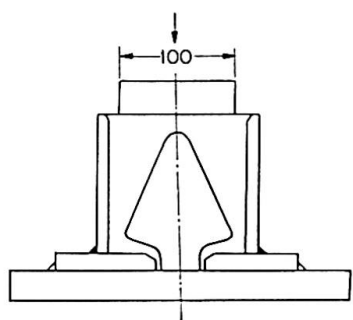


Fig. 9a. Vertikale Belastung mittig (Versuchsanordnung).

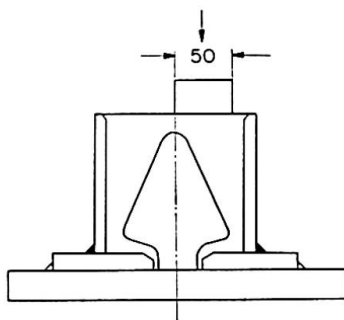


Fig. 9b. Vertikale Belastung seitlich (Versuchsanordnung).

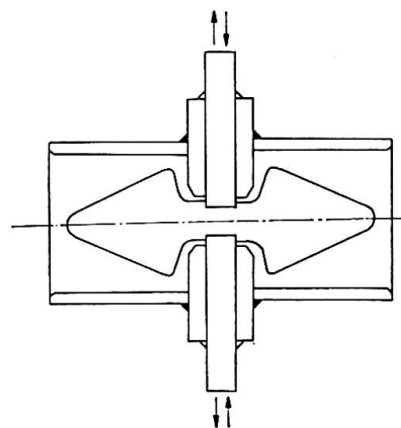
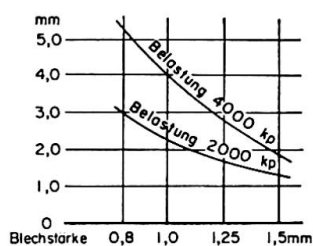
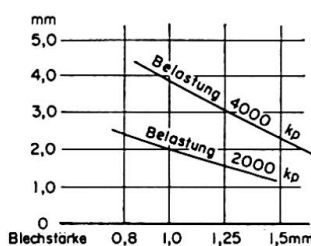


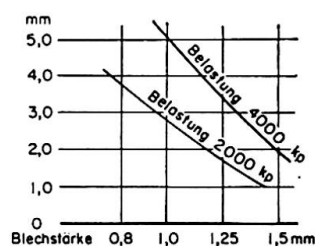
Fig. 9c. Horizontale Belastung.



a)



b)



c)

Fig. 10. Verformung unter vertikaler Belastung bei verschiedener Blechstärke.

a) Fahrbahnübergang in Nullstellung.

b) Fahrbahnübergang um 10 mm zusammengedrückt (-10 mm).

c) Fahrbahnübergang um 10 mm auseinandergezogen ($+10$ mm).

Die Verformungen zeigen Fig. 10a in der Nullstellung sowie in den beiden Extremstellungen Fig. 10b und c in Abhängigkeit von der Dicke der Blecheinlage.

Die auftretenden Kräfte für die horizontale Verformung sind — nach der Versuchsanordnung Fig. 9c — für die Amplitude von 5 mm und 10 mm gemes-

sen worden und in Fig. 11a für das Zusammendrücken, in Fig. 11b für das Auseinanderziehen des Fahrbahnüberganges angegeben. Fig. 11c zeigt den Kraftaufwand für verschiedene Bewegungsphasen bei Blecheinlagen verschiedener Dicke. Bei Gegenüberstellung der vertikalen und horizontalen Lasten und Verformungen ergaben sich die notwendigen Blechdicken; für schwerste Lasten genügt eine Dicke von 1,25 mm. Die Kraft für die Verzerrung der Versuchsstücke, wie sie bei schiefen Übergängen auftritt, ist gering. Die beiden Temperaturversuche zeigten, daß das Fahrbahnelement bis zu diesen Temperaturen gebrauchsfähig bleibt.

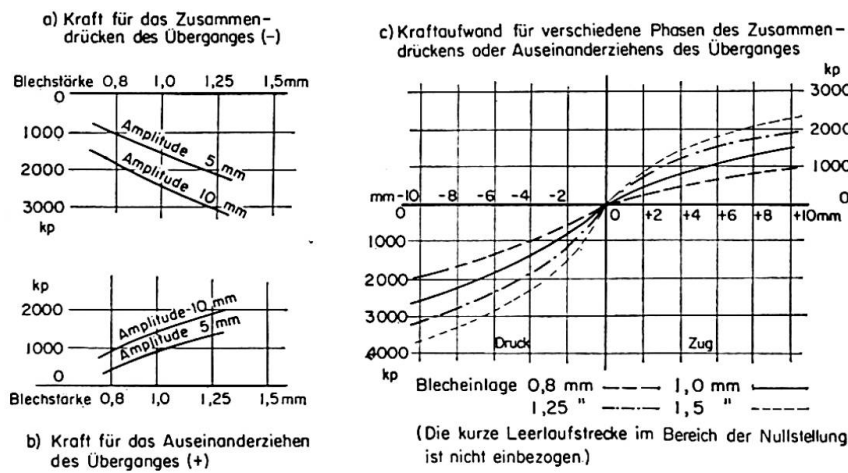


Fig. 11. Verformung unter horizontaler Belastung bei verschiedener Blechstärke.

Nach den statischen Versuchen sind an denselben Versuchsstücken die dynamischen Erprobungen kurzzeitig durchgeführt worden. Sie gehen infolge der Zeitraffung unter veränderten Bedingungen vor sich, so daß ihre Deutung schwierig ist. Nach 3750 Belastungen bis 4000 kp auf einer Fläche von 100×200 mm im Laufe einer halben Stunde ließ der darauffolgende statische Versuch keine Veränderung der Probe erkennen. Die weitere Dauerprüfung erfolgt in Funktionsmustern. Die horizontale Verformung hängt hauptsächlich vom Temperaturspiel ab; sie geschieht langsam und bewegt sich entsprechend den Tagesschwankungen in einem kurzen Bereich. Das Spiel über die ganze Amplitude, also von -10 mm bis $+10$ mm wird sehr selten, d. h. nur in Jahresintervallen eintreten. Die Erprobung ist darnach gewählt. Auf dem Zug- bzw. Druckpuls erfuhr der Fahrbahnübergang bei einer Amplitude von 5 mm in einer halben Stunde 3750 Lastwechsel jeweils im Zug- als auch im Druckbereich. Nach jeder dieser Beanspruchungen wurde das elastische Verhalten durch einen Belastungsversuch überprüft. An den Versuchsstücken wurden keine Veränderungen festgestellt. Die Beanspruchung durch zweimal 3750 Lastwechsel erscheint hinreichend, da diese den Temperaturtagesschwankungen von mehr als 20 Jahren entspricht.

Schließlich ist an den so vielfach beanspruchten Versuchsstücken noch der

Bruchversuch unternommen worden. Die Last ist mittig aufgebracht und stufenweise um 200 kp je Minute erhöht worden. Es zeigte sich, daß bis 2200 kp die Einsenkung des Stempels 50×200 mm ungefähr proportional der Kraft verläuft, dann aber wesentlich rascher zunimmt. Die ersten bleibenden Verformungen traten bei einer Dicke der Blecheinlage von 1,25 mm bei 2800 kp auf; sie nahmen zu, ohne daß das Versuchsstück zerstört wurde. Bei 10000 kp hatte sich der Druckstempel zwar 30 mm tief in das Probestück eingedrückt und den Gummi an drei Stellen eingerissen; ein Durchschneiden des Versuchsstückes ist nicht eingetreten.

Die Alterung und der Abrieb sind nicht geprüft worden. Die Beständigkeit der Autoreifen und sonstiger im Verkehrswesen verwendeter Gummiteile gleicher Qualität geben einen hinreichenden Anhalt für die Alterungsbeständigkeit des Gummis.

Das zugelassene Bewegungsspiel eines Elementes beträgt ± 10 mm. Bei Brücken unter 60° Kreuzungswinkel nehmen die Elemente ein etwas vermindertes Bewegungsspiel auf; es beträgt bei 60° Schiefe noch ± 10 mm und fällt bei 45° Schiefe auf ± 7 mm ab.

5. Entwurfsbearbeitung

Der elastische Fahrbahnübergang, gleichgültig ob einfach oder mehrfach, überträgt eine horizontale Kraft auf die Kammermauer und das Widerlager. Diese Kraft ist aus dem Diagramm 11c zu entnehmen und in die statische Berechnung einzubeziehen. Die erforderlichen Sonderlängen werden durch Zersägen der Elemente oder in der vorgesehenen Länge mittels Einbauteilen in der Heizform hergestellt. Der Übergang kann der jeweiligen Querneigung durch Einlegen keiliger Zwischenfelle angepaßt werden. Fig. 12a zeigt einen Anschluß des Fahrbahnelementes, Fig. 12b den des Gehbahnelementes. Danach trägt eine stählerne Unterkonstruktion den elastischen Fahrbahnübergang. Mehrfache Übergänge sind nach Fig. 7 zu entwerfen.

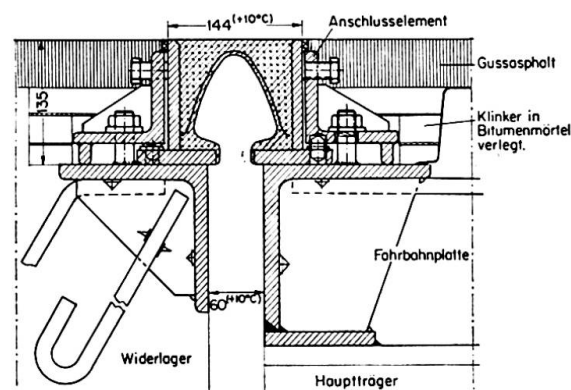


Fig. 12a. Anschluß des Fahrbahnüberganges an die Unterkonstruktion.

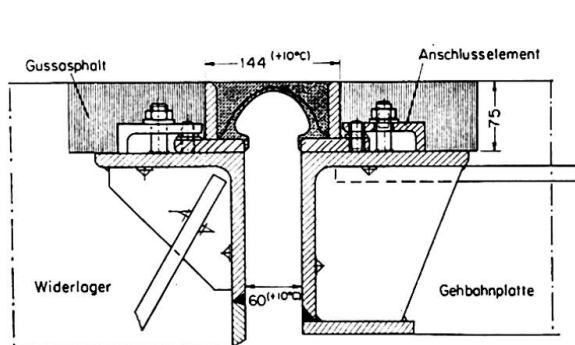


Fig. 12b. Anschluß des Gehbahnüberganges an die Unterkonstruktion.

6. Montage

Der Einbau des elastischen Fahrbahnüberganges kann unter Anleitung von Bauarbeitern und Bauhilfsarbeitern ausgeführt werden. Die augenblickliche Temperatur des Brückenüberbaues ist zu beachten. Die Fahrbahnelemente sind bei höheren Temperaturen mit Schraubzwingen etwas zusammenzudrücken, bei niederen Temperaturen zu spreizen. Die Brückendichtung und die Fahrbahndecke sind an die Fahrbahnübergänge anzuschließen.

Zusammenfassung

Der *wasserdichte elastische* Fahrbahnübergang gibt für das Temperaturspiel senkrecht zur Fugenebene eine *leichte Verformbarkeit* neben einer ebenfalls leichten Bewegungsmöglichkeit in Fugenrichtung und hat für Verkehrslasten eine große *Tragfähigkeit* neben geringer Verformung. Konstruktiv ist dies durch eine Gummi-Stahl-Feder gelöst, die im Vulkanisationsverfahren hergestellt wird. Das Spiel eines Elementes beträgt ± 10 mm. Bei größeren Dilationen werden zwei, drei oder mehrere Elemente eingebaut.

Hier werden *erstmalig* Gummimetallverbindungen, -federn, im Brückenbau verwendet. Gummi und Metall tragen *im Verbund*. Die Übergänge sind *wasserdicht* und geben eine Fahrbahn, die in der Oberfläche durch keine Fuge *unterbrochen* ist. Funktionsmuster liegen bereits drei Jahre unter stärkstem Verkehr und haben sich sehr gut bewährt.

Summary

A *waterproof, elastic* covering joint for roads is described which is of suitable ductility, in a direction perpendicular to the joint plane, to cope with movements caused by fluctuations in temperature. It also exhibits a marked expansibility in the direction along the joint and a considerable *bearing capacity* for traffic loads, with a minimum of deformation. This constructional solution is due to the application of a composite rubber and steel-spring joint manufactured by vulcanisation. The free movement of an element amounts to $\pm \frac{3}{8}$ inches (± 10 mm). For greater expansions two, three or more elements are inserted. For the above-mentioned purpose, connections in which rubber and steel springs are employed in combination are being used for the *first time* in bridge building. These covering joints are waterproof, and ensure a carriage-way in which the surface is not interrupted by the joints. Prototype samples have already been subjected to extremely heavy traffic loads for three years without any failures being observed.

Résumé

Le joint de chaussée élastique et étanche assure, pour le jeu provoqué par les variations de la température perpendiculairement au plan du joint, outre la possibilité d'un mouvement assez facile dans la direction du joint, une grande force portante sans subir de déformation importante. La solution est trouvée par l'application d'un ressort en caoutchouc-acier traité par vulcanisation. Le jeu d'un élément est de ± 10 mm. En cas de jeu plus important on a recours à deux, trois éléments ou davantage.

C'est ici pour la première fois que l'on applique dans la construction des ponts des combinaisons de caoutchouc et de métal, formant ressorts. Caoutchouc et acier supportent les efforts solidairement. Les raccordements sont étanches à l'eau et donnent au tablier une surface où aucun joint n'apporte de solution de continuité. Soumis à la circulation la plus dense depuis plus de trois ans, les modèles d'essai ont donné toute satisfaction.