

Rapport général

Autor(en): **Robinson, J.R.**

Objektyp: **Article**

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

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

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7909>

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.

Problèmes spéciaux - Besondere Probleme - Special Problems

VI

Particularités de structure des ponts-routes Konstruktive Einzelheiten bei Straßenbrücken Structural Details in Highway Bridges

VIa

Joints de chaussée Dehnungsfugen in Brückenfahrbahnen Expansion Joints in the Bridge Deck

VIb

Étanchéité et évacuation des eaux pluviales Isolierung und Entwässerung von Brückenfahrbahnen Sealing and Drainage of Bridge Decks

VIc

Protection des usagers et des éléments structuraux contre les accidents de la circulation Sicherung von Verkehrsteilnehmern und Konstruktionsteilen bei Verkehrsunfällen Protection of Users and Structural Parts Against Traffic Accidents

Rapport général

J. R. ROBINSON
Professeur, Paris

A. Joints de chaussée

Depuis un passé récent la constitution des joints de chaussée est devenue un problème. Ce qui est dû, à la fois, semble-t-il à l'évolution du trafic et à celle des ponts routiers. La vitesse et le nombre, sinon le poids maximal, des véhicules ont considérablement augmenté. La modernisation des réseaux routiers a multiplié les ponts à poutres et accru leurs longueurs dilatables moyennes. La mauvaise tenue de beaucoup de joints, qui en est résulté, a eu surtout jusqu'ici des conséquences d'ordre financier. Le problème des joints pourrait bientôt apparaître comme un problème de sécurité, la sévérité de leurs sollicitations ne pouvant que s'aggraver.

Les diverses conditions que doit remplir un joint ont été excellemment énoncées par MM. W. BLACK et H. C. ADAMS dans leur contribution: liberté de la dilatation du pont; continuité de la surface de roulement; absence de

bruit et de vibrations; pérennité ou facilité de remplacement; étanchéité ou bonne évacuation des eaux, des poussières et des grains pierreux. Conditions auxquelles il faut ajouter pour maints types de joints, comme le signale le rapport de M. GRATTESAT, la possibilité et la facilité d'accès « par en dessous » pour visite et entretien, lesquelles ne peuvent être offertes que par des dispositions convenables du pont lui-même et de ses appuis.

L'aptitude de tel dispositif à remplir les conditions requises dépend en premier lieu de l'amplitude des variations de largeur du joint. Ce mouvement ne dépend pas seulement de la longueur dilatable, mais évidemment aussi du climat du lieu et du type même de la structure du pont. A cet égard MM. W. BLACK et H. C. ADAMS apportent un ensemble de résultats de mesures qui nous paraissent inaugurer l'étude scientifique des joints de chaussée. La température moyenne d'un pont, estimée d'après sa dilatation linéaire, est égale à celle de l'atmosphère pour une période de cinq jours consécutifs. Les oscillations autour de cette moyenne sont amorties par rapport à celles de l'atmosphère dans une proportion qui varie avec le type d'ouvrage. Sur ce point, l'étude en est à son début et nous souhaiterions qu'au cours de la discussion les auteurs puissent nous apporter des résultats complémentaires.

Ces mêmes auteurs nous apportent l'expérience britannique sous la forme des résultats d'une enquête, de même que M. GRATTESAT apporte sous la même forme l'expérience française. Ces expériences se confirment l'une l'autre et elles se complètent. Les points faibles des joints de chaussées ne sont pas exactement les mêmes dans les deux pays parce que les solutions qui y ont été essayées ne sont pas identiques. La comparaison est très instructive et nul doute que les constructeurs de ponts n'en retirent un grand profit. Cependant, la vérité nous oblige à dire que cette expérience n'est encore que préscientifique, faute d'être suffisamment analytique.

Pour les faibles longueurs dilatables, le mieux est de se passer de dispositif apparent et de faire le revêtement bitumineux de chaussée continu au dessus d'un simple plat ou té d'acier posé sur le vide du joint. Pour les grandes longueurs dilatables des grands ouvrages, l'on peut consentir à des solutions coûteuses qui semblent en général s'être bien comportées. Entre ces deux extrêmes on trouve les joints apparents en acier, très nombreux et de beaucoup les plus délicats. Ils sont, sauf exceptions, établis entre deux éléments de béton armé dont l'un appartient à l'appui, l'autre à la travée elle-même (un pont métallique a généralement une couverture en béton armé, un pont en béton précontraint n'est plus précontraint au voisinage du joint et normalement à ce dernier).

A lire les résultats de l'enquête, il semble que parmi les problèmes que soulève la tenue d'un joint, ceux qui se posent avec le plus d'acuité sont les suivants:

1. La tenue du revêtement au contact des dormants métalliques: il tend à se creuser ou se boursoufler.

2. La tenue des attaches des ancrages sur les dormants du joint eux-mêmes: les boulons en acier peuvent se corroder; les boulons en bronze ou laiton peuvent périr par fatigue (fait mis en lumière par MM. M. ELLINGER et F. CICHOCKI); les soudures des pattes ou tiges d'ancrage sont sensibles à la fatigue.

3. La désorganisation du béton sous les dormants. Pour l'éviter, il faut une exécution très soignée, point souligné par les enquêtes britannique et française. Il faut aussi, comme nous l'a montré notre propre expérience, une conception correcte des tracés des armatures du béton armé et des tiges d'ancrage et de leur liaison mutuelle par adhérence — ou par précontrainte.

Sur tous ces points, l'observation et la réflexion ne semblent pas suffire et le recours à l'expérimentation paraît indispensable.

L'enquête montre aussi la tendance à l'évolution des types de joints en vue de résoudre les problèmes que nous venons de signaler. A cet égard, la contribution de MM. M. ELLINGER et F. CICHOCKI qui décrit des dispositifs récemment mis en service est fort intéressante. Pour des mouvements de dilatation allant jusqu'à ± 30 mm un couvre joint d'acier moulé tenant, sans attache, par son propre poids, s'est fort bien comporté sous un trafic intense et lourd. Mais c'était à Vienne, ce trafic était semble-t-il urbain. Pourrait-on oser supprimer toute attache pour un pont d'autoroute parcouru par des véhicules lourds à grande vitesse sans avoir prouvé expérimentalement la convenance de cette suppression?

Les mêmes auteurs décrivent un autre type de joint combinant l'emploi de métal et de caoutchouc qui s'est également bien comporté à l'autre extrémité du même pont. D'autres joints métal-caoutchouc sont en voie de réalisation en divers pays. Il est souhaitable que certains d'entre eux puissent être présentés lors de la discussion¹⁾.

Une manière de faciliter la solution d'un problème de joints est de réduire la longueur dilatable. MM. M. ELLINGER et F. CICHOCKI décrivent un dispositif hydraulique remarquablement ingénieux qui a été employé à cet effet et qui permet de fixer le milieu d'un ouvrage à travées continues en ne demandant qu'aux culées d'équilibrer des efforts longitudinaux.

Il est très désirable que la discussion du Thème VIa lors du Congrès s'oriente vers les moyens d'étudier le problème des joints de chaussée dans un esprit résolument scientifique, c'est-à-dire à la fois analytique et expérimental:

1. Compléments à l'étude de la prévision des mouvements de dilatation.
2. Compléments aux enseignements des enquêtes par l'étude analytique détaillée de cas précis mettant en évidence les facteurs en cause (ceux en particulier que nous avons signalés plus haut).
3. Description de nouveaux types de joints, en particulier joints métal-caoutchouc.

4. Rôle et nécessité de l'expérimentation. Nous n'avons pas caché que

¹⁾ M. O. ROTT a présenté une description assez tôt pour qu'elle figure à la présente publication.

l'observation nous a paru décevante surtout en ce qui concerne la liaison béton métal. Pour dégager des modèles de joints satisfaisants et économiques il convient d'expérimenter.

D'autre part, de nouveaux types de joints apparaissent. Ils peuvent révéler des défauts imprévus. Eu égard aux vitesses croissantes, l'essai in situ pourra être alors générateur d'accidents. Ne faut-il prévoir le jour où il ne paraîtra plus tolérable?

5. Moyens d'expérimenter. Reproduire les conditions réelles d'aujourd'hui sur un circuit expérimental serait ruineux et lent. Il convient, semble-t-il, d'aggraver et d'accélérer les sollicitations comme on le fait par exemple dans les essais de fatigue des métaux. Des manèges de roues lourdement chargées roulant à des vitesses supérieures à celles des véhicules actuels ne pourraient-ils convenir?

B. Etanchéité et évacuation des eaux pluviales

La contribution de M. G. GRATTESAT rend compte d'une enquête en France et expose la technique pratiquée en ce pays. Essentiellement, la chape d'asphalte coulé est préférée aux autres qui ont déçu. Une indication intéressante: les travées indépendantes en béton armé peuvent se passer de chape parce que leur dalle entièrement comprimée est étanche. Les travées indépendantes en béton précontraint ne le peuvent pas parce que les parties de leur hourdis qui, coulées sur place, relient les poutres préfabriquées ne sont pas comprimées longitudinalement et ne sont pas étanches.

La contribution de M. J. AICHORN décrit un procédé de pose de lés de chape souple bitumineuse dit «à la flamme» qui paraît très satisfaisant.

C. Protection des usagers et des éléments structuraux contre les accidents de la circulation

M. W. KLINGENBERG expose pourquoi le développement considérable du trafic routier en nombre, poids unitaire et vitesse a mis au premier rang le problème de la sécurité; comment les préoccupations qui en découlent influent toujours davantage sur la conception des routes, tout spécialement des autoroutes et de leurs ouvrages d'art; comment l'urgence a imposé d'imaginer des solutions et de les appliquer sans retard; et enfin quelle est la doctrine qui s'est dégagée et généralisée à cet égard en Allemagne fédérale. L'ampleur des réalisations dans ce pays donne une importance et un intérêt particuliers à la contribution de cet auteur.

Le seul problème important que pose la protection des ouvrages eux-mêmes est celui de leurs appuis qui pourraient être exposés aux chocs des véhicules d'une voie franchie. La solution adoptée, renforcement et protection, ne semble pas pouvoir être différente en son principe.

En ce qui concerne les usagers, évoquons tout d'abord certaines causes spéciales de danger. En premier lieu le vent transversal qui peut surprendre les conducteurs s'engageant sur le viaduc de franchissement d'une vallée. La protection en est là à la période des essais. Certaines combinaisons de grillages se sont cependant avérées efficaces. En second lieu l'éblouissement de nuit sur les ouvrages où deux chaussées voisines sont circulées en sens contraires. Là encore on en est aux essais bien que des haies artificielles à lamelles transversales semblent promettre de bons résultats. M. W. KLINGENBERG n'a pas évoqué le verglas, sans doute parce que le problème de son élimination, même en des zones sensibles limitées, n'a pas reçu de solution satisfaisante. Il nous paraît souhaitable que la discussion apporte du nouveau sur ce point, de même que des compléments sur les derniers progrès en matière de protection contre le vent transversal et contre l'éblouissement.

Mais le problème principal de la protection des usagers est celui des dispositifs destinés à empêcher les véhicules de quitter accidentellement la chaussée. La plus grande partie de la contribution de M. W. KLINGENBERG, la totalité de celles de MM. M. ELLINGER et V. J. JEHU leur sont consacrées. Ce problème est particulièrement difficile sur les ouvrages d'art.

En terrain libre, la glissière de sécurité souple et continue doit ramener le véhicule qui la heurte vers la chaussée sans provoquer son renversement, et de façon progressive de manière à éviter de blesser les passagers par un choc trop brutal. La contribution de M. V. J. JEHU analyse théoriquement l'intensité des chocs auxquels peuvent être soumises les glissières de sécurité, et la manière dont ces dernières fonctionnent, rend compte des essais de chocs par véhicules réels auxquels il a procédé et fournit ainsi des bases de caractère scientifique au calcul. Une glissière de sécurité, même semi-rigide, fonctionne surtout comme un câble ou une chaîne, ce que signale aussi M. W. KLINGENBERG. Son efficacité dans les conditions de progressivité souhaitées est liée à la possibilité de flèches importantes, de l'ordre du mètre, qui permettent l'annulation de la composante transversale de la vitesse, en particulier en intéressant un nombre suffisant de supports de la glissière, supports dont la détérioration est acceptée. Comment trouver ces possibilités de déformation sur un pont dont la largeur est limitée? M. V. H. JEHU pose le problème et suggère des solutions.

M. M. ELLINGER souligne l'importance de certains détails, tels que de disposer la glissière et la bordure de chaussée dans le même plan vertical et d'aménager des sections faibles dans les poteaux de support de la glissière de manière que la structure du pont ne puisse être endommagée. Mais il semble bien que les dispositions qu'il décrit se rapportent à un trafic semi-urbain à vitesse modérée et pourraient ne pas convenir à des ponts en rase campagne.

La doctrine allemande, exposée par M. W. KLINGENBERG, a écarté l'emploi sur les ponts de glissières souples. Les glissières, qui sont estimées nécessaires, doivent être assez résistantes pour ne pas présenter latéralement de flèches importantes. La série des dessins qui accompagnent la contribution de ce der-

nier auteur montrent l'application de cette idée. Il y a lieu de noter tout d'abord que les dispositions correspondantes sont telles que des avaries par choc à une glissière ne doivent pas intéresser l'ossature porteuse du pont, et que les bordures de chaussée sont très peu hautes de façon à ne pouvoir former tremplin qui ferait franchir la glissière aux véhicules, dispositions qui s'accordent avec les préoccupations de M. M. ELLINGER. Les profils des glissières et des trottoirs qui les précèdent sont de plus dessinés pour tendre à renvoyer les véhicules sur la chaussée.

De telles dispositions sont-elles satisfaisantes sous des chocs survenant sous des angles aussi ouverts et à des vitesses aussi élevées que les envisage M. V. J. JEHU? Le basculement des véhicules lourds dont le centre de gravité est haut n'est-il pas à craindre? D'autre part le choc d'un véhicule sur une glissière rigide paraît de nature à endommager sérieusement ses roues et à blesser ses occupants. Le renvoi sur la chaussée d'un véhicule ainsi avarié et dont le conducteur a été lésé dans ses facultés ne peut-il constituer un danger tout particulier pour les autres usagers de la même chaussée? Il est souhaitable que la discussion apporte sur tous ces points et sur la valeur comparée des diverses conceptions des glissières de sécurité, les résultats de l'observation et de l'étude des accidents ainsi que ceux des essais qui auraient pu éventuellement être récemment exécutés.

Generalbericht

A. Dehnungsfugen in Brückenfahrbahnen

Die Ausbildung der Fahrbahnübergänge ist in jüngster Zeit ein wichtiges Problem geworden. Es ist dies einerseits eine Folge der Verkehrsentwicklung, Frequenz, Geschwindigkeit und Höchstgewicht der Fahrzeuge haben stark zugenommen, und des intensiven Straßenausbaues, der immer mehr Brücken mit größerer Dehnungslänge erfordert. Die Schäden an den Fahrbahnübergängen hatten bis anhin vorwiegend finanzielle Folgen. Mit der ständigen Zunahme der Beanspruchungen könnte das Problem der Fugenabdeckungen jedoch bald zu einem Problem der Verkehrssicherheit werden.

In ihrem ausgezeichneten Beitrag stellen W. BLACK und H. C. ADAMS folgende Anforderungen an einen einwandfreien Fahrbahnübergang: Dehnungsfreiheit; Kontinuität der Fahrbahnoberfläche; Lärm- und Erschütterungsfreiheit; Dauerhaftigkeit bzw. leichte Ersetzbarkeit; Dichtigkeit und gute Ableitung von Wasser, Staub und Sand.

GRATTESAT fügt diesen Bedingungen in seiner Arbeit noch eine weitere hinzu: Die leichte Zugänglichkeit «von unten her» für Kontrolle und Unterhalt, eine Bedingung, die durch geeignete Ausbildung von Brücke und Widerlager erfüllt werden kann.

In welchem Maße eine bestimmte Übergangskonstruktion die angeführten Bedingungen erfüllen kann, hängt in erster Linie von der Größe der Fugenbewegung ab, die ihrerseits wieder eine Funktion der Abschnittslänge, der Bauart der Brücke und des Klimas ist.

Der Beitrag von W. BLACK und H. C. ADAMS enthält eine diesbezügliche Zusammenstellung von Meßergebnissen, die als Beginn einer wissenschaftlichen Untersuchung angesehen werden können. Die mittlere Temperatur einer Brücke — aus ihrer Längenänderung berechnet — entspricht demnach derjenigen der Atmosphäre für eine Periode von fünf aufeinanderfolgenden Tagen. Die Schwingungen um diesen Mittelwert erfahren in der Brücke gegenüber denjenigen der Atmosphäre eine Dämpfung, die von Bauwerk zu Bauwerk verschieden ist. Damit ist die Studie leider zu Ende; es wäre wünschenswert, wenn die Verfasser anläßlich der Diskussion weitere Ergebnisse bekanntgeben könnten.

In der Arbeit von W. BLACK und H. C. ADAMS finden sich auch die Ergebnisse einer Umfrage bezüglich der Erfahrungen mit Fahrbahnübergängen in England. In ähnlicher Form hat GRATTESAT auch die Ergebnisse einer Untersuchung in Frankreich zusammengestellt. Da die angewandten Lösungen in den beiden Ländern nicht identisch sind, wurden auch nicht die gleichen Mängel an den betreffenden Übergangskonstruktionen festgestellt. Der Vergleich ist aber sehr interessant und zweifellos werden die Brückeningenieure hieraus großen Nutzen ziehen. Die analytische, wissenschaftliche Beurteilung und Auswertung fehlt jedoch diesen Untersuchungen noch.

Bei kleinen Dilatationslängen verzichtet man am besten auf eine sichtbare Fugenabdeckung und zieht einen bituminösen Fahrbahnbelag über eine einfache Stahlplatte oder ein T-Profil, das auf die Fugenöffnung gelegt wird. Bei großen Dilatationslängen großer Bauwerke sind kostspielige Lösungen, die sich im allgemeinen gut bewährt haben, gerechtfertigt. Zwischen diesen Extremen findet man zahlreiche einfache, aber oft sehr empfindliche Übergangskonstruktionen in Stahl. Sie sind ausnahmslos zwischen zwei armierten Betonelementen angeordnet, wovon eines zum Widerlager, das andere zum Brückenträger gehört. (Stahlbrücken besitzen im allgemeinen eine Stahlbeton-Fahrbahnplatte. Bei Spannbetonbrücken liegen die gleichen Verhältnisse vor, da die Umgebung der Fuge nicht vorgespannt ist.)

Wie aus den Untersuchungsergebnissen hervorgeht, bereiten bei Fugenkonstruktionen folgende Probleme die größten Schwierigkeiten:

1. Das Verhalten des Belages an der Berührungsstelle mit den Stahlprofilen. Der Belag verwölbt sich und bröckelt ab.

2. Die Befestigung der Ankereisen an den Profilen der Fugenkonstruktion. Stahlbolzen werden durch Korrosion, Bolzen aus Bronze oder Messing infolge Ermüdung zerstört (s. Beitrag von M. ELLINGER und F. CICHOCKI). Schweißnähte an Laschen und Schlaudern sind ebenfalls empfindlich gegen Ermüdung.

3. Die Zerstörung des Betons unter den Stahlprofilen der Fugenkonstruktion. Die Betonierarbeit muß an der Fuge besonders sorgfältig ausgeführt

werden, eine Forderung, die in den englischen und französischen Berichten besonders unterstrichen wird. Auch unsere eigenen Erfahrungen haben gezeigt, daß der richtigen Anordnung der Stahleinlagen der Verankerungen und der gegenseitigen Verbindung von Ankern und Armierungen größte Bedeutung zukommt.

Es ist klar, daß zur Abklärung dieser Probleme Beobachtungen und theoretische Überlegungen nicht genügen; der Rückgriff auf das Experiment wird unumgänglich sein.

Die Untersuchungen zeigen auch die Tendenz zur Entwicklung neuer Fugentypen, mit denen eine Lösung der angeführten Probleme möglich sein sollte. In dieser Hinsicht ist der Beitrag von M. ELLINGER und F. CICHOCKI sehr interessant. Sie beschreiben Vorrichtungen, die unlängst in Betrieb genommen wurden. Für Dehnwege bis zu ± 30 mm hat sich eine Fugenabdeckung aus Profilstahl, die ohne Befestigung, nur durch ihr Eigengewicht gehalten wird, bei intensivem und schwerem Verkehr gut bewährt. Es ist aber zu berücksichtigen, daß die Beobachtungen in Wien gemacht wurden, wo der Verkehr innerstädtischen Charakter aufweist. Es ist fraglich, ob man es wagen könnte, auf einer Autobahnbrücke, die von schweren Fahrzeugen mit großer Geschwindigkeit befahren wird, jede Befestigung wegzulassen, ohne vorher den experimentellen Beweis für die Zweckmäßigkeit einer derartigen Konstruktion zu erbringen.

Die gleichen Verfasser beschreiben auch noch einen anderen, aus einer Kombination von Stahl und Gummi bestehenden Fahrbahnübergangs-Typ, der sich am anderen Ende der gleichen Brücke ebenfalls gut bewährt hat. Weitere Stahl-Gummi-Fahrbahnübergänge sind in verschiedenen Ländern in Ausführung begriffen. Es ist wünschenswert, daß einige davon anlässlich der Diskussion gezeigt werden¹⁾.

Eine Möglichkeit, die Lösung des Fugenproblems zu vereinfachen, besteht in der Verkleinerung der Dilatationslänge. M. ELLINGER und F. CICHOCKI beschreiben eine bemerkenswerte sinnreiche, hydraulische Vorrichtung, die zu diesem Zweck entwickelt wurde und es erlaubt, die Mitte einer durchlaufenden Balkenbrücke festzuhalten, wobei die Längskräfte doch nur auf die Endwiderlager abgeleitet werden.

Es ist sehr zu wünschen, daß die Diskussion von Thema VIa anlässlich des Kongresses in betont wissenschaftlichem Rahmen geführt wird und sich vor allem auf die analytischen und experimentellen Mittel zum Studium der Probleme von Fahrbahnübergängen konzentriert.

1. Ergänzungen zum Studium der Bestimmung der Fugenbewegungen.
2. Ergänzungen zu den Ergebnissen der Umfragen durch ausführliches, analytisches Studium eines speziellen Falles, das die zur Diskussion stehenden Fragen erläutert.

¹⁾ Herr O. ROTT hat noch rechtzeitig eine Arbeit eingesandt, so daß sie ebenfalls im «Vorbericht» erscheinen konnte.

3. Beschreibung neuer Fugentypen, insbesondere Stahl-Gummi-Konstruktionen.

4. Bedeutung und Notwendigkeit von Versuchen. Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß die durchgeführten Beobachtungen an Fahrbahnübergängen zahlreiche Mängel, vor allem in der Verankerung, aufgedeckt haben. Um so mehr scheinen experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung einwandfreier und wirtschaftlicher Fahrbahnübergänge notwendig zu sein.

Die neuen Typen, die auf dem Markt erscheinen, können mit unvorhergesehenen Mängeln behaftet sein. In Anbetracht der wachsenden Fahrzeuggeschwindigkeiten könnte der Versuch in situ zur Unfallquelle werden.

Dürfen solche Gefahren in Kauf genommen werden?

5. Versuchsdurchführung. Die Reproduktion der tatsächlichen Bedingungen auf einer Versuchsstrecke ist sicher zu teuer und zu langwierig. Geeignet scheint demnach die Verstärkung und Beschleunigung der Beanspruchungen, wie sie bei Ermüdungsversuchen angewendet werden. Versuchsanlagen mit hohen Radlasten und hohen Geschwindigkeiten werden sich vielleicht gut eignen.

B. Isolierung und Entwässerung von Brückenfahrbahnen

Der Beitrag von G. GRATTESAT berichtet über eine diesbezügliche Umfrage in Frankreich und beschreibt die in diesem Lande hierfür angewandten konstruktiven Maßnahmen. Von den untersuchten Belagsarten hat sich nur Gußasphalt bewährt. Eine interessante Angabe betrifft die Dichtigkeit von Betontragwerken. Einfache Balken in armiertem Beton benötigen keine spezielle Isolations-schicht, da ihre durchwegs gedrückte Platte wasserdicht ist. Bei Ausführung mit Spannbeton-Fertigteilen ist dies nicht der Fall, da die in Ortsbeton hergestellte Fahrbahnplatte, die die vorfabrizierten Träger miteinander verbindet, in Längsrichtung nicht unter Druck steht und deshalb nicht wasserdicht ist.

Der Beitrag von J. AICHORN beschreibt ein Verfahren zur Herstellung dichter bituminöser Brückenbeläge.

C. Sicherung von Verkehrsteilnehmern und Konstruktionsteilen bei Verkehrsunfällen

W. KLINGENBERG erläutert in seinem Beitrag den Zusammenhang zwischen der großen Entwicklung im Straßenverkehr bezüglich Frequenz, Gewicht und Geschwindigkeit und dem Problem der Sicherheit. Die sich daraus ergebenden Erkenntnisse beeinflussen immer stärker die Konzeption der Straßen und Autobahnen sowie deren Kunstbauten. Es ist dringend, hier Lösungen zu suchen und sie unverzüglich zu verwirklichen. Im weiteren befaßt sich die Arbeit mit den Maßnahmen, die in Westdeutschland zur Lösung dieser Pro-

bleme getroffen werden. Der große Umfang der in diesem Lande ausgeführten Bauwerke gibt dem Beitrag KLINGENBERGS ein besonderes Gewicht.

Das einzig wichtige Problem, das der Schutz der Bauwerke an sich stellt, betrifft die Abstützungen, die den Stößen der aus der Fahrbahn geratenen Fahrzeuge ausgesetzt sind. Die gewählten Lösungen, Verstärkung und Schutz, werden grundsätzlich nicht sehr verschieden voneinander sein.

Was die Verkehrsteilnehmer betrifft, so seien einige besondere Gefahrenursachen erwähnt. In erster Linie kann der Seitenwind den Fahrzeughlenker überraschen, wenn er auf einen ein Tal überquerenden Viadukt einfährt. Die Schutzmaßnahmen hierfür sind noch im Versuchsstadium. Gewisse Kombinationen von Gittern haben sich immerhin als wirksam erwiesen. An zweiter Stelle steht die Blendwirkung auf Brücken, wo zwei benachbarte Fahrbahnen in entgegengesetzter Richtung befahren werden. Auch hier steht man noch im Versuchsstadium. Es scheint, daß mit künstlichen Hecken aus quergestellten Lamellen eine Lösung gefunden werden kann.

W. KLINGENBERG hat das Glatteis nicht erwähnt, wahrscheinlich, weil diesbezüglich nicht einmal für begrenzte, besonders empfindliche Strecken befriedigende Gegenmaßnahmen bekannt sind. Es ist wünschenswert, wenn die Diskussion von neuem auf die Fragen und die neuesten Fortschritte zum Schutz der Verkehrsteilnehmer gegen Seitenwind und Blendwirkung eingeht.

Das Hauptproblem zum Schutz der Verkehrsteilnehmer betrifft die Abschrankungen, die verhindern, daß die Fahrzeuge bei Unfällen die Fahrbahn verlassen.

Mit diesem Problem, es ist bei Kunstbauten besonders schwierig, befaßt sich der größte Teil der Arbeit KLINGENBERGS und die Beiträge von M. ELLINGER und V. H. JEHU beziehen sich ausschließlich auf dieses Thema.

Im freien Gelände muß eine elastische Leitplanke das auffahrende Fahrzeug in die Fahrbahn zurücklenken, ohne sein Umkippen zu verursachen. Dies muß so vor sich gehen, daß Verletzungen der Passagiere durch einen zu starken Stoß vermieden werden. Der Beitrag von V. H. JEHU untersucht theoretisch die Stoßkraft, der die Leitplanken ausgesetzt sind und ihr diesbezügliches Verhalten. Im weiteren enthält die Arbeit Angaben über die Stoßwirkung von Versuchsfahrzeugen und liefert wissenschaftliche Grundlagen für die Stoßberechnung. Selbst relativ steife Leitplanken verhalten sich grundsätzlich ähnlich wie ein Kabel oder eine Kette, eine Eigenschaft, die auch von W. KLINGENBERG bestätigt wird.

Die progressive Wirkung einer Leitplanke beruht auf der Entstehung großer Ausbuchtungen, die in der Größenordnung von 1 m liegen. Dadurch werden mehrere Abstützungen der Leitplanke in Mitleidenschaft gezogen und die Zerstörung einzelner Abstützungen wird in Kauf genommen. Wie die Möglichkeit zur Bildung großer Auslenkungen auf einer Brücke begrenzter Breite geschaffen werden kann, ist jedoch fraglich. V. H. JEHU deutet hierfür gewisse Lösungsmöglichkeiten an.

M. ELLINGER unterstreicht die Bedeutungen verschiedener Details, wie die Anordnung der Leitplanken genau vertikal über dem Fahrbahnrand und die Ausbildung schwacher Querschnitte in den Leitplankenabstützungen, damit bei Stoßwirkungen keine Schäden an der Fahrbahnkonsole der Brücke entstehen können. Es scheint allerdings, daß sich diese Maßnahmen vorwiegend auf innerstädtischen Verkehr mit mäßigen Geschwindigkeiten beziehen und sich möglicherweise bei Überland-Bauwerken kaum bewähren.

In Deutschland gelangen — wie aus der Arbeit von M. KLINGENBERG zu entnehmen ist — die elastischen Leitplanken auf Brücken nicht zur Anwendung. Man ist der Ansicht, daß seitliche Auslenkungen auf Brücken nicht zulässig sind und die Leitplanken deshalb genügend starr ausgebildet werden müssen. Zahlreiche Zeichnungen veranschaulichen die in Deutschland verwendeten Konstruktionen, bei denen vor allem auf die beiden folgenden Punkte größter Wert gelegt wird:

1. Bei Unfällen darf die eigentliche Tragkonstruktion der Brücke nicht beschädigt werden.

2. Der Fahrbahnrand muß niedrig sein, damit er nicht als Sprungschanze wirkt und Fahrzeuge zum Überspringen der Leitplanken veranlaßt. Diese Maßnahmen stehen im Einklang mit den Forderungen von M. ELLINGER. Leitplankenprofile und vorgelagerte Gehwege werden immer so ausgebildet, daß sie die bestmögliche Gewähr zum Zurücklenken der Fahrzeuge bieten.

Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese Leitplankentypen auch bei den offenen Aufprallwinkeln und den hohen Geschwindigkeiten genügen, die V. J. JEHU in Betracht gezogen hat. Es ist auch abzuklären, ob bei schweren Fahrzeugen mit hohem Schwerpunkt nicht doch Umkippen befürchtet werden muß. Im übrigen scheint es doch wahrscheinlich, daß bei starren Leitplanken die Räder der Fahrzeuge schwer beschädigt und die Insassen verletzt werden können. Ein derart beschädigtes Fahrzeug, dessen Führer möglicherweise verletzt ist, kann — in die Fahrbahn zurückgeschleudert — eine erhebliche Gefahrenquelle für die anderen Straßenbenutzer darstellen. Es wäre wünschenswert, wenn in der Diskussion diese Punkte geklärt werden könnten. Im weiteren sollten Beobachtungen und Unfallablauf bei verschiedenen Leitplankentypen miteinander verglichen und eventuell in letzter Zeit durchgeführte Versuche dargestellt werden.

General Report

A. Expansion Joints in the Bridge Deck

In recent years the formation of expansion joints in bridge decks has become a problem. This is due, it would seem, both to the growth of the traffic and the development of road bridges. The speed and number, if not the maximum

weight, of the vehicles have increased considerably. The modernisation of road systems had led to a rise in the number of girder bridges and has increased their average expansible lengths. The poor performance of many joints, which has thereby resulted, has hitherto had consequences that have been mainly of a financial nature. The problem of these joints might soon become a problem of safety, since the forces to which they are subjected are bound to increase.

The various conditions which a joint must satisfy have been excellently stated by Messrs. W. BLACK and H. C. ADAMS in their contribution: freedom of the bridge to expand; continuity of the wearing course; absence of noise and vibrations; durability or ease of replacement; good sealing or satisfactory drainage of water and removal of dust and particles of stone. To these conditions there must be added, for many types of joints, as pointed out in the report by Mr. GRATTESAT, the possibility of easy access «from below» for purposes of inspection and maintenance, which can only be provided by suitable arrangement of the bridge itself and of its supports.

The ability of such a device to satisfy the required conditions depends, in the first place, on the amplitude of the variations in width of the joint. This movement does not depend solely on the expansible length, but obviously also on the local climatic conditions and on the particular type of bridge structure. In this connection, Messrs. W. BLACK and H. C. ADAMS provide a series of results of measurements which seem to us to initiate the scientific study of expansion joints for bridge decks. The mean temperature of a bridge determined in accordance with its linear expansion, is equal to that of the atmosphere for a period of five consecutive days. The fluctuations around this mean value are damped down as compared with those of the atmosphere to an extent which varies with the type of structure. On this point the study is only in its initial stages and it is to be hoped that during the discussion the authors will be able to give us some additional results.

These same authors give us the benefit of British experience in the form of the results of a survey as Mr. GRATTESAT does, in the same form, for French experience. These experiences confirm and supplement one another. The weak points in the expansion joints of bridge decks are not precisely the same in both countries, because the solutions which have been tried out there are not identical. The comparison is highly instructive and there can be no doubt that bridge constructors will derive great benefit from it. However, if the truth must be told, we are obliged to say that this experience is, so far, only pre-scientific, owing to the fact that it is insufficiently analytical.

For short expansible lengths, the best solution is to dispense with a definite device and to make the bituminous surfacing of the bridge deck continuous above a simple flat bar or steel T-piece placed over the joint gap. For the long expansible lengths of large engineering structures, it is possible to accept expensive solutions which seem, in general, to have behaved satisfactorily. Between these two extremes there are large numbers of apparent steel joints

and these are far more troublesome. With a few exceptions, they are arranged between two reinforced concrete elements one of which belongs to the support and the other to the actual span of the bridge (a steel bridge usually has a deck of reinforced concrete; a prestressed concrete bridge is not prestressed in the vicinity of the joint and perpendicularly to the joint).

From an inspection of the results of the survey, it would seem that among the problems arising from the performance of a joint, those which most emphatically claim attention are as follows.

1. The behaviour of the deck surfacing in contact with the steel dormants: it tends to become hollow or to swell.

2. The behaviour of the fastenings of the anchorages on the dormants of the joint: steel bolts may suffer corrosion; bronze or brass bolts may fail owing to fatigue (a fact brought to light by Messrs. M. ELLINGER and F. CICHOCKI); the welds of the anchoring clamps or pins are liable to fatigue.

3. The breakdown of the concrete under the dormants. In order to avoid it, very careful execution is necessary, a point emphasised by the British and French surveys. It is also essential, as we have found from our own experience, that there should be a correct design of the lay-outs of the reinforcement bars of the reinforced concrete and of the anchoring pins and of their mutual connection by bond — or by prestressing.

On all these points observation and reflection do not appear to be sufficient and recourse to experimental work would seem to be indispensable.

The survey also shows the tendency towards the development of types of joints for the purpose of solving the problems to which we have just drawn attention. In this connection, the paper by Messrs. M. ELLINGER and F. CICHOCKI, which describes devices recently put into service, is extremely interesting. For movements of expansion of up to ± 30 mm, a cover-plate made of cast steel held in position, by its own weight, without fastenings, behaved in a thoroughly satisfactory manner under a large volume of heavy traffic. But this was in Vienna, and the traffic was presumably urban. Could one dare to eliminate all fastenings for a motorway bridge over which heavy vehicles are to travel at high speed without having tested experimentally the suitability of such elimination?

The same authors describe another type of joint in which metal is used in combination with rubber and which also behaved satisfactorily at the other end of the same bridge. Other metal-rubber joints are in course of construction in various countries. It is to be hoped that information regarding some of them may be given during the discussion¹⁾.

One way of facilitating the solution of the problem of joints is to reduce the expansible length. Messrs. M. ELLINGER and F. CICHOCKI describe a remark-

¹⁾ M. O. ROTT has presented a description soon enough for its inclusion in the present publication.

ably ingenious hydraulic device which has been used for this purpose and which makes it possible to fix the centre of a structure with continuous spans while only requiring the abutments to balance the longitudinal forces.

It is highly desirable that the discussion of Theme VIa during the Congress should be orientated towards means for investigating the problem of the expansion joints in bridge decks in a resolutely scientific spirit, that is to say, both analytically and experimentally:

1. Further work on the study of the prediction of expansion movements.
2. Data to supplement the findings of surveys by the detailed analytical study of actual cases exhibiting the factors in question (those, in particular, to which we drew attention earlier).
3. Description of new types of joints, more particularly metal-rubber joints.
4. Role and need of experimental work.

We have not concealed the fact that observation appears to us to be deceptive, more especially as regards the concrete-metal connection. In order to design satisfactory and economic types of joints it is advisable that experiments should be conducted.

Furthermore, new types of joints are making their appearance. They may reveal unforeseen defects. In view of the increasing speeds, a test in situ could then be a cause of accidents. Must we not foresee a time when such a test will no longer appear to be tolerable?

5. Means for carrying out experiments.

To reproduce the actual conditions prevailing at the present time on an experimental circuit would be ruinous and slow. It would seem advisable to aggravate and accelerate the action of forces as is done, for example, in the case of fatigue tests on metal. Might roundabouts of not heavily loaded wheels, travelling at higher speeds than those of the vehicles now in use, be suitable?

B. Sealing and Drainage of Bridge Decks

The paper by Mr. GRATTESAT gives a report on a survey made in France and describes the technique employed in that country. Basically, a waterproofing course of mastic asphalt is preferred to other solutions which have proved disappointing. One interesting indication is that it is possible to dispense with a waterproofing course in the case of independent reinforced concrete spans, because their fully compressed slab is waterproof. Independent spans made of prestressed concrete cannot be watertight because those parts of their decking which are cast in situ and connect the prefabricated girders are not compressed longitudinally and are not watertight.

The paper by Mr. J. AICHORN describes a method for laying strips of flexible bituminous waterproofing course known as the «flame process» which appears to be highly satisfactory.

C. Protection of Users and Structural Parts Against Traffic Accidents

Mr. W. KLINGENBERG explains why the considerable development of road traffic in regard to the number, unit weight and speed of the vehicles has brought the problem of safety to the forefront; how the resulting concern for safety is exerting a constantly increasing influence on the design of roads, more especially motorways and their engineering structures; how the urgent nature of the problem has made it obligatory to devise solutions and to apply them without delay; and finally the point of view that has become apparent and has been generally adopted in this respect in the Federal German Republic. The extent of what has already been achieved in this connection in Germany lends a special importance and interest to the paper by this author.

The only important problem that arises from the protection of the structures themselves is that of their supports which might be exposed to the impacts of vehicles of an overcrossed way. It seems that the solution adopted, reinforcement and protection, cannot be chosen different in its principle.

As regards the users, reference should first of all be made to certain special sources of danger. In the first place there is the cross wind which may take drivers unawares when they enter on a viaduct crossing a valley. In this case, means of protection are still in the trial stage. Certain combinations of wire netting, however, have proved effective. In the second place, there is the dazzle at night on structures where traffic is running on opposite directions on two adjacent ways. Here again, solutions are still in the experimental stage, although artificial hedges with transverse slats seem promising and likely to give good results. Mr. W. KLINGENBERG makes no reference to icing, doubtless because no satisfactory solution to the problem of its elimination even in limited sensitive areas has yet been found. It seems to us that it would be desirable that the discussion should throw fresh light on this point, as well as bringing additional information on the most recent progress in regard to protection against cross winds and against dazzle.

However, the chief problem as regards the protection of users is that of devices designed to prevent vehicles from leaving the carriageway accidentally. The greater part of the paper by Mr. W. KLINGENBERG, and the whole of the papers by Messrs. M. ELLINGER and V. J. JEHU are devoted to it. This problem is particularly difficult on engineering structures.

In open country, a flexible and continuous safety guard rail should bring back on to the roadway a vehicle which runs against it, without causing the vehicle to overturn, and in a gradual manner, to avoid injuring the passengers by too hard an impact. The paper by Mr. V. J. JEHU gives a theoretical analysis of the intensity of the impacts to which safety rails may be subjected, and the manner in which such guard rails operate, reports the results of the impact tests on actual vehicles carried out by the author and thus provides bases of a scientific nature for purposes of calculation. A safety rail, even semi-rigid,

functions mainly as a cable or a chain, a fact to which Mr. W. KLINGENBERG also draws attention. Its effectiveness under the desired conditions of gradualness is connected with the possibility of considerable deflections, of the order of a metre, which make it possible to annul the transverse component of the speed, in particular by involving a sufficient number of supports of the rail, supports whose destruction is accepted. How are such possibilities of deformation to be found on a bridge whose width is limited? Mr. V. H. JEHU states the problem and suggests solutions.

Mr. M. ELLINGER emphasises the importance of certain details such as the arrangement of the rail and the kerb of the carriageway in the same vertical plane and the provision of weak sections in the posts supporting the rails so that the structure of the bridge is not damaged. But it seems that the arrangements he describes relate to semi-urban traffic travelling at moderate speeds and might not be suitable for bridges in the open country.

The German point of view, put forward by Mr. W. KLINGENBERG, rules out the use of flexible rails on bridges. The rails, which are regarded as necessary, must be sufficiently resistant so that they do not exhibit any considerable lateral deflections. The series of drawings which accompany the paper by this last-mentioned author demonstrate the application of this idea. It should be noted in the first place that the corresponding arrangements are such that the damage to a guard rail as a result of impact should not involve the supporting framework of the bridge, and the kerbs of the carriageway are squat, so that they are unable to form a spring-board which would cause the vehicles to be carried over the guard-rail, arrangements that tally with the considerations with which Mr. ELLINGER is concerned. Furthermore, the sections of the guard-rails and footways are so designed that they tend to send the vehicles back on to the carriageway.

Are such arrangements satisfactory under impacts occurring at such wide angles and at such high speeds as those envisaged by Mr. V. J. JEHU? Is there not a danger that heavy vehicles with a high centre of gravity would overturn? Moreover, the impact of a vehicle on a rigid guard rail would seem likely to cause serious damage to its wheels and to injure its occupants. Would not the return to the carriageway of a vehicle damaged in this way and whose driver had suffered injury to his faculties, constitute a source of exceptional danger to the other users of the road? It is desirable that on all these points, and on the comparative value of the various designs for safety rails, the discussion should provide the results of observation and of the study of accidents as well as the results of any tests which may have been made recently.