

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

**Band:** 1 (1932)

**Rubrik:** Participants in the discussion of question V1

### **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:** 11.12.2025

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

den heutigen Betriebslasten arbeitet, die andern verlangen Versuche auf wissenschaftlicher Grundlage mit besonderen Versuchslasten und besonderen Belastungsmethoden. Der Bericht kommt zu dem Schlusse, dass man das Ziel nur auf dem zweiten Wege erreichen kann.

### Traduction.

Je me suis efforcé, dans mon Rapport, de mettre en évidence, sans faire intervenir les considérations mathématiques, les phénomènes d'ordre dynamique essentiels qui se manifestent dans un pont, sous l'influence des charges mobiles. Considérés en eux-mêmes, ces phénomènes se présentent sous une forme relativement simple. Toutefois, ils se superposent les uns et les autres et s'influencent réciproquement d'une manière si complexe qu'il n'a pas encore été possible, aussi bien théoriquement qu'expérimentalement, de dégager nettement l'influence dynamique résultante. C'est précisément pour cette raison que, dans les différents pays, les prescriptions concernant la construction des ponts et permettant de tenir compte de l'influence dynamique des charges diffèrent largement les unes des autres, aucun résultat ne devant encore être considéré actuellement comme définitif.

De l'avis général, et si l'on est absolument décidé — comme il se doit — à satisfaire aux exigences que pose la sécurité rigoureuse des ouvrages, tout en utilisant rationnellement les matériaux, il est indispensable de poursuivre les recherches. L'accord n'est toutefois pas unanime en ce qui concerne le sens suivant lequel doivent être poursuivies ces recherches. D'aucuns envisagent en quelque sorte, une méthode de recherche empirique, portant sur des mesures de contrainte effectuées dans les conditions actuelles effectives d'exploitation; d'autres se rallient à des essais d'ordre scientifique, faisant intervenir des charges expérimentales et des méthodes de mise en charge particulières. J'en arrive, dans mon Rapport, à cette conclusion que seule la deuxième méthode est susceptible d'atteindre son but.

#### Participants à la discussion

*Diskussionsteilnehmer*

#### Participants in the discussion:

S. TIMOSHENKO,

Professor of Engineering University of Michigan, Ann Arbor (Michigan).

The dynamical effect of moving loads on bridges is of great practical importance and engineers have been interested in this problem since the beginning of construction of railway bridges. Till now we have not had a complete solution of this problem. The practical rules used in various countries for determining "impact effect" usually have no rational foundation and must be considered as completely arbitrary rules.

To simplify the problem, we can neglect the moving masses in comparison with the mass of the bridge and replace them by moving forces. In such a case we can investigate vibration of the bridge without any difficulty. In this manner it can be shown that smoothly running loads produce only a small dynamical effect. The principal causes of the impact effect are :

1. unbalance in locomotives and
2. impact due to various irregularities in the track and unevenness in locomotive wheels.

Investigation of vibrations shows that the principal mode of vibration of the bridge is the most important, and that a satisfactory approximation can be obtained by considering only this mode of vibration. In such a case we can take into consideration, not only the mass of the bridge, but also the moving mass and the damping in the bridge and in the locomotive springs. Proceeding in this way the British « Bridge Stress Committee » have shown that the amplitudes of vibration produced by locomotive unbalance can be calculated with a sufficient degree of accuracy. The calculations required are very laborious and till now they have not resulted in any simple formulae which can be easily applied.

This problem presents a great field for further investigations. We believe that in preparing a program for such investigations we must be guided by theoretical solutions. Further progress in the solution of the impact problem in bridges can be accomplished only by close contact between those doing theoretical work and those doing experimental work.

### Traduction.

L'influence dynamique des charges mobiles sur les ponts est de grande importance, de sorte que dès l'établissement des premiers projets de ponts de chemin de fer l'ingénieur s'y est intéressé. Néanmoins, jusqu'à maintenant, la solution de ce problème n'a pas encore pu être établie d'une façon satisfaisante. Les règles pratiques adoptées dans les différents pays pour la détermination de l'« effet de choc » n'ont généralement aucune base scientifique, elles sont plutôt complètement empiriques.

Pour simplifier le problème on peut, par rapport à la masse du pont, négliger la masse des charges roulantes et remplacer ces dernières par des forces mobiles. En ce cas, le calcul des vibrations ne présente aucune difficulté et on peut prouver que des charges roulant sans secousses ne produisent qu'un effet dynamique peu important.

Les raisons principales des effets dynamiques sont :

- 1) un équilibrage imparfait des masses des locomotives,
- 2) des irrégularités de la voie ferrée et des inégalités dans la surface de roulement des roues des locomotives.

Les recherches ont démontré que l'oscillation principale d'un pont est le phénomène prépondérant, de sorte qu'elle seule constitue déjà une approximation satisfaisante de l'état de vibration réelle. En limitant les recherches à cette vibration principale, on peut tenir compte non seulement de la masse du pont, mais également de la masse mobile et de l'amortissement des vibrations



dans le pont et dans les ressorts des locomotives. Ce procédé a permis au « Bridge Stress Committee » anglais de calculer les amplitudes des vibrations produites par les masses non-équilibrées des locomotives. Mais ces calculs sont très longs et n'ont pas encore abouti à une formule simple et facilement applicable.

Là se présente encore aux ingénieurs un vaste champ d'investigation. D'après notre avis, le programme des recherches doit être fixé suivant des considérations théoriques. De nouveaux progrès dans l'étude des influences dynamiques sur les ponts ne peuvent être obtenus que par une liaison étroite entre les recherches théoriques et expérimentales.

Dr. Ing. F. BLEICH,  
Baurat, Wien.

Herr Prof. Timoshenko hat in seinem Schlusssatz einen Gedanken ausgesprochen, den ich als Motto vor meinen Bericht hätte setzen können; ich meine damit seinen Hinweis auf die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen Theorie einerseits und Versuchsforschung andererseits.

In der Geschichte der Bauwerksdynamik, die bis vor kurzen im wesentlichen eine Dynamik der Brücken war, sind deutlich 3 Phasen zu unterscheiden. In der ersten Epoche waren bedeutende Ingenieure bemüht, den grundlegenden Aufgaben der Dynamik auf theoretischem Wege beizukommen. Bedeutende Fortschritte sind hier zuerst in Frankreich und England später in Deutschland und Russland erzielt worden.

Die theoretischen Verfahren reichten aber nicht aus, besonders schwierige Fragen der Brückendynamik restlos zu beantworten.

Die scheinbar geringe Leistungsfähigkeit der Theorie war der Anlass, dass man in der zweiten Epoche, die etwa seit 1920 zählt, den dynamischen Problemen versuchstechnisch beizukommen bestrebt war. Das Ergebnis dieser Bemühungen sind ausgezeichnete Werkzeuge zur Messung der Schwingungen und zur Feststellung des dynamischen Verhaltens der Bauwerke.

Es scheint aber, dass auch auf diesem Wege keine endgiltigen und eindeutigen Ergebnisse, die dem Ingenieur bei der Bemessung der Brückenbauwerke dienen könnten, gewonnen werden konnten.

Und nun stehen wir am Beginn der jüngsten, dritten Phase, die mit der Erkenntnis ihren Anfang genommen hat, dass nur in der Zusammenarbeit von Theorie und Versuchsforschung jene Lösung liegt, die zum Erfolge führen kann.

Ohne Arbeitshypothese ist keine gedeihliche Versuchsforschung möglich, das ist eine alte Erfahrung jeder Wissenschaft. Wir sind mit der Theorie so weit, dass der Versuchsforschung eindeutige und klare Fragen gestellt werden können. Umgekehrt verfügen wir heute über die Apparate, die die Beantwortung dieser Fragen durch den Versuch ermöglichen. Eine Kooperation von Theorie und Versuch muss daher zum Gelingen führen.

Mein Referat hat den Zweck gehabt, Ihnen einiges von dem vorzuführen, was von der theoretischen Seite her zu der zukünftigen gemeinsamen Arbeit

beigetragen werden kann. Der gegenwärtige Stand der Versuchsforschung sowie Bedeutung und Anwendung der Messapparate werden Ihnen in den andern ausgezeichneten Referaten vorgeführt werden.

Wir alle hoffen, dass unsere heutige Tagung der Auftakt sei zu einer erfolgreichen Zusammenwirkung von theoretischer Dynamik und Versuchsforschung, um das viel umstrittene Gebiet der Bauwerksdynamik zu klären.

### Traduction.

Dans sa conclusion, le Professeur Timoshenko a exprimé un avis, que j'aurais fort bien pu adopter comme titre de mon rapport; je veux parler de la nécessité qu'il a exprimée d'une collaboration étroite entre la théorie, d'une part et la recherche expérimentale, d'autre part.

Dans l'histoire de la dynamique de la construction, qui, jusqu'à il y a peu de temps encore, était essentiellement une dynamique du pont, on peut distinguer trois phases très nettes. Dans la première phase, des ingénieurs qualifiés se sont efforcés de jeter les bases de la dynamique, en se basant sur des considérations d'ordre théorique. De remarquables progrès ont pu être réalisés dans ce domaine, tout d'abord en France et en Angleterre, puis, plus tard, en Allemagne et en Russie.

Les notions théoriques ne sont pas toutefois suffisantes pour résoudre dans leur intégralité les problèmes qui se posent, en particulier, dans le domaine de la dynamique du pont.

La faiblesse de la théorie apparut, vers 1920, date qui marque le début de la deuxième phase, lorsque l'on tenta d'aborder, par la voie expérimentale, l'étude des problèmes dynamiques. Les efforts accomplis dans ce sens ont abouti à l'établissement d'appareils remarquables pour la mesure des oscillations et pour la détermination du comportement dynamique des ouvrages.

Il semble toutefois, que, dans cette voie également, il ne soit pas possible d'aboutir à des résultats absolument effectifs et définitifs, susceptibles de fournir à l'ingénieur une base effective pour le calcul des ouvrages.

Nous entrons maintenant dans la troisième phase, dont le début est marqué par la notion que nous avons actuellement que ce n'est que grâce à une liaison étroite entre la théorie et la recherche expérimentale que l'on pourra établir un programme de travail assurant le succès.

J'estime qu'il est d'ailleurs impossible de se livrer à des recherches expérimentales profitables sans hypothèse de départ; c'est là un fait d'expérience courante en matière scientifique. Nous avons déjà poussé la théorie assez loin pour pouvoir poser à la recherche expérimentale des questions précises. Réciproquement, nous disposons actuellement d'appareils qui permettent de répondre expérimentalement à ces problèmes. Une collaboration, une fusion entre la théorie et la recherche expérimentale doivent donc nous conduire au succès.

Mon Rapport avait précisément pour objet de vous montrer un exemple partiel de la contribution que l'on peut apporter, du côté de la théorie, à ce travail en commun. Du côté expérimental, on vous a également indiqué, dans

des Mémoires d'ailleurs remarquables, la position actuelle des investigations, ainsi que l'importance des appareils de mesure et leur domaine d'application,

Nous souhaitons tous que cette Réunion marque l'aube d'une fructueuse collaboration entre l'étude théorique et la recherche expérimentale, pour le défrichage total de ce domaine si disputé de la Dynamique des ouvrages.

## V 2

**NOUVELLES MÉTHODES DE MESURE DANS LA DYNAMIQUE DES  
PONTS ET CHARPENTES**  
**NEUERE DYNAMISCHE MESSVERFAHREN IM BAUWESEN**  
**NEW METHODS FOR DYNAMICAL MEASURING ON STRUCTURES**

Reichsbahnrat Dr. Ing. **Rudolf BERNHARD**,  
Reichsbahnzentralamt, Berlin.

Voir « Publication Préliminaire », p. 453. — *Siehe « Vorbericht », S. 453.*  
See " Preliminary Publication ", p. 453.

### Participants à la discussion

*Diskussionsteilnehmer*

### Participants in the discussion :

- a) Appareils servant à mesurer l'action des charges dynamiques sur les constructions  
*Apparate zur dynamischen Bauwerksuntersuchung.*  
Apparatus for making dynamic investigations on structures.

**S. TIMOSHENKO**,

Professor of Engineering University of Michigan, Ann Arbor (Michigan).

The instrument described here was developed for use as a stress recorder, but it could be adapted to a wide range of applications. The original instrument was conceived and designed by J. G. Ritter.

Principle of Operation : The principle on which the instrument operates can be seen from fig. 1.  $U_1$  and  $U_2$  are laminated iron cores which are attached rigidly to the base of the instrument. A is a laminated iron armature attached to a slide which moves relative to the base. When such a motion occurs, the air gap between A and  $U_1$  increases and that between A and  $U_2$  decreases, or vice versa. This changes the reluctance of the magnetic paths in  $U_1$  and  $U_2$  and consequently changes the impedances of the two coils which are wound on them. The coils on  $U_1$  and  $U_2$  and the resistances  $R_1$  and  $R_2$  form a Wheatstone Bridge. When the coils are thrown out of balance, current passes through the meter.