

Probebelastung einer historischen Stahlbrücke in Budapest

Autor(en): **Szittner, Antal / Halász, Otto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **46 (1983)**

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-35835>

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.

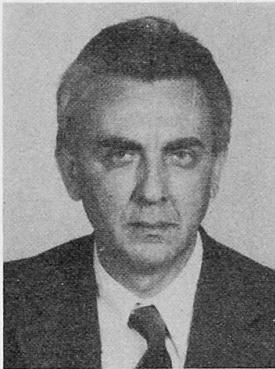
Probebelastung einer historischen Stahlbrücke in Budapest

Test Loading of an Historical Steel Bridge in Budapest

Essai de charge d'un pont historique à Budapest

Antal SZITTNER

Dr.-Ing.
Technische Universität
Budapest, Ungarn



Antal Szittner, geboren 1926, promovierte als Bauingenieur an der TU Budapest. Er arbeitet seit 1959 am Lehrstuhl für Stahlbau der TU Budapest, als wiss. Hauptmitarbeiter. Sein Hauptarbeitsgebiet: Experimentelle Spannungsanalyse, Modelluntersuchungen, Ueberprüfung der Brückenkonstruktionen mittels Probelastung auf dem Gebiet der Stahlkonstruktionen.

Otto HALÁSZ

Dr.-Ing.
Technische Universität
Budapest, Ungarn



Otto Halász, geboren 1927, promovierte als Bauingenieur an der TU Budapest. Professor und Inhaber des Lehrstuhls für Stahlbau der TU Budapest, Dekan der Fakultät für Bauwesen. Forschungsgebiet: Stabilitätstheorie und Traglastverfahren von Stahlkonstruktionen. Korrespondierendes Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der an einer Seitenöffnung der Margareten-Brücke durchgeführten Messungen wird eine Prüfmethode zur Erfassung der Tragfähigkeit von Brücken vorgestellt, bei denen das Kräftespiel wegen des komplizierten Trägeraufbaus auf rechnerischem Wege nicht genügend gut nachgewiesen werden kann und die sichere Weiterführung des Verkehrs aus dem Gesichtspunkt des Denkmalschutzes erwünscht ist.

SUMMARY

Based on the loading test carried out on a side-span of the Margaret Bridge in Budapest, a method for checking the carrying capacity of bridges is presented. It can be applied when the complicated set up of the structure does not allow a reliable computational analysis and the bridge, as a historical monument, should carry increased traffic.

RESUME

Sur la base d'un essai de charge d'une travée latérale du pont Marguerite à Budapest, une méthode est présentée pour la détermination de la capacité portante des ponts dont la structure est très compliquée et dont l'analyse statique ne donne pas de résultats satisfaisants. L'augmentation du trafic doit être pris en compte sur un pont qui a un caractère de monument historique.

EINLEITUNG

Alle Donau-Brücken in Budapest wurden während des zweiten Weltkrieges zerstört, doch einige Brückenteile wurden bei dem Wiederaufbau eingebaut und auch die nicht zerstörten Öffnungen mit der originalen Konstruktion erneuert.

Im Laufe der seitdem vergangenen 30-35 Jahre ist der Verkehr und die Belastung der Brücken bedeutend gewachsen, und so hat sich die Überprüfung der Brücken als notwendig erwiesen, was besonders bei den alten Baudenkmal-Konstruktionen viele Probleme hervorgerufen hat.

1. ÜBERPRÜFUNG DER BAUDENKMALBRÜCKEN

Die Feststellung des Kräftespieles der älteren Brückenkonstruktionen ist mit den gewöhnlichen Rechenmethoden im allgemeinen nicht, oder nur mit grober Näherung möglich, weil

- die genaue Materialqualität und Zustand nicht bekannt,
- das mathematische Modell wegen der verwickelten Trägerkonstruktionen problematisch,
- die Mitwirkung zwischen den Hauptträgern (Querverteilung), und die Mitwirkung zwischen den Hauptträgern im Fahrbahn nicht genau feststellbar ist.

Die Auflösung dieser Ungewissheiten ist nur mit den Methoden der experimentellen Spannungsanalyse mit den auf der tatsächlichen Konstruktion durchgeführten Messungen (Probelastung) möglich.

2. ÜBERPRÜFUNG DER MARGARETENBRÜCKE VON BUDAPEST

Die entwickelte Methode, die auch bei der Überprüfung anderer älteren und neueren Brücken angewandt wurde, ist durch das Beispiel der an der Margareten-Brücke in Budapest durchgeführten Messungen vorgestellt.

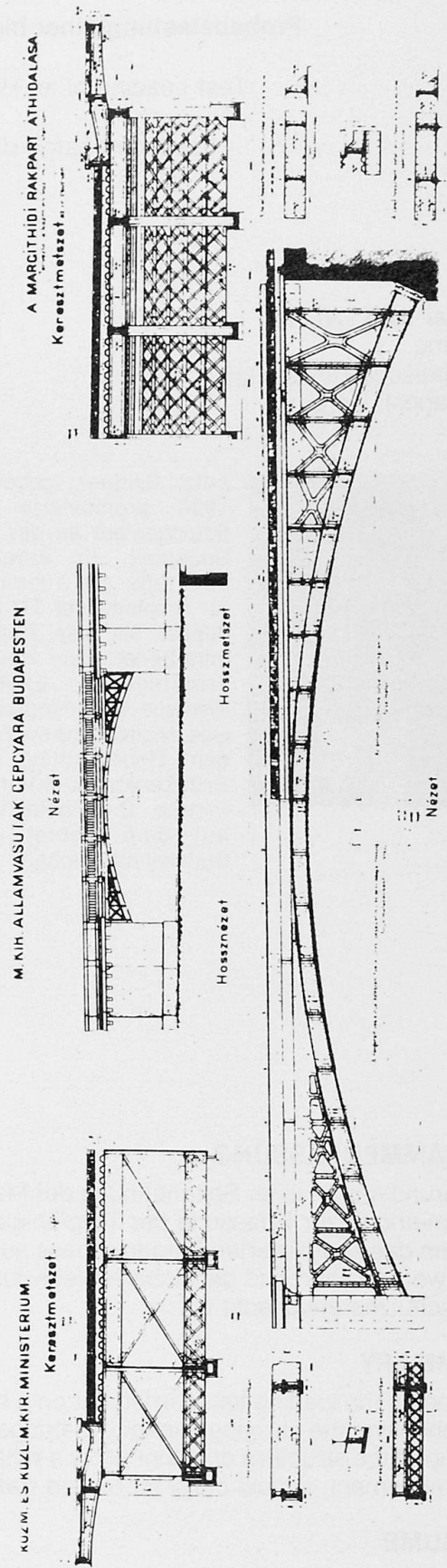


Abb. 1. Seitenöffnung der Margareten-Brücke in Budapest



2.1. Die Konstruktion

Die originale Konstruktion der Margareten-Brücke wurde nach den Plänen von Gouin und Komp. aus Paris im Jahre 1872-76 erbaut. Die sechs Hauptöffnungen über der Donau waren mit zwei Nebenöffnungen von 20,66 m Spannweite zusammengebaut, die schon in Ungarn hergestellt waren (Abb. 1). Die Nebenöffnungen wurden als Zweigelenkbogen, die Hauptöffnungen als eingespannte Bogen gebaut.

Die Hauptöffnungen wurden im zweiten Weltkrieg gesprengt, während die Seitenöffnungen unbeschädigt geblieben sind. Nach dem Wiederaufbau der Brücke wurden die Seitenöffnungen etwas verbreitert, sonst aber in originaler Form in Betrieb genommen.

2.2. Rechnerische Überprüfung

Die Brücke wurde aus Puddeleisen gebaut. Die Fahrbahnplatte mit Steinwürfel-Belag stützt sich auf die Längsträger mit der Vermittlung von Zores-Eisen und Querträgern II. Ordnung. Die Längsträger sind in der Öffnungsmitte mit dem Bogen vereinigt und so sind die Bögen erhöht. Bei der Umgebung der Kämpfer sind die Bögen und Längsträger mit Kreuzstreben-Fachwerk verbunden. Wegen der umsteigender Fahrbahnplatte ist die Konstruktion unsymmetrisch. So ist die Hauptträger-Konstruktion statisch mehrfach unbestimmt, und ausserdem ist die statische Unbestimmtheit nicht eindeutig definierbar. Dementsprechend musste man die statische Berechnung auch bei der Rekonstruktion mit bedeutender Vernachlässigung durchführen.

Die wichtigsten Vernachlässigungen waren:

- die Last-Querverteilung zwischen den Hauptträgern wurde mittels Zweistützbalken gerechnet,
- die Kreuzstreben-Gitterung, und
- die Mitwirkung der Fahrbahnplatte wurde nicht in Betracht genommen.

2.3. Feststellung der Brücken-Tragfähigkeit mittels Probelastung

Wegen der bedeutenden Vernachlässigungen konnte die notwendige Tragfähigkeit nicht bewiesen werden, darum sollte das wirkliche Kräftespiel und die wirkliche Tragfähigkeit der Brücke mit den Methoden der experimentellen Spannungsanalyse, mit Probelastung festgestellt werden. Im Rahmen der mit Dehnungs- und Durchbiegungsmessungen durchgeführten Probelastungen wurde

- die Querverteilung zwischen Hauptträgern,
- das wirkliche Kräftespiel des Hauptträgers,
- der Einfluss der Mitwirkung der Hauptträger und Fahrbahn,
- das dynamische Verhalten der Brücke beobachtet.

2.3.1. Querverteilung

Die Untersuchung wurde mit in den Bogenvierteln auf den unteren Gurt aufgeklebten Dehnungsmess-Streifen durchgeführt. Die Position der in der Brückenhälfte stehenden LKW wurde in Querrichtung verändert. Dehnungen, bzw. Spannungen an den Hauptträgern deren Proportion die Erfassung der tatsächlichen Querverteilungsumständen ermöglichte, wurden inzwischen gemessen.

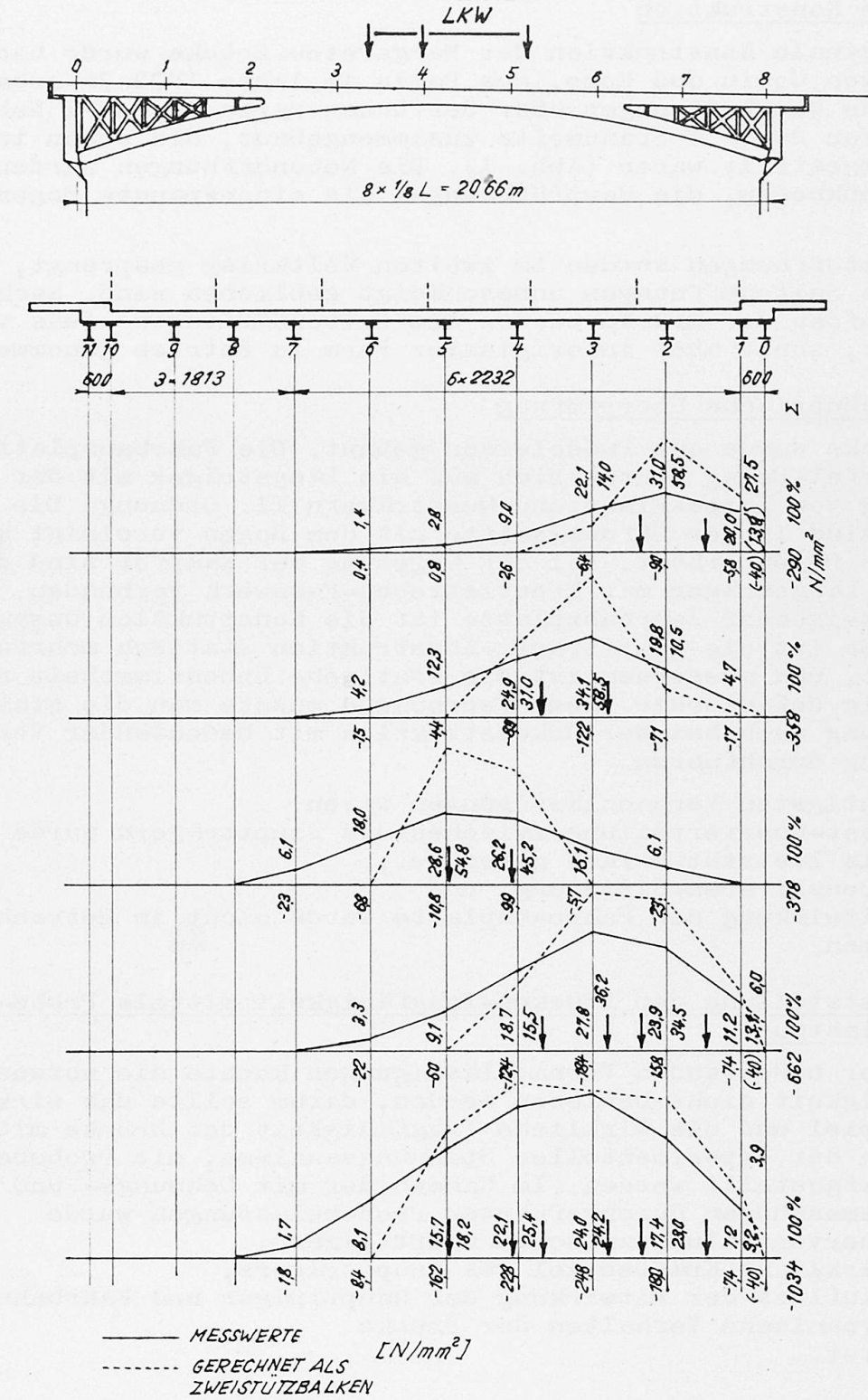


Abb. 2. Spannungen auf dem unteren Gurtblech der Bogenträger in dem Viertelquerschnitt

Die Resultate der Spannungsmessungen sind in Abb.2 wiedergegeben, wodurch die starke Zusammenwirkung der Hauptträger bewiesen werden konnte. So konnte es auch festgestellt werden, dass die Vernachlässigung der wirklichen Querverteilung auch im Falle mehrerer Belastungswagen zu hohe, nicht reale Beanspruchungen mitbringt. Ähnliche Untersuchungen wurden auch im Mittelquerschnitt durchgeführt, sowohl mit Spannungsmessungen, als auch mit Durchbiegungsmessungen.

2.3.2. Lastenzug-Einflussfläche

Die Bemessung der Brückenkonstruktionen ist im allgemeinen mit Hilfe von Einflusslinien vollzubringen. Die theoretische Einflusslinie ist auch experimentell sehr schwierig herzustellen. Dies zu ersetzen haben wir bei dieser Brücke, ähnlich, wie früher bei anderen, die Feststellung der sogenannten Lastenzug-einflusslinien bzw. Lastenzugeinflussfläche gewählt.

Während der Ermittlung der Einflussfläche bewegte sich ein genau gewogener LKW auf der 6-spurigen Fahrbahnplatte in jeder Spur in gleicher Richtung und blieb mit seiner Vorderachse immer im Achtel der Brückenspannweite stehen. Bei diesen Laststellen wurden die Spannungen und die Durchbiegungen in mehreren Querschnitten bzw. in mehreren Punkten des Querschnittes gemessen. Die Messergebnisse eines Messgebers als Funktion der verschiedenen Laststellen aufgezeichnet liefern die Lastenzug-Einflussflächen. Die Einflussflächen demonstrieren die Wirkung der Laststellen in Längs- und Querrichtung sehr gut, und zeigen auch die wirkliche Beanspruchung bzw. Spannung in den gemessenen Punkten.

Als Beispiel ist im Abb.3 die Spannungs-Einflussfläche im Viertelquerschnitt des Untergurtes dargestellt.

2.3.3. Lastenzug-Einflusslinie

Die gemessenen Einflusslinien-Ordinaten mit den gerechneten Werten zu vergleichen, wurden einige Laststellen ausgewählt. Das linke Rad des LKW bewegte sich über dem Hauptträger No.4, und blieb in jedem Achtel-Querschnitt stehen. Die rechnerischen Spannungen sind mit Hilfe der Moment-Einflusslinie auf Punkt 29 bzw. 31 eines Zwischenbogens festgestellt. Die ausgerechneten Momente wurden mit den Querverteilungs-Koeffizienten nach Abb.2 reduziert und die Randspannungen mit verschiedenen Widerstandsmomenten errechnet. Die Widerstandsmoment-Varianten waren:

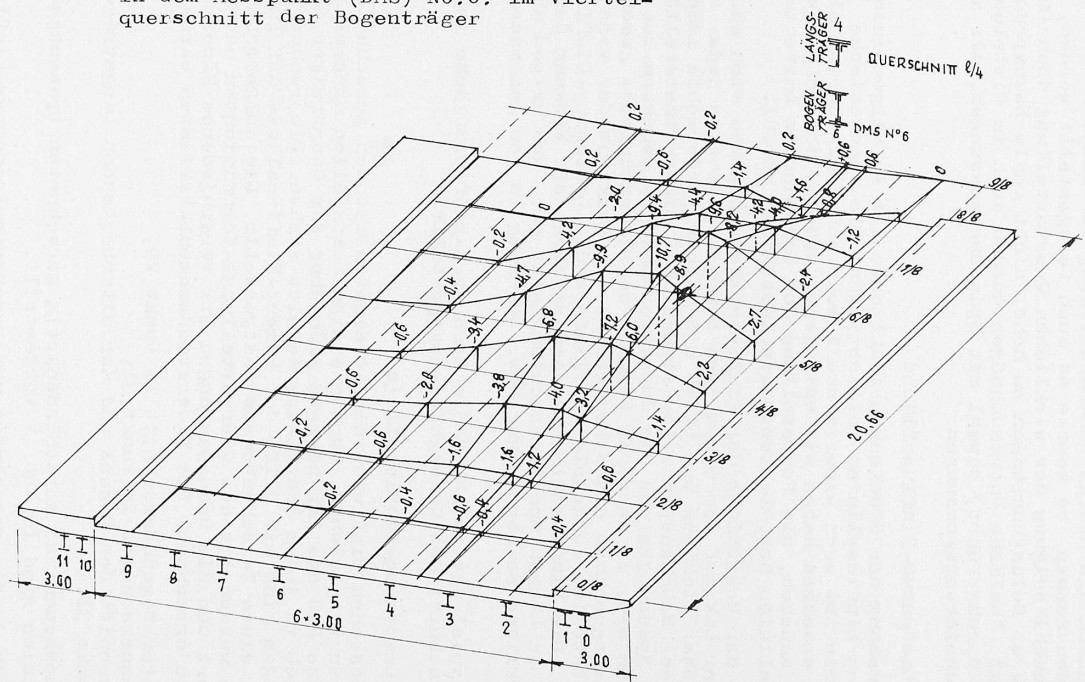
- erhöhter Bogenquerschnitt im Punkt 29,
- Bogenquerschnitt im Punkt 31,
- Querschnitt des Bogens und der mitarbeitenden Längsträger im Punkt 31.

Die gemessenen und verschiedenartig gerechneten Spannungs-Einflusslinien sind in Abb. 4 vorgestellt.

Ebenso wurde die gerechnete und gemessene Spannungs-Einflusslinie für den Mittelquerschnitt aufgezeichnet.

Aus den Abbildungen ist es zu sehen, dass eine bedeutende Abweichung auf die sichere Seite zwischen den gerechneten und gemessenen Randfaser-Spannungen bei beiden Querschnitten sich befindet. Die Abweichung ist bei dem Mittelquerschnitt nur quantita-

Abb. 3. Lastenzug-Einflussfläche der Spannungen in dem Messpunkt (DMS) No.6, im Viertelquerschnitt der Bogenträger



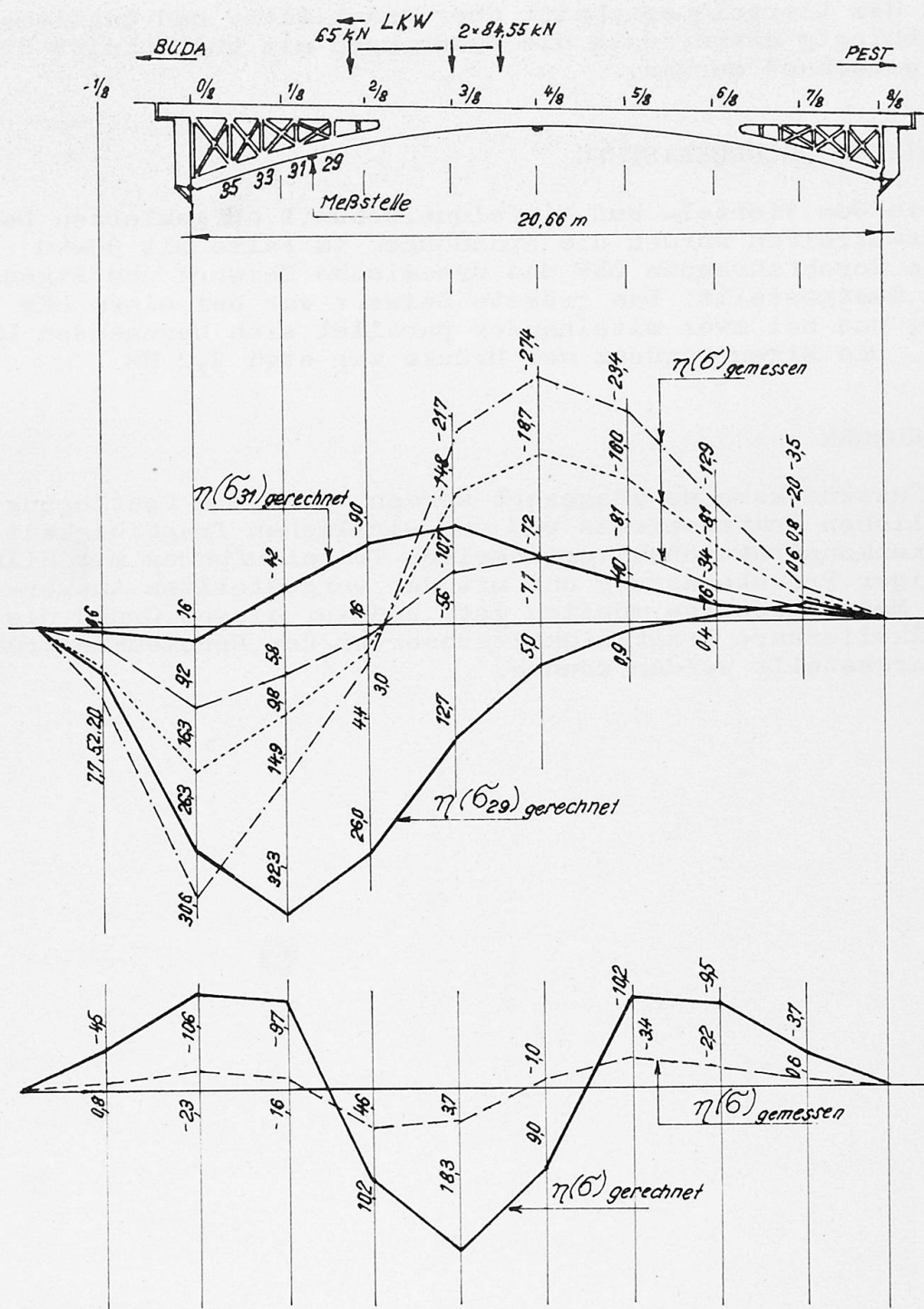


Abb. 4. Gerechnete und gemessene Lastenzug-Einflusslinie der Randfaser-Spannungen (N/mm^2) in dem Viertel- und Mittelquerschnitt der Bogenbrücke



tiv, bei dem Viertelquerschnitt aber quantitativ und qualitativ, unabhängig davon, dass die Spannungen mit Querschnitt 29 oder 31 gerechnet wurden.

3. DYNAMISCHE PROBEBELASTUNG

Mit den in dem Viertel- und Mittelquerschnitt aufgeklebten Dehnungsmess-Streifen wurden die Spannungen im Falle mit 30-40 km/Stunde durchfahrenden LKW das dynamische Beiwert und Eigenfrequenz festgestellt. Das grösste Beiwert war bei einem LKW $\Psi = 1,06$, und bei zwei miteinander parallel sich bewegenden LKW $\varphi = 1,16$. Die Eigenfrequenz der Brücke war etwa 3,2 Hz.

4. FOLGERUNGEN

Zusammenfassend kann es ausgesagt werden, dass die Festlegung des wirklichen Kräftespieles und der wirklichen Tragfähigkeit der Brückenkonstruktionen verwickelten Trägeraufbaues mit Hilfe sorgfältiger Probelastung und mit der vorgestellten Auswertung der Messergebnisse möglich ist, und auf diesem Grund die nicht kalkulierbare Tragfähigkeitsreserven der Brückenkonstruktionen dargestellt werden können.