

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

**Band:** 10 (1976)

**Artikel:** Optimierung von Eisenbahnfachwerkbrücken

**Autor:** Schindler, Antonin

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-10426>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

**Optimierung von Eisenbahnfachwerkbrücken**

Optimization of railway truss girder bridges

Optimisation de ponts ferroviaires en treillis

ANTONIN SCHINDLER  
Professor, Ing., DrSc  
Technische Universität Praha  
Praha, CSSR

**1. Grundsätzliches**

Bei den praktischen Optimierungsaufgaben kann man grundsätzlich drei verschiedene Verfahren anwenden [1].

Bei dem ersten Verfahren werden einige zweckmässig ausgewählte Varianten durchgearbeitet und die Ergebnisse miteinander verglichen. Ein erfahrener Entwurfsingenieur gewinnt auf diese Weise mit erträglichem Arbeitsaufwand eine ausreichende Übersicht.

Bei dem zweiten Verfahren versucht man, die Beziehungen zwischen der vorgegebenen Belastung und Geometrie der Konstruktion einerseits und Konstruktionsabmessungen oder Kosten andererseits mathematisch zu erfassen. Eine ausführliche Beschreibung der dazu anwendbaren mathematischen Methoden ist im Einführungsbericht dargelegt [2]. Jedoch weist dieser mathematischer Weg zwei grundsätzliche Nachteile auf. Durch die unumgängliche Vereinfachung und Idealisierung zu komplizierter mathematischer Beziehungen werden die Ergebnisse in meist unübersehbarer Weise unscharf und gelegentlich sogar fehlerhaft. Ferner ist der praktische Entwurf einer Konstruktion durch die vorgegebene Dispositionsforderungen, das Walzprogramm, die Standartsbestimmungen, verschiedene Konstruktionsrichtlinien und übliche Durchführung der Details usw. weitgehend eingengt. Die Möglichkeit der Anwendung der allgemeinen mathematischen Methoden [2], die meist nur durch Einsatz moderner Computer denkbar ist, ist bei praktischen Beispielen oft nicht gegeben.

Daher wurde in letzter Zeit ein drittes Optimierungsverfahren entwickelt [1], das die Kapazität moderner Computer in anderer Weise ausnützt und die Vorteile der beiden beschriebenen Methoden vereinigt. Man stellt dabei ein Programm auf, das den Entwurfs- und Bemessungsprozess des untersuchten Konstruktionsstypus nachbildet. Dabei ist es nicht schwierig, z.B. die richtigen Werte der Knickzahl, die Abstufung des gültigen Walzprogrammes, verschiedene Richtlinien und Normbestimmungen, übliche Konstruktionsdetails usw. zu berücksichtigen. Durch Variieren der Eingangsparameter stellt man ziemlich leicht den Bereich von optimalen Lösungen

fest, die dem angestrebten Minimum der Untersuchten Zielfunktion (Materialverbrauch oder Kosten oder Arbeitsaufwand) nahe liegen.

## 2. Praktische Anwendung des neuen Verfahrens bei Stahlbrücken

Das neue Verfahren wurde zuerst zur Optimierung der Verbundträger angewandt. Hier hängt der Stahlverbrauch praktisch nur von der Höhe des Trägers und von der Schlankheit seines Steges ab. Daher konnte man hier unter Verbrauch von wenigen Minuten der Computerzeit die optimalen Querschnitte von Eisenbahn- oder Strassenbrücken, für Verbundträger oder auch Verbundkastenträger feststellen.

Bei Fachwerkbrücken war die Anwendung des neuen Optimierungsverfahrens durch die grössere Zahl der Eingangsparameter umständlicher. Es wurden die üblichen Trägerform nach Abb.1, drei Fahrbahntypen (offene Fahrbahn, direkt befahrene mit den Hauptträgern mit-

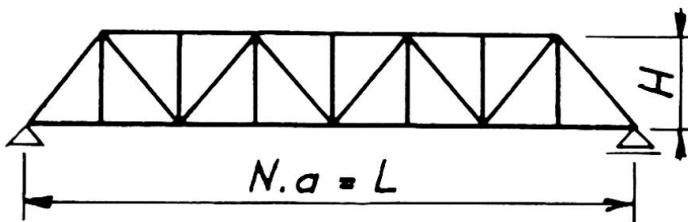


Abb.1

wirkende Blechfahrbahn und durchgehendes Schotterbett auf einer mitwirkender Blechfahrbahn), mit geschlossenem oder offenem Brückenquerschnitt, Ein- und Zweigleisbrücken und wirtschaftliche Kombination der Stahlsorten St 37 und St 52 bis zur Spann-

weite von  $L$  100 m untersucht. Es hat sich dabei eindeutig gezeigt, dass die optimale Trägerform mit dem minimalen Stahlverbrauch, evtl. minimalen Baukosten der tragenden Konstruktion vor allem von der Spannweite  $L$ , von der Felderzahl  $N$ , von der Trägerhöhe  $H$  und von der Höhe  $v$  der idealisierten Stabquerschnitte (Abb.2) abhängt, während der Einfluss der evtl. beschränkten Konstruktionshöhe des Fahrbahnrostes und der Grösse des Konstruktionbeiwertes vernachlässigbar klein erscheint.

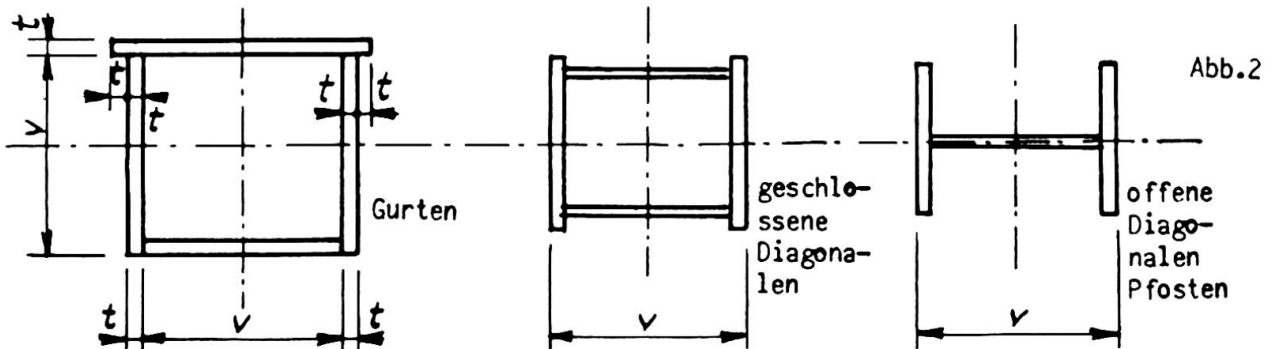


Abb.2

Das Programm wurde so aufgestellt, dass nach der Angabe von  $L$ ,  $N$  und Eigengewicht der Fahrbahn zuerst die geometrische Form für eine ziemlich niedrige Trägerhöhe  $H$  berechnet wurde, dann wurden die Längs- und Querträger berechnet und dimensioniert. Nach der Ermittlung von Stabkräften wurden einzelne Stabquerschnitte mit ziemlich kleinem Wert von  $v$  dimensioniert. Das resultierende Gesamtgewicht wurde mit dem anfänglichen aus empirischer Formel eingesetzten Wert verglichen; wenn der Unterschied grösser als der vorgegebene Wert war, wurde die ganze Dimensionierung mit korrigierten Werten wiederholt. Zuletzt wurde die Durchbiegung kontrolliert und die Anstrichsfläche festgestellt.

Im weiteren Schritt vergrässerte das Computer des Ausgangswert  $v$  um  $\Delta v$ , wodurch die Senkung der Zielfunktion  $Z$ , d.h.

des Stahlverbrauches oder der Kosten erzielt wurde. Man wiederholte dann die Vergrößerung von  $v$  einigemal, bis das Minimum von  $Z$  erreicht wurde. Dadurch wurde das Optimum für bestimmte Höhe  $H$  festgestellt.

Nachher vergrößerte das Computer den Ausgangswert  $H$  um  $\Delta H$ , wodurch wieder die Senkung des Wertes  $Z$  erreicht wurde; diese Iteration wurde so lange wiederholt, bis der Endwert von  $Z$  grösser war als sein Wert bei dem ersten Iterationschritt (Abb.3).

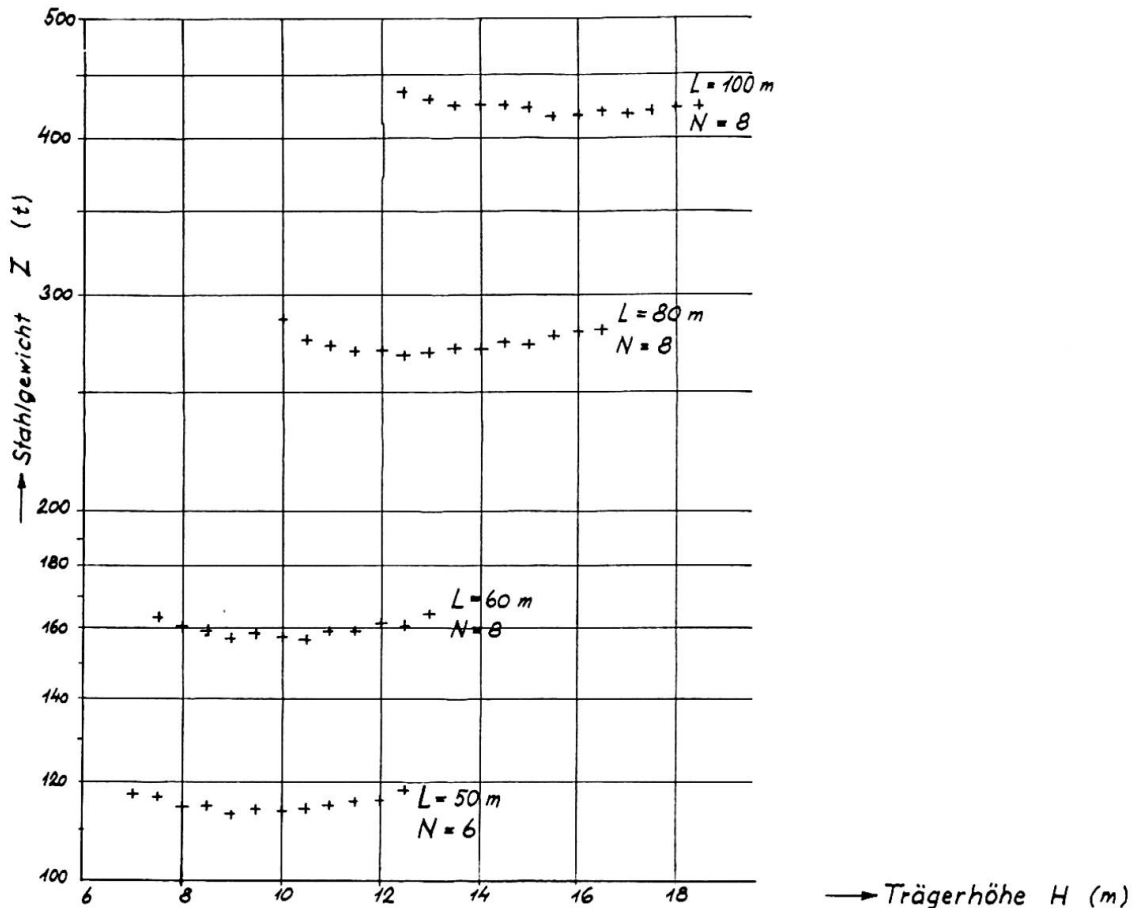


Abb.3

Der Abb. 3 kann man entnehmen, dass die Streuung der Werte  $Z$  in der Umgebung vom Minimum sehr flach ist und somit die Grösse von  $Z$  auf kleine Variationen der Trägerhöhe  $H$  nicht empfindlich ist. Deshalb ist es angebracht, nicht von einer optimalen Höhe zu sprechen, sondern von dem Bereich  $B$  von optimalen Höhen, dessen Breite durch die Differenz  $\Delta Z$  festgelegt wird (Abb.4). Zum Beispiel für die Differenz von  $\Delta Z = 0,02 Z$  wurden die unteren und oberen Grenzen des Bereiches von optimalen Höhen wie folgt festgestellt :

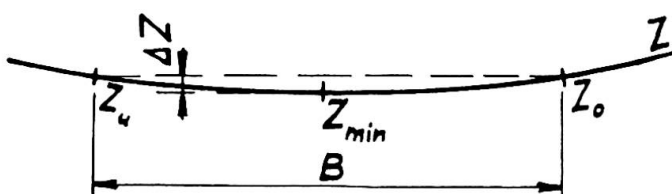


Abb.4

Querschnitt der Brücke	Spann- weite  L  (m)	Feld- teilung  N  (-)	offene Fahrbahn		direkt befahrene Fahrbahn		durchgehendes Schotterbett	
			Grenze des Bereiches der optimalen Höhe H/L					
			untere	obere	untere	obere	untere	obere
offen	50	8	1/8,5	1/6,0	1/9,1	1/6,3	1/9,3	1/5,8
geschlossen	50	8	1/7,1	1/4,9	1/7,4	1/4,9	1/7,5	1/4,8

Was die optimale Kombination des üblichen Stahles St 37 mit Stählen höherer Festigkeit betrifft, ist deren Einsatz nur bei jenen Stäben wirtschaftlich, bei welchen die Stahlverbrauchser-sparnis höher als der zuständige Preisunterschied der fertigen Kon-struktion ist. Somit ist es wirtschaftlich, bei Spannweiten von 40 bis 100 m, bei offenen Fahrbahnen beide Gurtungen, bei einer Blechfahrbahn die obere Gurtung und die Längsträger aus St 52 zu entwerfen, sowie auch die "schweren" Diagonalen in der Nähe von Stützen der Brücken mit grösseren Spannweiten.

### 3. Folgerungen

Es wurde gezeigt und am Beispiel einer Eisenbahnbrücke demon-striert, dass bei den Konstruktionen, deren Kosten nur von wenigen Eingangsparametern abhängen, während viele andere Parameter der Konstruktion mit der Spannweite, mit dem Konstruktionstyp und -zweck zusammenhängen und nicht viel veränderlich erscheinen, vor-teilhaft ist, das Berechnungs- und Bemessungsprozess des Entwurf-ingenieurs in einem Computerprogramm nachzuziehen und den Bereich der optimalen Lösungen durch Variieren der Eingangsparameter fest-zustellen.

### Literatur:

- [1] Schindler, A.: Zur Optimierung von Stahlkonstruktionen. Bauplanung-Bautechnik, 22 (1968), H.8, S. 395-398
- [2] Templeman, A., B.: Optimization Concepts and Techniques in Structural Design. Introductory Report of X<sup>th</sup> Congress IABSE in Tokyo 1976, Zurich 1975, pp. 41-60

### ZUSAMMENFASSUNG

Es werden drei Optimierungsverfahren definiert und die Anwendung des dritten Verfahrens am Beispiel der Eisenbahnfachwerkbrücken erläutert.

### SUMMARY

Three ways of optimization are presented. An application is demonstra-ted on railway truss girder bridges.

### RESUME

On définit trois procédés d'optimisation. L'usage du troisième procédé est démontré pour des ponts ferroviaires en treillis.