

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

**Band:** 7 (1964)

**Artikel:** Einige Gesichtspunkte der Vorspannung von Stahlbrücken

**Autor:** Beer, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-7966>

### **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:** 15.10.2024

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

## IIIc1

### Einige Gesichtspunkte der Vorspannung von Stahlbrücken<sup>1)</sup>

*Some Aspects of Prestressing in Steel Bridges*

*Quelques aspects de la précontrainte des ponts métalliques*

H. BEER

o. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn., Technische Hochschule, Graz

Die Vorspannung von Stahlbrücken hat vier verschiedene Aufgaben zu erfüllen:

1. Verstärkung bestehender Brücken.
2. Anordnung von hochfesten Vorspanngliedern bei Neubauten zur Erzielung einer günstigen Spannungsverteilung im Bauwerk.
3. Einleitung eines Eigenspannungszustandes in die statisch unbestimmte Konstruktion durch Stützenverschiebungen mit hydraulischen Pressen.
4. Vorspannung von Seilkonstruktionen (Hängesystemen) zur Stabilisierung und Verhinderung des Schlaffwerdens von Seilen.

Zu den einzelnen Punkten ist folgendes zu bemerken:

#### *1. Verstärkung bestehender Brücken*

Sie wird in der Regel mit einer Vorspannung so kombiniert, daß ein Teil oder das gesamte Eigengewicht der Brücke durch Verstärkungsglieder — die auch aus gewöhnlichem Baustahl sein können — übernommen wird. Für die Verkehrslast tritt sodann das neue Gesamtsystem in Aktion. In diesem Zusammenhang müssen sowohl der Spannungs- und Formänderungszustand unter Gebrauchslast als auch die Tragsicherheit untersucht werden, wobei bei häufigem Lastwechsel auch noch Fragen der Materialermüdung zu behandeln sind. Schließlich ist noch die Sicherheit gegen Instabilwerden des Gesamtsystems und einzelner Bauglieder zu ermitteln, wobei auch die baupraktisch unvermeidlichen Imperfektionen zu berücksichtigen sind.

#### *2. Anordnung von hochfesten Spanngliedern bei Neubauten*

Diese Methode gestattet die Aufbringung eines Eigenspannungszustandes im Bauwerk vom entgegengesetzten Vorzeichen des Lastspannungszustandes. Man wird vor allem gezogenen Konstruktionsgliedern eine Druckvorspannung erteilen (Fig. 1), deren Höhe in der Regel durch die Knick- beziehungsweise

---

<sup>1)</sup> Teil des am Kongreß vorgetragenen Generalberichtes.

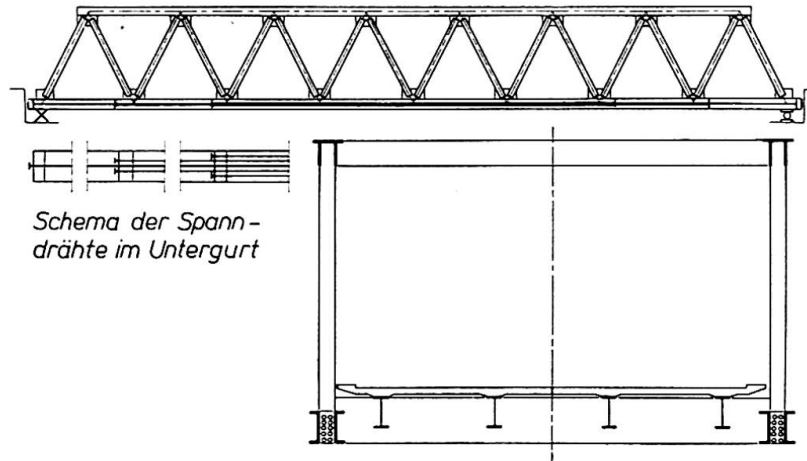


Fig. 1.

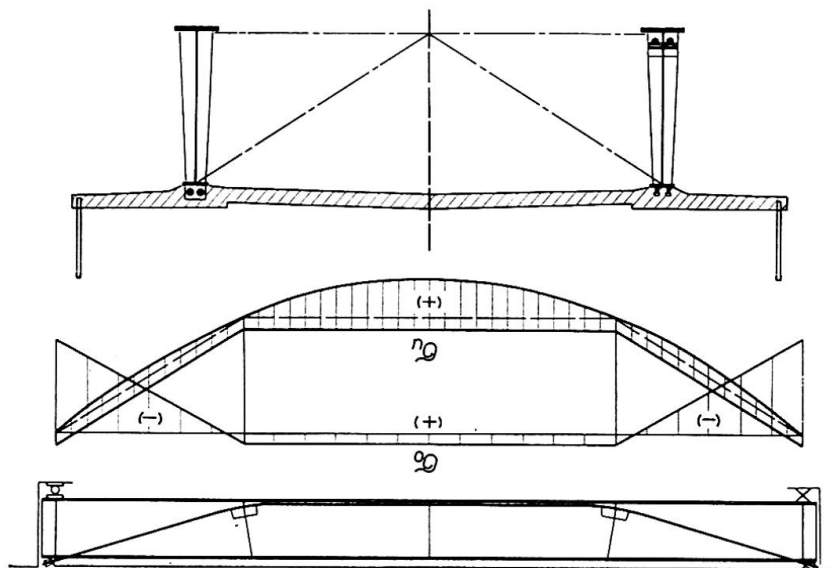


Fig. 2.

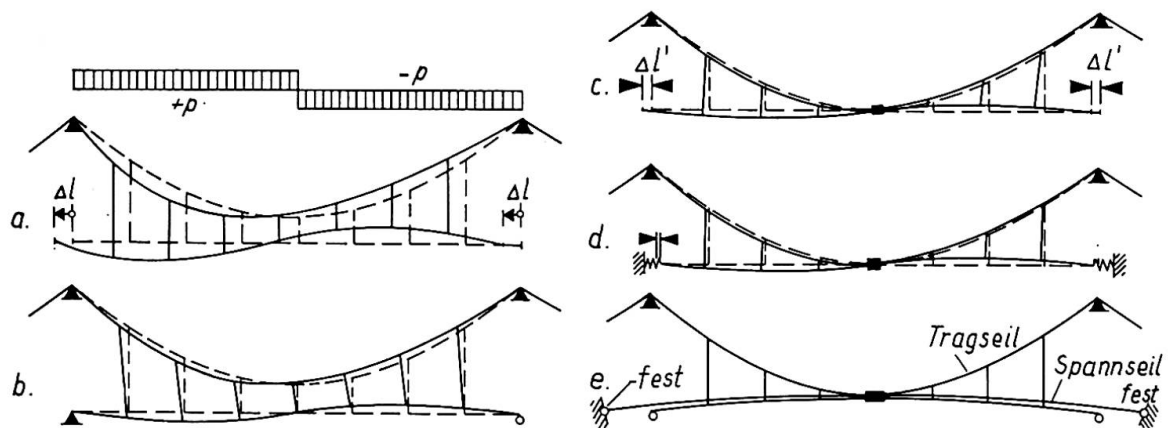


Fig. 3.

Kippsicherheit des Baugliedes begrenzt ist. Diese Sicherheit braucht unter Berücksichtigung aller Imperfektionen nur wenig größer als 1 zu sein, da dieser Spannungszustand schon durch das Eigengewicht abgebaut wird.

Während bei der Vorspannung von Fachwerkstäben in statisch bestimm-

ten Systemen in erster Linie der betreffende Stabzug (zum Beispiel Untergurt) die Vorspannung erhält und im übrigen System nur Spannungen sekundärer Natur infolge der Biegesteifigkeit der Knotenverbindungen und der Stäbe auftreten, ist bei der in Fig. 2 gezeigten Vorspannung mit polygonal geknickter Kabelführung das ganze System in einen Eigenspannungszustand versetzt, der sich dem Lastspannungszustand überlagert. Die Größe der Vorspannung kann so gewählt werden, daß der größte Teil der ständigen Last vom Vorspannkabel allein aufgenommen und die Nutzlast sodann durch das kombinierte System getragen wird. Auf diese Weise können sowohl einfache Balken als auch Durchlaufträger und Rahmensysteme wirtschaftlich vorgespannt werden.

Neben dem Spannungsnachweis im Vorspannzustand und unter maximaler Gebrauchslast ist bei vorgespannten Systemen auch ein Tragsicherheitsnachweis zu führen. Eine Dimensionierung nur unter Berücksichtigung der Tragsicherheit halte ich nicht für ausreichend, da die Kenntnis des Spannungs- und Formänderungszustandes unter Gebrauchslast unbedingt notwendig ist, um zu einer abschließenden Beurteilung der Brauchbarkeit des Bauwerkes zu kommen. Es ist besonders bei vorgespannten Systemen fraglich, ob die plastische Reserve im Tragwerk ausgenützt werden kann. Auch dem Stabilitätsnachweis kommt hier große Bedeutung zu. Die Wirksamkeit einer Vorspannung steht daher, trotzdem diese auf den Grenzzustand keinen unmittelbaren Einfluß hat, weil sich die Eigenspannungszustände infolge Plastizierung vor dem Zusammenbruch im allgemeinen ausgleichen, einwandfrei fest. Außerdem kann sich fallweise bei Plastizierung der Stahlkonstruktion noch ein nur aus Vorspannkabeln bestehendes tragfähiges System (Hängesystem) ausbilden, welches in der Lage ist, den Zusammenbruch zu verzögern, eine Tatsache, die bei der Festsetzung des Sicherheitskoeffizienten zu berücksichtigen ist.

### *3. Einleitung eines Eigenspannungszustandes durch Auflagerverschiebungen*

Dieser Art der Vorspannung kommt bei schiefen Brücken eine besondere Bedeutung zu, um entweder negative Auflagerdrücke ganz auszuschalten oder auf ein gewünschtes Maß zu reduzieren. Zur Verkleinerung von unerwünscht hohen Zugspannungen in der Stahlbetonfahrbahnplatte sowie zum Momentenausgleich im elastischen Bereich kann das Anheben beziehungsweise Absenken der Lager ebenfalls mit Vorteil angewandt werden. Ähnliche Betrachtungen lassen sich auch für Rahmen- und Bogentragwerke anstellen.

### *4. Vorspannung von Seilkonstruktionen*

Für die Vorspannung von aus Seilen aufgebauten Systemen hat ILJASEVITSCH interessante Beispiele gebracht. Sie dient dazu, um die Wirksamkeit der Seilkonstruktionen unter maximaler Belastung zu gewährleisten (Verhin-

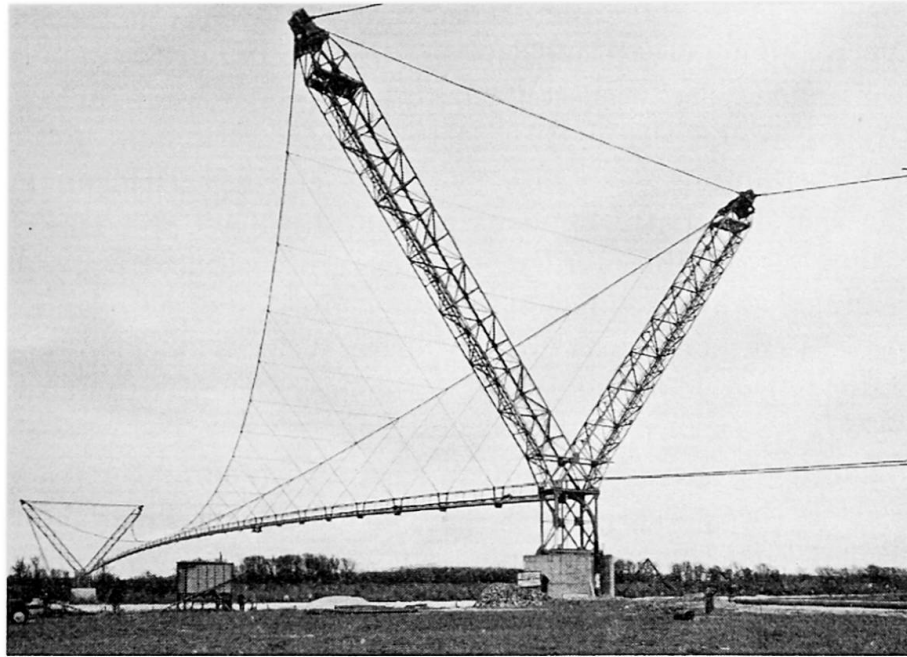


Fig. 4.

derung des Schlaffwerdens von Seilen) und um eine ausreichende Stabilität des Systems gegen aerodynamisch erregte Schwingungen zu erzielen. Fig. 3 zeigt die Stabilisierung eines Hängesystems durch Anordnung eines zusätzlichen Spannseiles, das mit dem Tragseil durch einen Mittelknoten fest verbunden ist. In Fig. 4 ist ein vom Verfasser gemeinsam mit der Firma Waagner-Biró AG entwickeltes System für eine Rohrbrücke dargestellt, das auch eine hohe aerodynamische Stabilität aufweist.

Besondere Beachtung verdient die *Tragsicherheit* von vorgespannten Systemen. SHU TIEN LI hat in seiner Arbeit gezeigt, daß die Ausnützung der zulässigen Spannungen für den Baustahl und den Vorspannstahl zu einer Herabsetzung der Sicherheit gegenüber den für nicht vorgespannte Konstruktionen gültigen Werten führen kann. Allerdings ist hier auch die Wahrscheinlichkeit der Abweichung der Spannungen von den Rechnungswerten maßgebend, die eng mit der Ursache ihres Auftretens in Zusammenhang steht. Man kommt dem Ziel einer kohärenten Bauwerkssicherheit näher, wenn man die spannungserzeugenden Faktoren mit Unsicherheitskoeffizienten versieht. Hierbei hat der Unsicherheitskoeffizient der Vorspannung sowohl die Ungenauigkeit ihrer Aufbringung als auch den Vorspannverlust infolge bleibender Verschiebungen der Anker- und Stützpunkte sowie Kriechen des Vorspannstahles zu berücksichtigen. Wie ILJASEVITSCH gezeigt hat, ist mit einem 5 bis 10%igen Vorspannverlust infolge Nachgiebigkeit der Verankerung und Kriechen des Vorspannstahls zu rechnen.

Die mit diesem Verfahren erhaltenen Spannungswerte werden dann jenen gegenübergestellt, die ein Unbrauchbarwerden des Bauwerkes bedingen, wobei auch die festigkeitsvermindernden Faktoren durch Unsicherheitskoeffizienten berücksichtigt werden müssen. Man wird zur erschöpfenden Beant-

wortung der Frage der Bauwerkssicherheit zwei Berechnungen durchzuführen haben. Die eine beschäftigt sich mit dem Spannungszustand an der Grenze des elastischen Bereiches, während die zweite jenen Grenzzustand untersucht, bei dem im Baustahl und gegebenenfalls auch im Spannstahl die Fließgrenze an so vielen Stellen erreicht wird, daß ein Mechanismus entsteht. Hat der Vorspannstahl keine ausgeprägte Fließgrenze, was meist der Fall ist, so wird man je nach der Form des Spannungs-Dehnungs-Diagrammes jene Spannung als maßgebend ansehen, die eine bestimmte bleibende Verformung hervorruft. Hierbei ist noch offen, ob man die 0,2-Dehngrenze nimmt oder eine andere Festlegung trifft. Je nach der Art der Vorspannung und der Wahl der Querschnittsverhältnisse sowie nach der Art der Belastung wird man die Spannung im Vorspannstahl mehr oder weniger ausnützen können. Eine allgemein gültige Regel läßt sich hier nicht geben.

Die Wirtschaftlichkeit einer vorgespannten Stahlkonstruktion kann nicht allein aus dem Vergleich der Gewichte, unter Berücksichtigung der Materialpreise, mit jenen einer nicht vorgespannten Konstruktion beurteilt werden. Man wird hierbei auch den konstruktiven Aufwand für die Einleitung der Vorspannung in die Stahlkonstruktion ebenso berücksichtigen wie die Kosten der Aufbringung der Vorspannkraft im Werk beziehungsweise an der Baustelle.

### **Zusammenfassung**

Der Diskussionsbeitrag geht kurz auf die Aufgaben der Vorspannung und die Wege zu deren Lösung ein. Die Vorspannung einzelner Konstruktionsglieder und ganzer Systeme sowie von Seilkonstruktionen wird kurz besprochen. Schließlich behandelt der Verfasser noch Probleme der Tragsicherheit von vorgespannten Konstruktionen.

### **Summary**

The paper presents a short review of the problems of prestressing and of possible means for their solution. The prestressing of single members and of structural systems, as well as of wire rope structures, are briefly discussed. Finally, the author deals with questions of safety and the limit design of prestressed structures.

### **Résumé**

L'auteur décrit brièvement divers modes d'utilisation de la précontrainte. Il discute la mise en précontrainte d'éléments d'ouvrages, d'ouvrages entiers et de systèmes formés de câbles. Pour terminer, il examine certains aspects de la sécurité et de la résistance à la ruine des constructions précontraintes.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide