Versuchergebnisse vorgespannter Strahlträger im elastischen und elastoplastischen Zustand

Autor(en): **Ferjencik, Pavel / Tochacek, Miloslav**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **10 (1976)**

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-10549

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Versuchsergebnisse vorgespannter Stahlträger im elastischen und elastoplastischen Zustand

Results of Tests of Prestressed Steel Beams in Elastic and Elastoplastic State

Résultats d'essais sur des poutres en acier précontraintes, à l'état élastique et élastoplastique

PAVEL FERJENCIK
Dozent, Dipl.-Ing., CSc
Fakultät für Bauwesen der Slowakischen Technischen Hochschule
Bratislava, CSSR

MILOSLAV TOCHACEK
Dipl.-Ing. CSc
Bauinstitut der Tschechischen TU Praha
Praha, CSSR

Ziel der Prüfungen sechs vorgespannter Walzträger war die Ermittlung der wirklichen Wirkung dieser Träger, im elastischen wie auch im elastoplastischen Zustand und der Vergleich der Ergebnisse mit der Theorie /1/. Es waren grundsätzlich diese Gründe für die Wahl der Walzträger: Überprüfung der Theorie an herstellungsmässig einfachen Elementen, die geringe Anschaffungskosten haben, und Überprüfung der Verstärkungsmöglichkeit so wie auch der Tragfähigkeitserhöhung der Walzträger durch vorgespannte hochfeste Zugbänder.

Verwendet wurden Walzträger I PE 30 aus Stahl 11 373 mit 3800 mm Spannweite. Auf der ganzen Spannweitelänge waren die Träger mit einem hochfestem Zugband aus patentierten Drähten 20 Ø P 4,5 mm vorgespannt; das Zugband lief unter dem Trägeruntergurtflansch, parallel mit diesem, Bild 1. Die Träger N 1 bis N 6

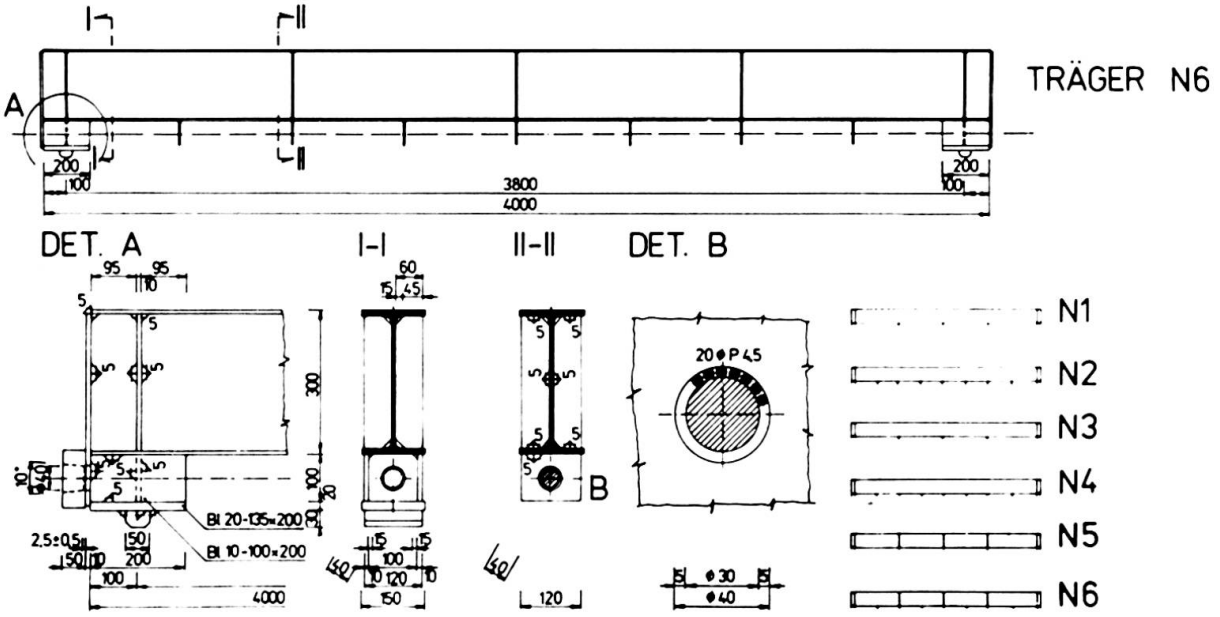


Bild 1. Prüfträger N 1 bis N 6

hatten unterschiedliche Zahlen der Stegdiafragmen, stabilisierenden Diafragmen unter dem Trägeruntergurtflansch und Einlagen im Zugbandinneren.

Die Ansicht der Gesamtanordnung der Prüfung ist am Bild 2 zu sehen. Oben sieht man den stützenden Hilfsträger, unten ist der Prüfträger, zwischen beiden Trägern sind drei Belastungspressen. Die Vorrichtung am Bild 2 rechts sichert die Stabilität der geprüften Konstruktion. Am Bild 3 ist das Zugband vom Ringquerschnitt an der Stelle des stabilisierenden Diafragma mit /Bild 3a/ und ohne /Bild 3b/ der pressenden Einlagen. Die Vorspannpistole /Bild 4/ stützte sich auf den ringförmigen Dynamometer, mit dem die Zugbandkraft kontrolliert wurde.

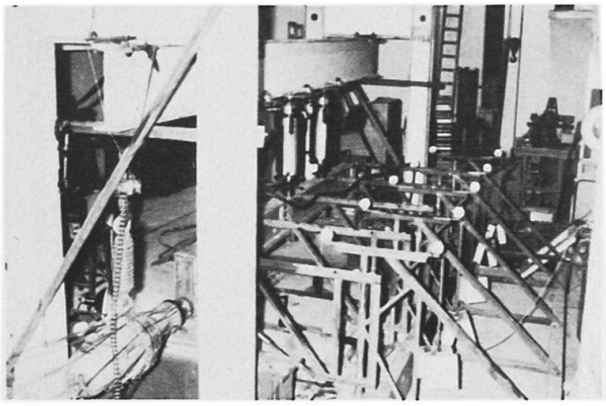
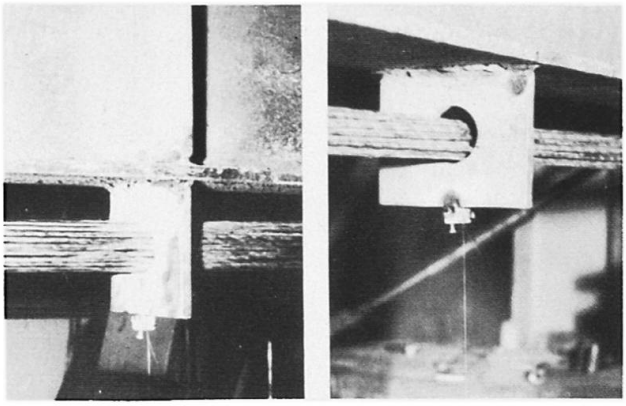


Bild 2.



a/ b/

Bild 3.

Die Spannungen im Träger wurden mit 16 Widerstandstensometern gemessen, die 10 cm von der Spannweitemitte des Trägers angeordnet waren. Die Durchbiegungen wurden mittels Durchbiegungsmessern an den Viertelpunkten der Spannweite /unter den Lasten/ gemessen, Bild 5.

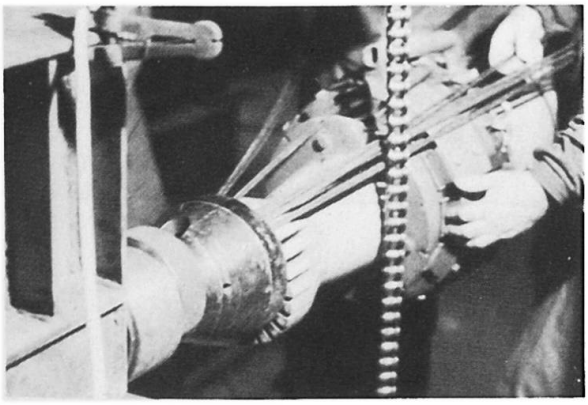


Bild 4.

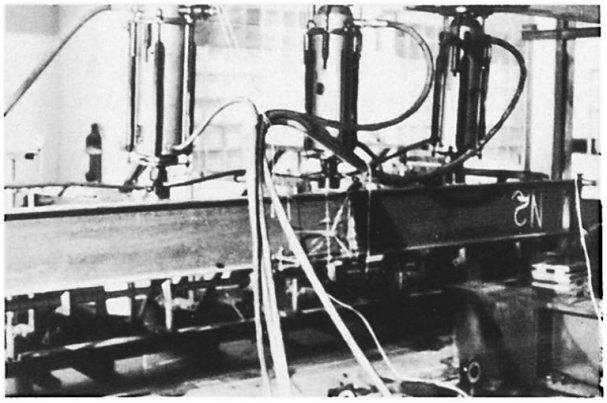


Bild 5.

Kontrolliert wurde auch die Stützensenkung. Bei zwei Trägern wurde die Trägerstabilität mit einer Ergänzungsprüfung gemessen, und zwar bei der Belastung nur durch die Vorspannkraft V: in einem Falle nach Beseitigung aller stabilisierenden Diafragmen /Bild 6/, in zweitem Fall beim Belassen dieser in der Spannweitemitte des Trägers.

Bei den Trägerprüfungen kamen folgende Belastungsstufen zur Geltung: Vorspannkraft V = 0-50-100-150-250-300 kN; lotrechte Lasten P = 0-20-5-40-5-60-5-80-5-90-5-100-110 kN, usw. bis zum Bruch der Konstruktion.

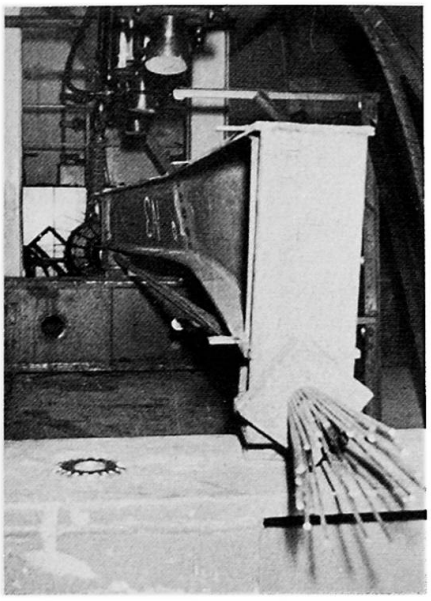


Bild 6. Stabilitätsverlust des Trägers, bei dem die stabilisierenden Diafragmen beseitigt wurden

Die Messergebnisse sind zu Diagrammen verarbeitet, von welchen je eines die Bilder 7 und 8 zeigen. Die erste Diagrammgruppe, die im Bild 7 gezeigt wird, stellt den Verlauf der Normalspannungen in der Trägermitte dar. Der Diagrammtyp im Bild 8 stellt das Anwachsen der verhältnismässigen Verformungen dar /lotrecht aufgetragen/, nachdem sie durch den Elastizitätsmodul multipliziert wurden /im elastischen Bereich also der Normalspannungen σ /in Abhängigkeit vom Anwachsen der Vorspannkraft V /horizontal nach rechts/ und der Belastung P /zurück in der Linksrichtung/. Ähnlich wurden die Messergebnisse der Durchbiegung y verarbeitet, Bild 9.

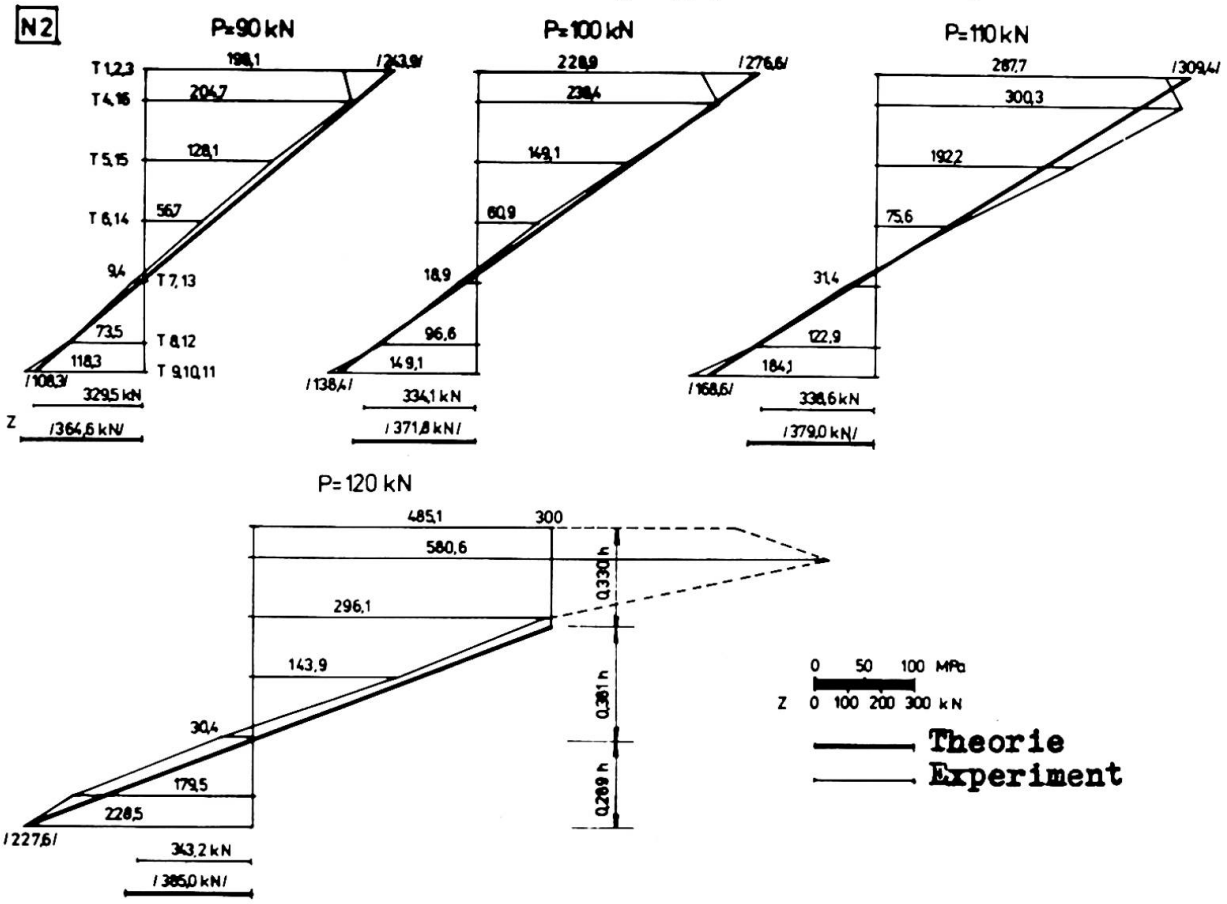


Bild 7. Träger N 2: Normalspannungen in der Mitte der Spannweite bei verschiedener Belastungsgrösse 3xP

Die Prüfungen brachten folgende Erkenntnisse:

Die erwartete Tragfähigkeit vorgespannter Träger im elastischen Zustand /bei der Normfliessgrenze σ_{fl} = 240 MPa grösser als Berechnungsbeanspruchung R = 210 MPa/ war 3x90 kN. Durch den Einfluss noch höherer wirklicher Fliessgrenze $\sigma_{fl} \doteq$ 300 MPa, stieg die theoretische elastische Tragfähigkeit auf cca 3x110 kN. Nach der Norm /2/ berech-

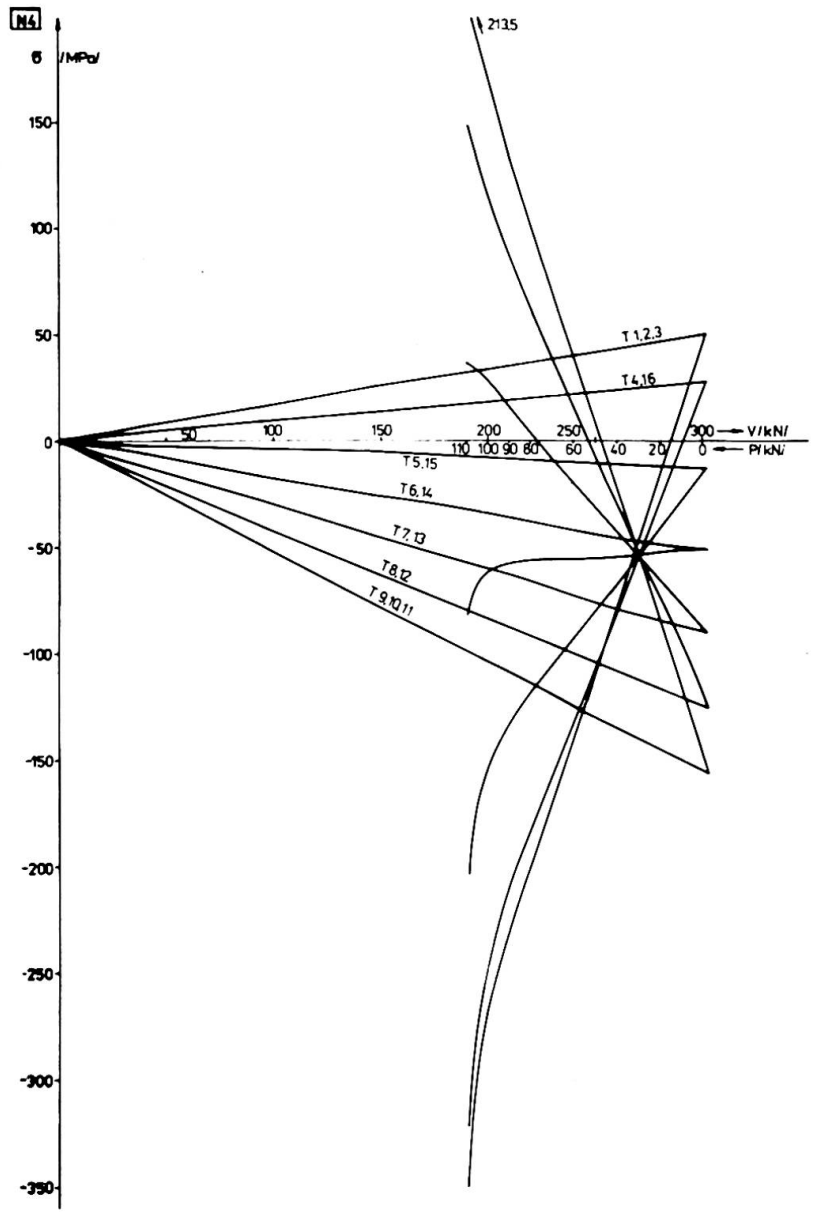


Bild 8. Träger N 4: Spannungsverlauf in Abhängigkeit von der Vorspannung V und Belastung P

net sich bei R = 210 MPa die tragende Last eines nicht vorgespannten Trägers I PE 30 mit 3x61,6 kN. In den ersten vier Trägern wurde eine hohe Tragfähigkeit erreicht, cca die doppelte des nach /2/ berechneten nicht vorgespannten Trägers. Bei den letzten zwei Trägern kam es zur Verringerung der Tragfähigkeit infolge Kippens; die Stützvorrichtung konnte den Obergurt nicht halten - auch so erreichte man eine um die Hälfte grössere Tragfähigkeit als beim nicht vorgespannten, nach /2/ berechneten, Träger.

Tensometrische Messungen zeigten eine sehr gute bis gute Übereinstimmung der Theorie und der Experimente. Es zeigte sich, dass mit den Vorkehrungen, die die Stabilität der Trägerdruckteile sichern, plastische Bereiche hervorgerufen werden können.

Die Durchbiegungsmessungen brachten folgende Erkenntnisse:

- Solange nur die Vorspannkraft wirkte, bestand eine sehr gute Übereinstimmung der theoretischen und gemessenen Durchbiegungen.

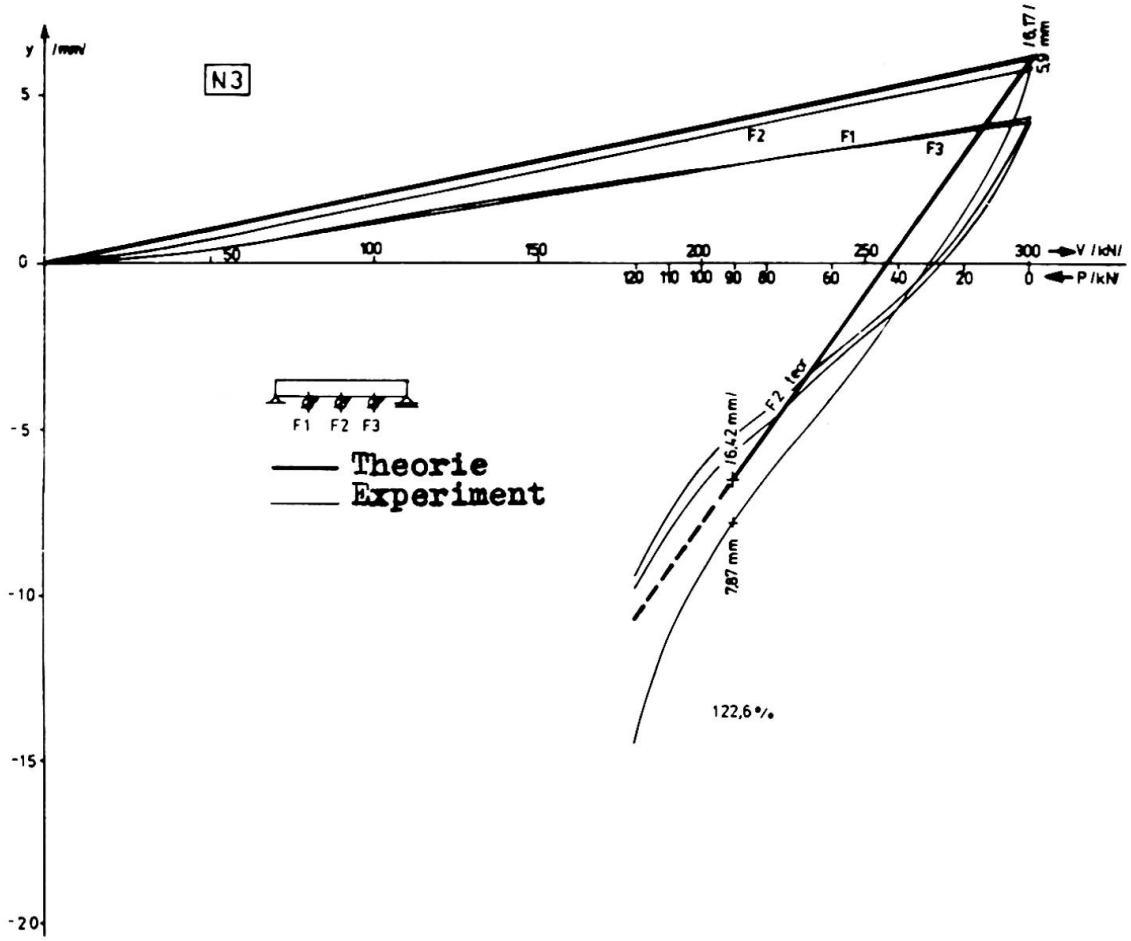


Bild 9. Durchbiegungen y des Trägers N 3 in Abhängigkeit von der Vorspannung V und Belastung P

In den Diagrammen, von denen eines am Bild 9 gezeigt wird, sind numerisch Kontrollwerte bei der Vorspannkraft V = 300 kN angegeben. Die theoretische Durchbiegung ist 6,17 mm /100%/; der durchschnittliche Wert aus den gemessenen Durchbiegungen ist 5,71 mm /92,5%/, also nur wenig geringer als berechnet. In den meisten Fällen wuchs die Durchbiegung linear.

- Wenn ausser der Vorspannung noch eine vertikale Belastung wirkte, waren die maximalen Durchbiegungen im Durchschnitt um 37% grösser als berechnet. Die Durchbiegungen waren grundsätzlich in guter Übereinstimmung mit den Spannungen, die gleichfalls höher waren als die berechneten.

Die Verschiedenheit der konstruktiven Lösung hat sich auf die Trägertragfähigkeit nicht ausgewirkt: Der Walzträger I PE hat einen genügend dicken Steg, so dass er hohe Einzellasten überträgt ohne dass der nicht ausgesteifte Steg lokal ausbeulte /I PE 30 überträgt verlässlich die Lasten 3x126 kN/. Der starke Untergurt braucht keine dichte Anordung der stabilisierenden Diafragmen. Auch ein Träger ohne stabilisierende Diafragmen übertrug eine Vorspannkraft von 400 kN /also um 100 kN mehr als der verlangte Wert/.

Die Prüfungen haben bestätigt, dass durch Vorspannung mittels eines hochfesten Zugbandes die Tragfähigkeit der Walzträger bedeutend erhöht werden kann, besonders im elastischen Bereich. Die Tragfähigkeit wächst weiter, wenn die plastische Reserve des Stahles

genützt wird. Die Ausnutzung der plastischen Reserve stösst auf Probleme der Stabilität. Infolge der Vorspannung, Nutzung der plastischen Reserve des Materials und bedeutend hoher Fliessgrenze des verwendeten Stahls erreichte man in 2/3 der Fälle der angeführten Experimente eine doppelte Tragfähigkeit gegenüber der, die die Berechnung des nicht vorgespannten Trägers /2/ ergibt.

Literatur:

/1/ Ferjenčík, P. - Tocháček, M.: Skúšky predpätých oceľových nosníkov v pružnom a pružnoplastickom stave. Druhá dielčia etapa úlohy P 12-124-003-02/2,e Predpäté kovové a lanové konštrukcie. Bratislava, KKDK SvF SVŠT, 1975.

/2/ ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí. Praha ÚNM /Gültigkeit ab 1. 1. 1968/.