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

Band: 2 (1936)

Artikel: Modellversuche zur Bestimmung der zweckmässigen Anordnung der Bewehrungen

Autor: Tesa, V.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2822

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: 04.12.2025

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

IVa 2

Modellversuche zur Bestimmung der zweckmäßigen Anordnung der Bewehrungen.

Recherches expérimentales des systèmes d'armatures rationnelles.

Experiments on Models to Determine the Most Rational Type of Reinforcement.

Dr. Ing. V. Tesař,
Paris.

Die Bewehrungen nach der Richtung der stärksten Zugbeanspruchung anzuordnen, ist eine grundlegende und unbedingt zu erfüllende Voraussetzung für die sachgemäße Ausführung von Eisenbetonbauten. Obwohl diese Bedingung unumstritten ist, wird sie in der Praxis nur unvollkommen erfüllt.

Besonders bei *Schalenkonstruktionen* gehen die Berechnungen von gewissen Annahmen aus, die nicht vollkommen gerechtfertigt sind. Infolgedessen vermögen die Ergebnisse dieser Berechnungen den wirklichen Spannungszustand nur unvollkommen wiederzugeben.

Messungen an Bauwerken oder Modellen, deren Bewehrungen bereits auf Grund solcher Rechnungsergebnisse angeordnet sind, vermögen nicht mehr zu zeigen als ob *das angewandte Bewehrungssystem ausreichend ist oder nicht.*

Dagegen ist es nicht möglich, auf Grund solcher Versuchsergebnisse darüber zu urteilen, ob das angewandte Bewehrungssystem zweckmäßig ist oder nicht.

Der vorliegende Diskussionsbeitrag soll darauf hinweisen, daß es möglich ist, durch fotoelastische Messungen an Modellen die zweckmäßigste Anordnung der Bewehrungen unmittelbar zu bestimmen. Das foto-elastische Meßverfahren, das seit mehr als hundert Jahren bekannt ist, ist in die Praxis des Ingenieurs vor etwa 36 Jahren durch den bedeutenden französischen Ingenieur und Gelehrten *Mesnager* eingeführt worden. Seitdem ist das Anwendungsgebiet des Foto-elastischen Meßverfahrens dank der bemerkenswerten Arbeiten von *Coker, Filon* u. a. Forschern auf die gesamte Konstruktionstechnik ausgedehnt worden. Bezüglich des Schrifttums verweise ich auf meinen letzten Aufsatz im 4. Band der Abhandlungen.

Räumliche Probleme, ebene oder gekrümmte, können durch geeignete Anordnung der Versuche ebenfalls gelöst werden, und zwar sowohl für dünnwandige, schalenartige Konstruktionen, wie auch für dickwandige Konstruktionen.

Um meine Redezeit nicht zu überschreiten, gehe ich unmittelbar zu einem Beispiel über:

Fig. 1 zeigt die Auslegerbrücke in Bry-sur-Marne.

In der Umgebung von Paris sind bereits mehrere Brücken dieser Art gebaut worden.

Die Auskragung beträgt auf jeder Seite 22,5 m, der mittlere angehängte Teil mißt 22 m. Die lichte Weite dieser Brücke beträgt mithin 67 m. Der Überbau übt keine Schubkräfte auf die Pfeiler aus. Der Ausleger ist in einem vierseitigen Rahmen eingespannt, der eine Durchfahrt von 3,5 m Höhe und 8 m Breite für die Uferstraße freiläßt. In der Verlängerung des unteren Riegels dieses Rahmens ist eine Platte angeordnet, deren Erdauflast die Standsicherheit des Auslegers gewährleistet.

Der Service des Ponts & Chaussées du département de la Seine (MM. l'Inspecteur général Levaillant, l'Ingénieur des Ponts & Chaussées Gaspard, l'Ingénieur

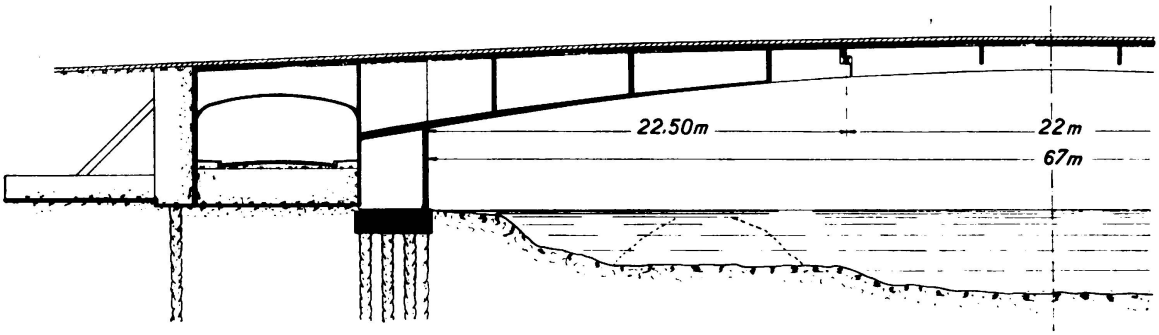

Fig. 1.

des travaux publics Peyronnet) hat das Versuchsamt der École Nationale des Ponts & Chaussées in Paris gebeten, gelegentlich der Durchführung dieser Brücke (Unternehmung: Schwartz-Hautmont), Untersuchungen an einem Modell durchzuführen.

Zweck dieser Untersuchungen war es, sich zu vergewissern, ob die auf Grund der üblichen Berechnungen gewählte Anordnung der Bewehrung nicht Anlaß zu Rißbildungen geben würde, wie man sie in zwei Fällen bei ähnlichen Brücken, die früher errichtet worden sind, beobachtet hat.

Nachstehend folgt eine knappe Beschreibung dieser Versuche.

Das Modell ist in Xylonit ausgeführt. Die Abmessungen der Brücke sind im Modell im Maßstab 1 : 100 getreu wiedergegeben worden, um die Ähnlichkeit des Formänderungszustandes am Bauwerk und am Modell zu gewährleisten. Abgesehen von den Verstärkungen, die den Druckplatten der Plattenbalken entsprechen, haben wir im Modell Verstärkungen zur Wiedergabe der Bewehrung überall dort angebracht, wo der Bewehrungsgehalt 2 % überschreitet.

Bei früheren Untersuchungen haben wir festgestellt, daß es zur Erzielung einer guten Ähnlichkeit der elastischen Vorgänge praktisch überflüssig ist, die Bewehrungen bei der Herstellung von Modellen aus homogenem Stoff zu berücksichtigen, solange das Bewehrungsverhältnis nicht mehr als 2 % beträgt.

Wir haben uns davon überzeugen können, daß die größere Zugzone des homogenen Stoffes ohne weiteres das Fehlen der Bewehrungen im Modell aufwiegt, solange das Bewehrungsverhältnis die angegebene Grenze nicht überschreitet. Sobald jedoch die Bewehrungsmenge größer wird, muß auch im

Modell aus homogenem Stoff eine größere Widerstandsfähigkeit der Zugzone geschaffen werden.

Dies kann geschehen entweder durch Verdickung des Modellquerschnittes oder Aufschweißen von Bewehrungen auf das Modell an den Stellen, wo im Eisenbetonbauwerk die Bewehrung 2 % des Betonquerschnittes überschreitet.

Im vorliegenden Falle wurden Verdickungen des Modellquerschnittes gewählt. Die Querschnitte der Verstärkungen sind so bemessen worden, daß sie dem 10- bis 15-fachen Querschnitt derjenigen Bewehrungsmenge entsprechen, die 2 % des Betonzugquerschnittes überschreitet.

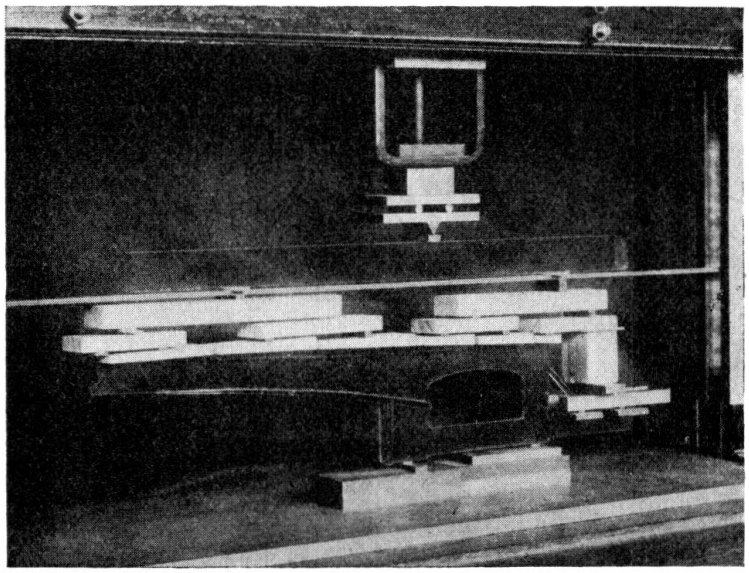

Fig. 2.

Nach diesen Grundsätzen ist das Modell für die vorliegenden Untersuchungen konstruiert worden (Fig. 2).

Das Modell ist einer Belastung unterworfen worden, die der vollen Belastung des Auslegers und der geringsten Belastung der übrigen Bauteile entsprach.

Fig. 3 gibt den ersten Versuchsabschnitt wieder: Linien gleicher Spannungsrichtung (Isoclinen), die der geometrische Ort aller derjenigen Punkte sind, in denen die Richtungen der Hauptspannungen nach den Polarisationsplänen orientiert sind, deren Schema in der rechten Ecke unterhalb des Bildes aufgetragen ist.

Mit Hilfe der Fig. 3 haben wir die zugehörigen Hauptspannungstrajectorien (Isostaten) in Fig. 4 gezeichnet. Wir bezeichnen die Spannungen parallel zu den gestrichelten bzw. ausgezogenen isostatischen Linien mit ν_1 bzw. ν_2.

Fig. 5 liefert uns die quantitative Lösung des Problems. Sie enthält Linien der Druck- und Zugspannungen, aus denen man die Momente, die Normalkräfte und die Querkräfte für einen beliebigen Querschnitt ermitteln kann.

In den Fig. 6 und 7 haben wir die Isoklinen und Isostaten des rechten Pfeilers und der in diesem Pfeiler eingespannten Träger in vergrößertem Maßstabe dargestellt mit Einzelheiten, die in den Fig. 3 und 5 nicht gezeichnet werden konnten.

Auf diesen Zeichnungen fehlen die Isostaten an denjenigen Stellen, wo im Bauwerk Druckplatten vorhanden sind.

Da bei der vorliegenden Untersuchung Beobachtungen nur in einer einzigen Richtung waagrecht und normal zur Mittelebene des Modells vorgenommen

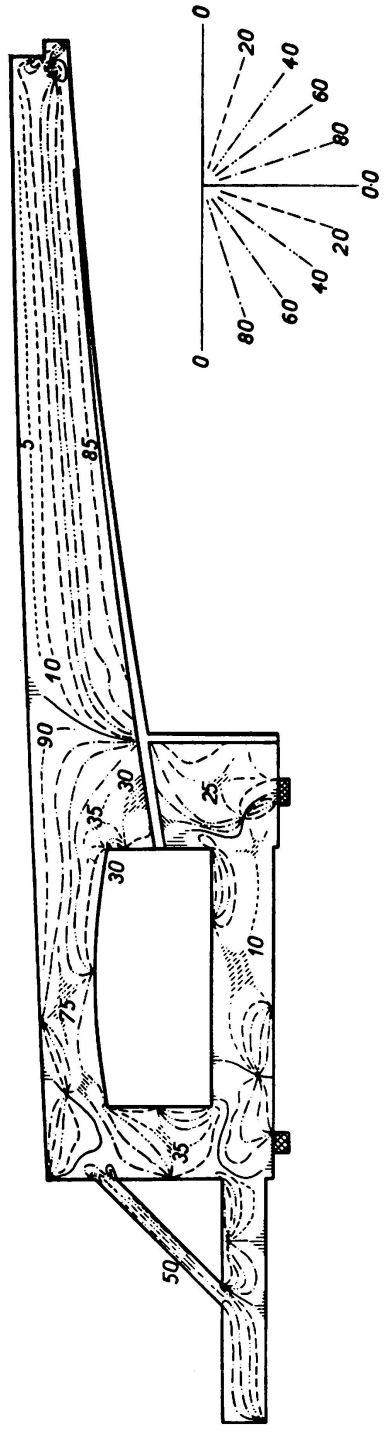

Fig. 3.

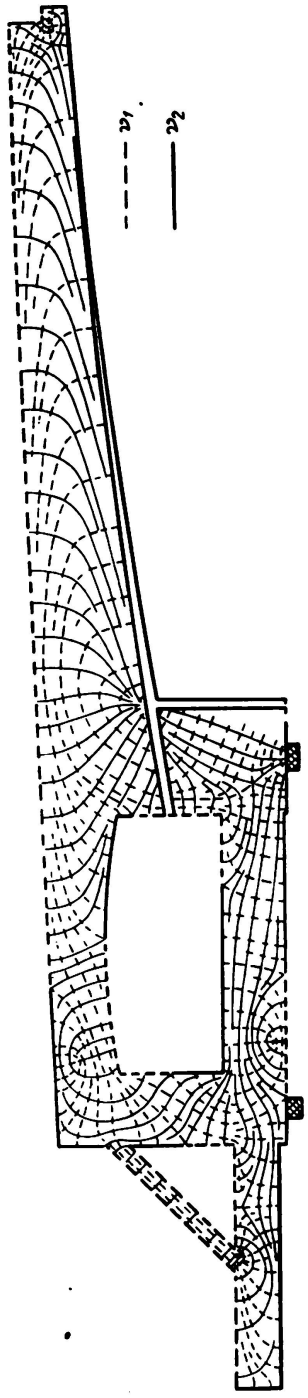

Fig. 4.

worden sind, war es nicht möglich, die Vorgänge in den Druckplatten näher zu verfolgen, wo zu den Spannungen v_1 und v_2 noch die Spannung v_3 hinzukommt. Diese 3. Spannung ruft Abweichungen hervor, die durch Beobachtung

in nur einer Richtung nicht ermittelt werden können, weil sie über die Dicke der Platte nicht gleichmäßig verteilt ist.

Man könnte die Spannungen in den Druckplatten durch den Versuch nur dann bestimmen, wenn man Glasmodelle in größerem Maßstabe verwenden und außerdem in verschiedenen Richtungen beobachten würde.

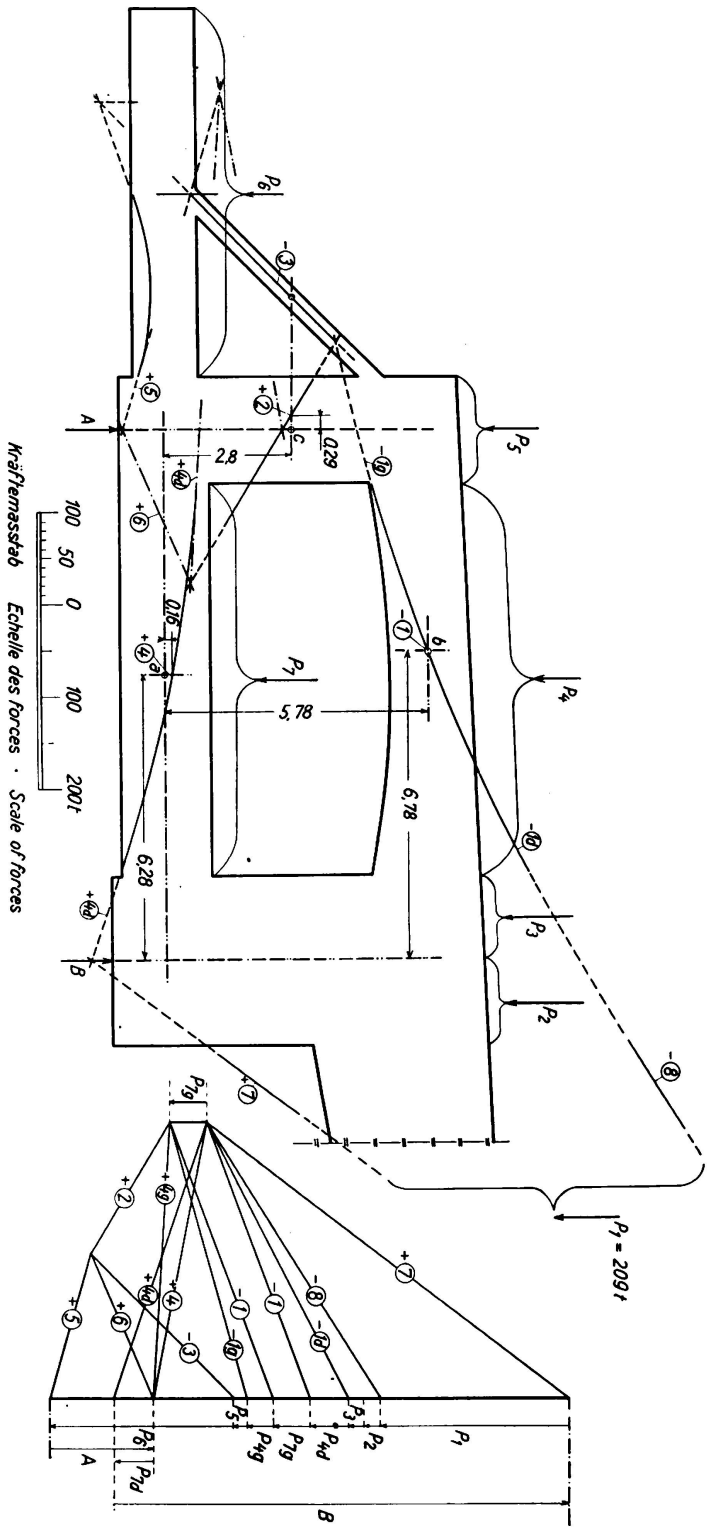

Fig. 5.

Fig. 9 enthält die Linien gleicher Spannungen v_1. Die in den Fig. 8 und 9 angeschriebenen Zahlenwerte bedeuten t/m. Um daraus die mittleren Querschnittsspannungen in kg/cm² zu erhalten, genügt es, die Zahlenwerte von v_1 oder v_2 durch 10 e zu teilen, wobei e die Querschnittsdicke des wirklichen Bauwerkes in m bedeutet.

Wir haben in Fig. 8 die Linien gleicher Spannungen v_1 als *strichpunktierte* Linien gezeichnet, wo es sich um *Zugspannungen* handelt, und *ausgezogen*, wo es sich um *Druckspannungen* handelt. Man sieht, daß die v_1 Zugspannungen sind mit Ausnahme von vier schraffierten Gebieten, wo sie Druckspannungen sind.

Andererseits ersieht man aus Fig. 9, daß die Spannungen v_2 überall Druckspannungen sind mit Ausnahme eines einzigen Gebietes, wo Zug herrscht.

Als praktische Schlußfolgerung ergibt sich, daß die Isostaten in den Fig. 5 und 8 die Anordnung der Bewehrung nicht bestätigen, die sich aus den klassischen Berechnungen ergeben würde.

Der Versuch zeigt außerdem, daß nicht unbeachtliche Zugspannungen im Beton in Gebieten vorhanden sind, wo die übliche Berechnung annimmt, daß überhaupt keine Zugkräfte im Beton auftreten, weil die gesamten Zugkräfte von

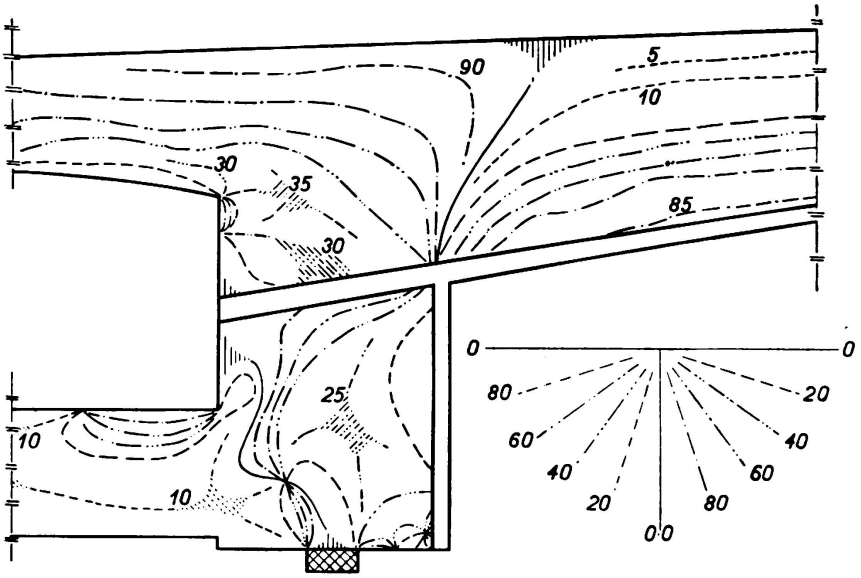

Fig. 6.

den in der Nähe des gezogenen Querschnittsrandes angeordneten Bewehrungen aufgenommen werden.

Um die Gefahr der Rißbildung zu beseitigen, oder um die etwa entstehenden Risse mindestens auf ein praktisch unbedeutendes Maß herabzudrücken, empfiehlt

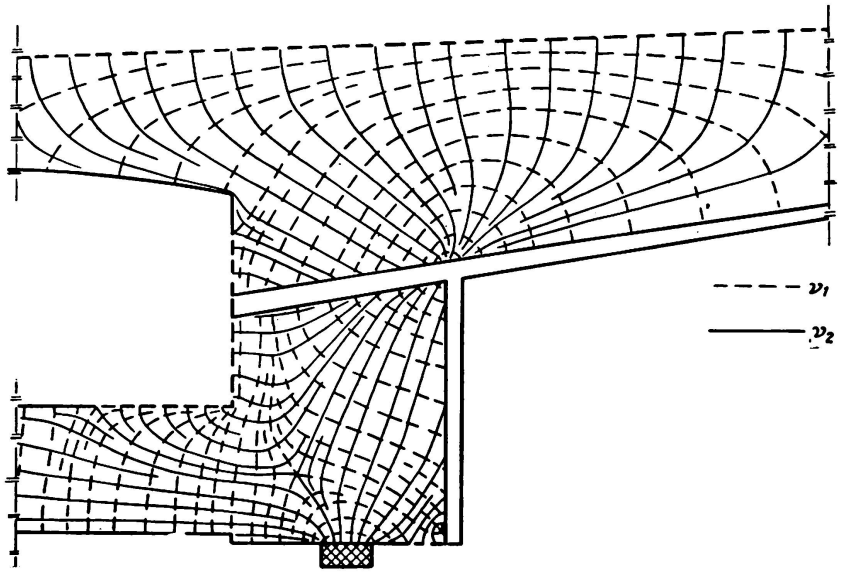

Fig. 7.

es sich sehr, die Bewehrungen in Übereinstimmung mit dem Verlauf der Zugisostaten anzuordnen. Es ist zweckmäßig außer den Hauptbewehrungen (in der Nähe des gezogenen Querschnittsrandes), die sich aus der üblichen Be-

rechnung ergeben, Bewehrungen im Zwischenraum zwischen der Betondruckzone und den Hauptbewehrungen dort hinzuzufügen, wo die Zugspannungen nach den Fig. 6 und 7 größer sind, als die für Eisenbeton zulässigen Spannungen.

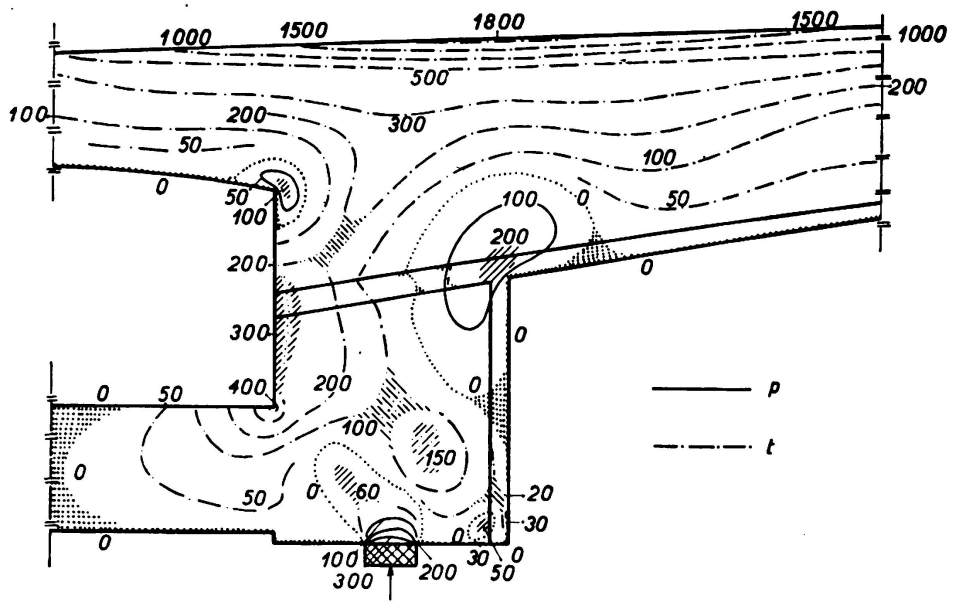

Fig. 8.

Linien gleicher Spannungen, ν_1-Werte in t/m.

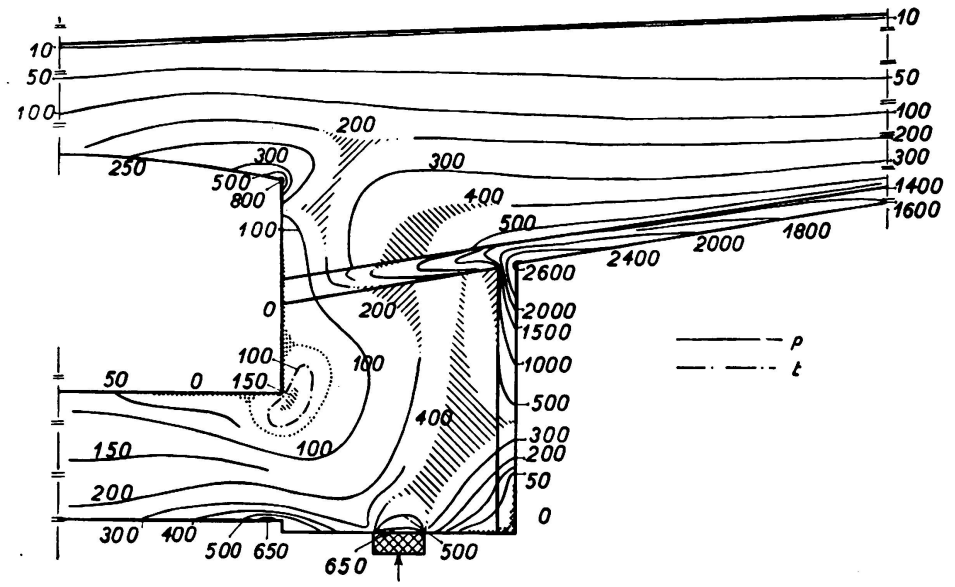

Fig. 9.

Linien gleicher Spannungen, ν_2-Werte in t/m.

Zum Schluß erinnere ich noch daran, daß die foto-elastischen Untersuchungen ganz allgemein auch gestatten, die Vorspannungen zu bestimmen, die die Bewehrungen erhalten müssen und deren Wirksamkeit zu beurteilen, um günstige Vorspannungen im Beton zu erzielen.