

DER STAHLBAU

Schriftleitung:

Dr.-Ing. A. Hertwig, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Technische Hochschule
Fernspr.: Steinplatz 0011

Professor W. Rein, Breslau, Technische Hochschule. — Fernspr.: Breslau 521 61

Beilage
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 R.-M. und Postgeld

4. Jahrgang

BERLIN, 23. Januar 1931

Heft 2

Alle Rechte vorbehalten.

Das neue Breslauer Hallenschwimmbad.

Von Regierungsbaumeister Meinck, Studienrat an der Staatl. Baugewerkschule in Breslau.

In Breslau, der Hauptstadt des deutschen Ostens, bestand schon vor dem Kriege, als die Stadt erst etwa 500 000 Einwohner zählte, das Bedürfnis nach Erweiterung des bestehenden Hallenschwimmbades. Damals waren zwei 20 m und 25 m lange Becken verfügbar, ein drittes 17×9 m großes, für Kinder und Volksbäder, sollte erbaut werden. Der Krieg brachte jedoch alle Pläne und Vorbereitungen zum Stillstande. Nach seiner Beendigung führte dann die Zunahme der Sportbetätigung, sowie die durch Eingemeindung zu erwartende Vergrößerung des Stadtgebietes zur Planung zweier neuer Schwimmbecken. Ihre Längen sollten aber, den Anforderungen des modernen Sportbetriebes entsprechend, in Bruchteilen von 100 m gewählt werden, so daß nur 20 m, 25 m oder $33\frac{1}{3}$ m lange Becken in Frage kamen. Da das verfügbare Baugelände, unmittelbar neben den bestehenden Gebäuden des alten Bades, aber nur $17,2 \times 24,7$ m groß war, so schien nur ein einziges 20 m langes Becken ausführbar. Erst der von Herrn Dr.-Ing. C. Pahde gemachte Vorschlag, die Becken übereinander zu legen, führte zu einer glücklichen Lösung. Durch Verwirklichung seines Vorschlages erhielt Breslau als erste deutsche Stadt ein Hallenschwimmbad mit zwei übereinander liegenden Schwimmbecken.

Um den Baugrund nicht zu stark zu belasten, mußte wegen der Größe und Schwere des in beträchtlicher Höhe anzulegenden oberen Beckens ein möglichst leichter Baustoff für dieses gewählt werden. Eisenbeton schied daher wegen seines hohen Gewichtes von vornherein aus, und man entschied sich für das wesentlich leichtere Stahlblech. Die 20 m hohen Stützen erforderten wegen ihrer großen Länge und starken Belastung kräftige Abmessungen. Auch hierfür war Gewichts- und wegen des beschränkten Raumes auch Platzersparnis geboten und Stahl der gegebene Baustoff, da er beide Forderungen erfüllt. Somit wurde die Stahlskelettbauweise gewählt.

Das neue Gebäude steht mit 24,76 m bzw. 17,21 m Länge an vorhandenen bzw. künftigen Straßenfronten, mit den beiden anderen Seiten grenzt es an die bereits vorhandenen Bauten des alten Bades. Es erhebt sich bis 17,5 m Höhe über Straßenoberkante und enthält in sechs Geschossen (Erdgeschoß und fünf Obergeschosse) außer den beiden Schwimmbecken das Treppenhaus mit einem Aufzug von 975 kg Tragfähigkeit, die Auskleideräume, Duschräume und Aborte sowie einen Dachgarten. Durch Hochführung des angrenzenden alten Gebäudes konnte in der Höhe des Dachgartens noch ein Gymnastiksaal geschaffen werden. Aus Stahl hergestellt sind das obere Schwimmbecken und die dasselbe nebst dem flachen Dach tragenden Teile, sowie die auf das Stahlskelett sich stützenden Teile, wie Unterzüge und Deckenträger der Zwischendecken und Galerien. Im übrigen besteht das Gebäude aus Ziegelmauerwerk. Das untere Schwimmbecken ist aus Eisenbeton hergestellt, desgleichen die Treppen im Treppenhaus und die nach den Galerien führenden, diese

selbst und die Zwischendeckenplatten. In sämtlichen Räumen sind die Fußböden und Wände mit Fliesen belegt, Beckenumgänge und Duschräume haben gerippten Fußbodenbelag, die Galerien Eisenklinker, das Treppenhaus ist mit Ölfarbe gestrichen. Die Treppenstufen sind gestockt und mit Stoßschienen versehen. Abb. 1 bis 3 zeigen Grundriß, Längs- und Querschnitt des Gebäudes.

Das in den Becken verwendete Wasser wird wieder benutzt, nachdem es durch Filterung und Chlorzusatz so weit keimfrei gemacht worden ist, daß in 1 m^3 Wasser nur noch 200 bis höchstens 400 Keime enthalten sind. Das Wasser ist somit hygienisch weit einwandfreier als das Wasser der Flußbadeanstalten in der freien Oder, welches bisweilen über 100 mal so viel Keime enthält. Vollständig keimfreies Wasser ist weder für Genuß- noch für Badezwecke gesund.

Die Beschaffenheit des Baugrundes und die Tiefe des Grundwasserspiegels wurde durch 10 m tiefe Bohrungen ermittelt und hier nach Fundamenttiefe und Bodenpressung gewählt, letztere zu $1,7 \text{ kg/cm}^2$. Da die Einbettung des unteren Schwimmbeckens in Grundwasser besondere Maßnahmen zu seiner Isolierung und gegen Auftrieb erfordert hätte, außerdem in dem eng bebauten Stadtteile Beschädigungen von Gebäuden bei einer Grundwasserabsenkung zu befürchten gewesen wären, so wurde die Fundamentsohle in Höhe des 4,20 m unter Straßenoberfläche befindlichen Grundwasserspiegels gelegt. Wenn somit auch eine Wasserhaltung während des Baues nicht nötig war, so erforderte doch die Abfangung der nicht so tief fundierten Nachbargebäude, die Absteifung der Straße sowie die Rücksichtnahme auf die vielen Erdkabel der Städtischen Elektrizitätswerke umfangreiche Arbeiten und besondere Maßnahmen.

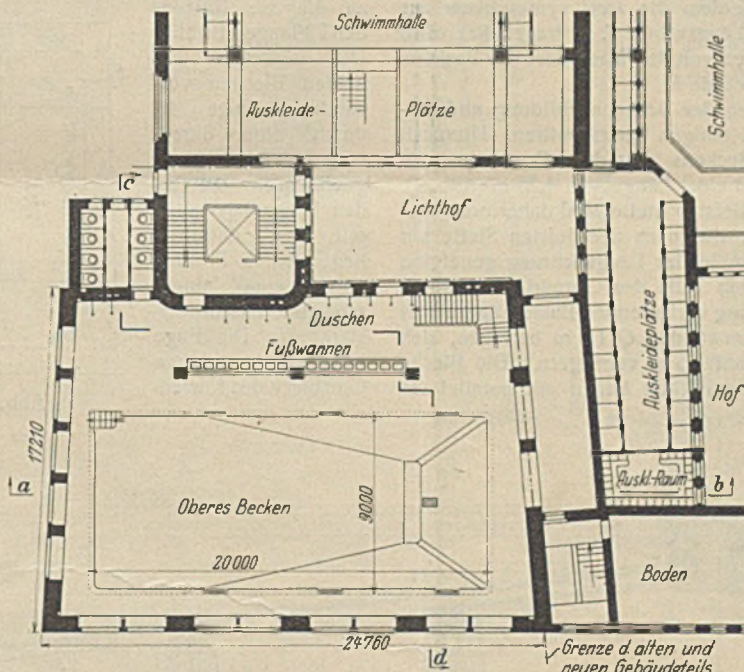


Abb. 1. Grundriß des Gebäudes in Höhe des oberen Schwimmbeckens.

Die trapezförmige Grundrißgestalt des Stahlskeletts ist durch die Form des verfügbaren Grundstücks bedingt. Ursprünglich bestand der Plan, das 20×9 m große Becken zwischen Längsträgern aufzuhängen. Bei der dadurch bedingten großen Stützweite des Längsträgers hätte man aber mit bedeutenden Durchbiegungen rechnen müssen. Auf Vorschlag von Herrn Dr.-Ing. Pahde wurden daher Querträger angeordnet. Diese übernehmen die gesamten Lasten des oberen Beckens und der Beckenumgänge und übertragen sie durch die seitlich stehenden Stützen auf die Fundamente. Der Kräfteverlauf sei an Abb. 4 erläutert. Die Beckenlängswände bestehen aus 2 m hohen Blechträgern „L“, die Kopfwände aus den ebenso hohen Blechträgern „Q“, die an die Längswände angelenkt sind. Der Boden besteht aus 10 mm starkem Stahlblech, welches auf einem engen Trägerrost gelagert ist, welcher der besseren Übersichtlichkeit wegen in Abb. 4 weggelassen ist. Dieser Trägerrost besteht aus längs und quer liegenden Einzelträgern. Die längs liegenden Einzelträger übertragen die Lasten auf die in Abb. 4 strichpunktlierten, mit ck, di und eh bezeichneten Querträger, sowie mit ihren Endauflagern auf die Querwände Q. Die Querträger

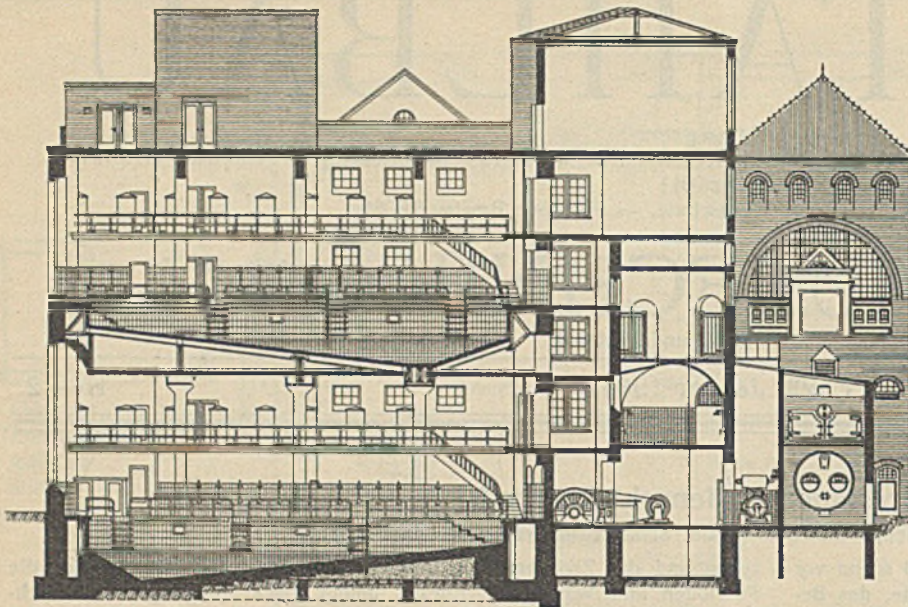


Abb. 2. Längsschnitt a—b (Abb. 1).

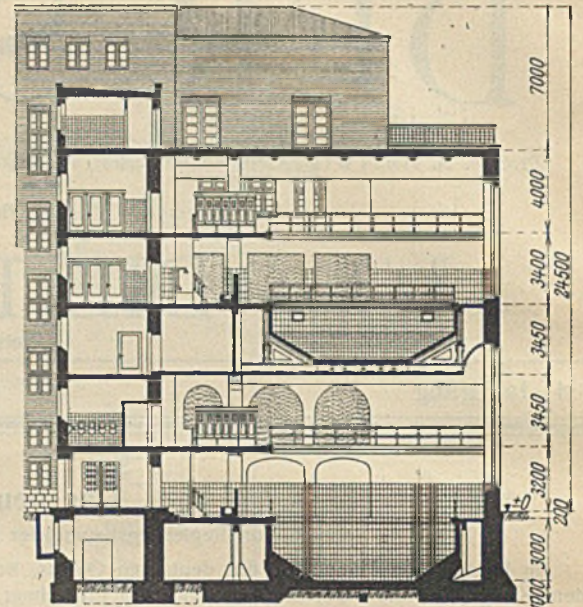


Abb. 3. Querschnitt c—d (Abb. 1).

geben die Lasten weiter an die Stahlstützen, die Querwände an die Längswände L . Da diese auf sämtlichen fünf Querträgern aufgelagert sind, werden die Lasten ebenfalls in den Auflagerpunkten der Längswände an die Querträger weitergegeben. Auch die Endquerträger und somit die Eckstützen a , b , f und g erhalten auf diese Weise einen Teil der Beckenlast. Das Belastungsschema der drei mittleren Querträger ist also das eines Balkens auf zwei Stützen, der im mittleren Teil durch die gleichmäßig verteilte Wasserlast des Beckens belastet ist und außerdem die zwei symmetrisch zur Balkenmitte wirkenden Einzellasten der Längswände L zu tragen hat. Die beiden Endquerträger ab und fg erhalten von der Wasserlast des Beckens nur zwei Einzellasten durch die Längswände L .

Abb. 5 u. 6 zeigen die Einzelheiten der Beckenausbildung und Abstützung im Längsschnitt, Grundriß und einigen Querschnitten. Hiernach findet sich die größte Wassertiefe des Beckens über dem Querträger ck , und zwar in einer Breite von 1,5 m und einer Länge von 4,25 m (Abb. 4). Außer der waagerechten Fläche an der tiefsten Stelle sind daher noch vier trapezförmige Bodenflächen vorhanden, die nach der tiefsten Stelle hin Gefälle haben. Die Bleche, welche die in der Längsrichtung geneigten Flächen bilden, ruhen auf den im oberen Teile des Grundrisses (Abb. 5) gezeichneten, ebenfalls in der Längsrichtung verlaufenden Einzelträgern I 34 und I 26, deren Abstände an den Querwänden Q 1,1 m betragen, sich aber nach dem Querträger ck zu bis auf 0,5 m verringern. Die Bleche der in der Querrichtung geneigten Bodenflächen liegen auf parallel angeordneten I 26 von verschiedener Länge. Unter den Kehlen zwischen den längs und den quer geneigten Flächen liegen I 40 bzw. I 34. Die vorerwähnten Einzelträger I 34 sind auf den Querträgern di und eh gelagert, wie aus Abb. 5 u. 12 zu erkennen ist, dagegen sind sie mit dem Querträger ck mit bündiger Oberkante vernietet (s. Abb. 5). Die ihre Fortsetzung nach dem flacheren Beckenteil hin bildenden I 26 sind an die Querwände des Beckens angenietet. Den Anschluß der quer geneigt liegenden I 26 an die Beckenlängswand und die Kehlträger zeigen Abb. 6, 12 u. 13.

Die Fugen der Beckenbleche sind durchweg elektrisch verschweißt.

Die in der Längsrichtung geneigte Bodenfläche wird durch 2 m breite Blechbahnen gebildet, die einmal gestoßen sind. Die Stoßfugen der einzelnen Bahnen liegen nicht genau in der Mitte des Beckens, sondern jeweils gegeneinander versetzt, an den Punkten der Zwischenfelder, wo

die Momente gleich Null sind, damit die Schweißnähte keine Biegebeanspruchung auszuhalten haben. Die durchlaufenden Querfugen zwischen den einzelnen Blechbahnen sind miteinander und mit den die Bleche stützenden, die Stoßfugen kreuzenden I-Trägern der Bodenflächen verschweißt. Die Ausbildung der Kehlen der Längsrichtung zeigt Abb. 7. Die in der Querrichtung geneigten Bleche — in Abb. 7 mit p bezeichnet — sind an ihren Enden

an die sie stützenden I 26 angeschweißt. Die zwischen den beiden Blechen vorhandene Fuge ist durch eine durchlaufende Schweißnaht geschlossen, die an den Kreuzungsstellen mit den darunterliegenden I-Profilen durch eine aufgeschweißte Lasche verstärkt ist. Die Fuge zwischen dem oberen Gurtblech des Kasten-

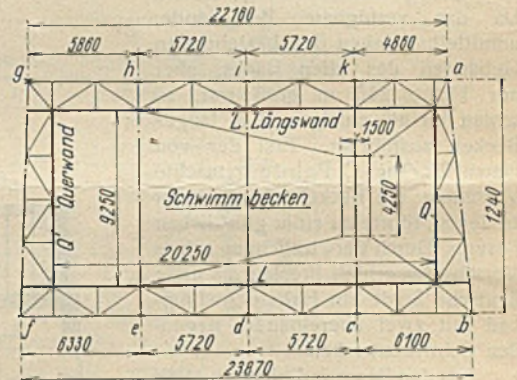


Abb. 4. Tragsystem des Beckens.

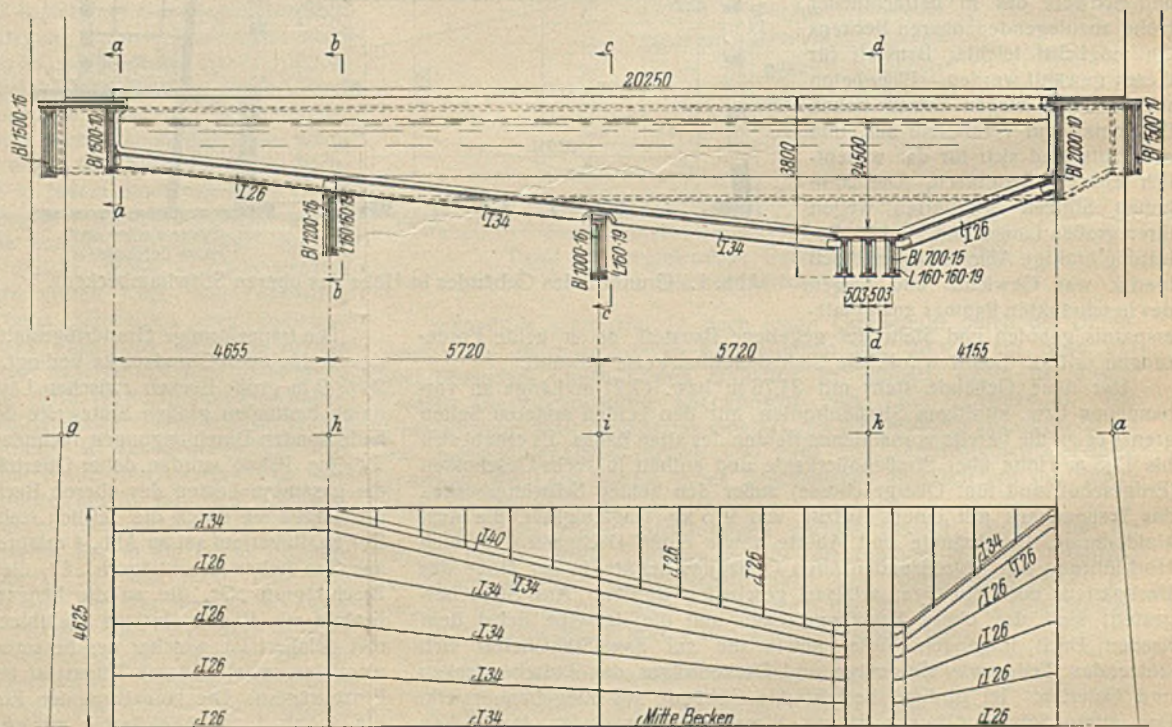


Abb. 5. Anordnung der Quer- und Rostträger des Beckens.

b 80 t, f und g je 150 t. Die am stärksten belastete Stütze k bekommt 230 t, die gegenüberliegende c 180 t, die übrigen d 165 t, i 190 t, e und h je 150 t, wobei die Last des äußeren Mauerwerks unberücksichtigt geblieben ist. Trotz dieser verschiedenen Belastungen sind die Querschnitte der Stützen aus konstruktiven Gründen möglichst einheitlich gehalten. Die sechs mittleren Stützen sind übereinstimmend ausgebildet, dsgl. je zwei zusammengehörige Eckstützen. Die sechs Mittelstützen bestehen aus II 45 im Abstände von 40 cm, die Eckstützen aus II 30 , bei den Stützen a und b im Abstände von 20 cm und bei den Stützen f und g im Abstände von 26 cm. Die beiden Schaftglieder sind durch Bindebleche verbunden, ausgenommen bei den beiden letztgenannten Stützen, bei denen die Zusammenfassung durch ein zwischengeschobenes I 26 bewirkt ist. Oberhalb des Beckens sind die Stützen entsprechend ihrer geringeren Belastung schwächer gehalten und bestehen sämtlich aus II 24 . Der Abstand der beiden Schaftglieder beträgt hier allgemein 20 cm, nur bei den beiden Stützen f und g 26 cm, übereinstimmend mit dem Abstände der Schaftglieder im unteren Stützenteil. Der Schaftstoß ist bei den sechs mittleren Stützen in der Weise ausgebildet, daß der schmalere obere Stützenschaft zwischen die weit voneinander abstehenden Schaftglieder des unteren Teiles gesteckt ist und auf dem dort geschaffenen Auflager aufruhrt, wie aus Abb. 11 zu ersehen ist. Dagegen ist bei den vier Eckstützen der obere Schaft auf den unteren unter Zwischenschaltung von Platten aufgesetzt, der Querschnittsunterschied durch Futterbleche ausgeglichen und die Stoßstelle durch besondere Laschen gedeckt. Unterzüge und Galerieträger sind zentrisch auf den Stützen gelagert. Abb. 11 zeigt Fuß, Querträgeranschlüsse und Schaftstoß der stärksten Stütze k . Die Füße der sechs mittleren Stützen sind, ent-

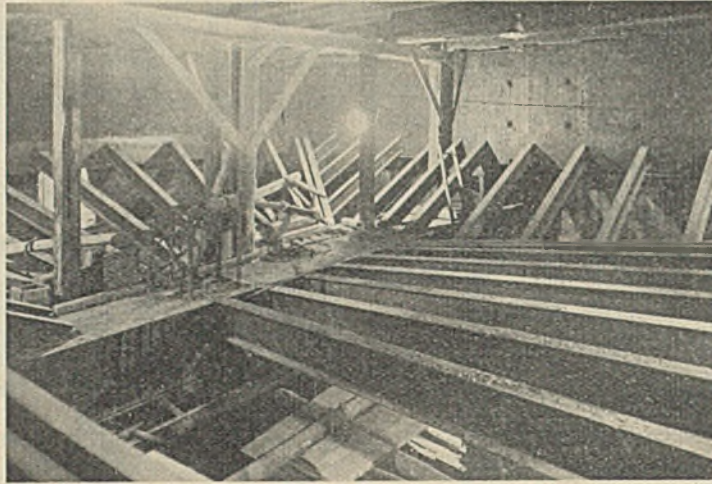


Abb. 13. Trägerrost mit Kastenträger.

sich jeweils an entgegengesetzten Enden. Beide sind mit Fliesen ausgelegt.

Die Querversteifung des Stahlskeletts ist durch einen in Höhe des oberen Beckenrandes zwischen den Wänden des Beckens und den Stützen waagrecht angeordneten Fachwerkrahmen bewirkt. Seine innere Gurtung bilden die oberen Gurtwinkel der Beckenwandungen, die äußeren einerseits die oberen Gurtwinkel der Endquerträger ab und fg , andererseits II 22 , die in den parallelen Seiten der Stützenreihen beiderseitig an die Stützen angetletzt sind. Auf den Gurtungen dieses waagerechten Verbandes ruhen die den Umgang um das Becken tragenden I 14 . Die mittlere Stützenreihe g, h, i, k, a ist in den einzelnen Geschossen durch Deckenunterzüge I 30 verbunden. Die Galerien sind durch ausgekragte I 36 gebildet, die mit ihrem Kragarm innerhalb der zweigliedrigen Stützen h, i, k zentrisch gelagert sind und mit dem anderen Ende auf Mauerwerk liegen. Oberhalb der Dachunterzüge besitzt jede der beiden parallelen Stützenreihen noch eine Querversteifung in Gestalt eines I 32 .

Nach Fertigstellung der Stahlkonstruktion wurde eine Belastungsprobe des Querträgers ck vorgenommen. Zu diesem Zwecke wurde das Becken allmählich mit Wasser gefüllt und bei den verschiedenen Füllungsgraden die Durchbiegung mittels Griotschem Biegemessermessung gemessen. Sie betrug bei voller Beckenfüllung nur 5 mm gegenüber einer rechnungsmäßigen Durchbiegung von 18 mm. Das geschweißte Stahlbecken hat sich bei zwei Probefüllungen vollkommen dicht erwiesen.

Die Stahlkonstruktion im Gewicht von 268 t wurde von der Carlshütte A.-G. für Eisengießerei und Maschinenbau in Waldenburg-Altwasser ausgeführt. Im August 1929 wurde mit dem Ausschachten der Baugrube begonnen und im gleichen Monat des folgenden Jahres der

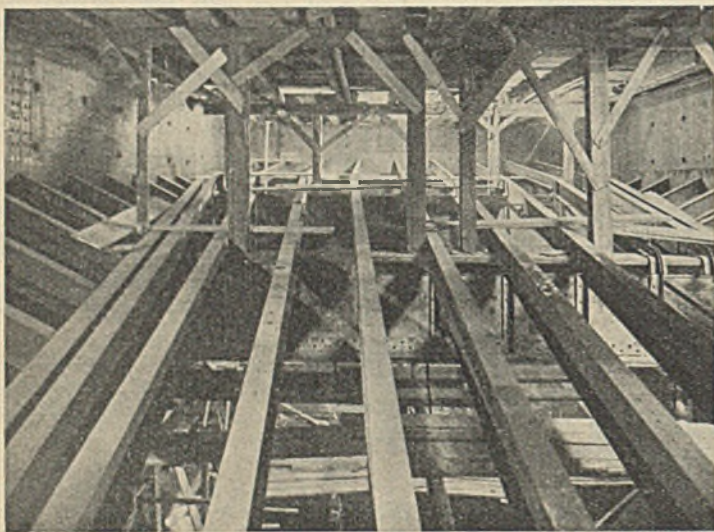


Abb. 12. Montage des Trägerrostes für das Becken.

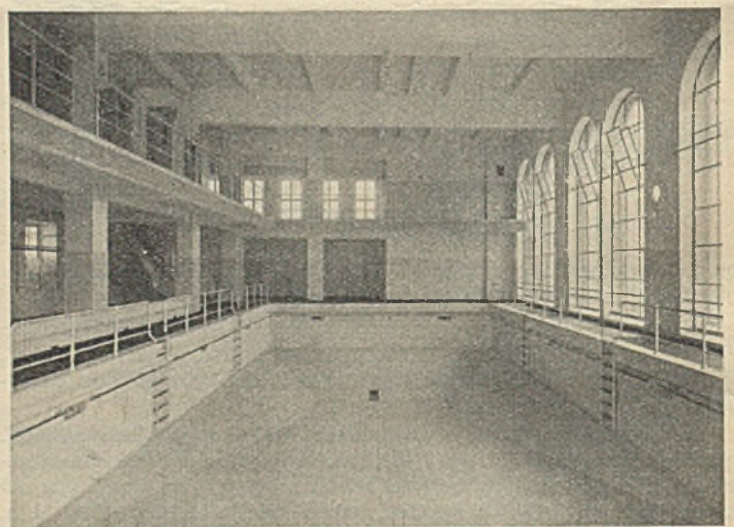


Abb. 14. Ansicht des fertiggestellten Beckens.

sprechend der übereinstimmenden Gestaltung der Schäfte, gleich konstruiert, ebenso paarweise die Füße der vier Eckstützen.

Das flache Dach ruht auf 800 mm hohen Blechträgern, die zentrisch auf den gleichen Stützen aufgelagert sind wie die in gleicher Ebene liegenden Querträger (s. Abb. 11).

Die Stützen stehen auf einem gemeinsamen rahmenförmigen, 3,2 m breiten und 1 m hohen Fundament aus Eisenbeton. Das untere Becken, das aus 12 cm starken Eisenbetonwänden besteht, hat sein eigenes Fundament, das von dem Rahmenfundament rings umschlossen und durch eine mit Pappe ausgefüllte Fuge völlig getrennt ist. Auf diese Weise können sich beide Fundamente unabhängig voneinander setzen. Zwecks Erzielung möglichst gleichmäßiger Bodenpressung sind beide Becken in umgekehrter Richtung eingebaut, d. h. ihre tiefsten Stellen befinden

Neubau in Benutzung genommen. Projektbearbeitung und Oberbauleitung lagen in den Händen von Herrn Oberingenieur Dr.-Ing. e.h.r. C. Pahde.

Einen Blick auf das fertiggestellte obere Becken und die verkleidete Stahlkonstruktion vermittelt Abb. 14.

Der Neubau zeigt äußerlich moderne rechteckige Formen und ruhige ebene Flächen. Diese werden fast nur durch hochstrebende lange Linien der Fensteröffnungen unterbrochen. Durch deren bogenförmigen oberen Abschluß wird gewissermaßen die Verbindung mit der Front des alten Teiles hergestellt, dessen Fenster ebenfalls bogenförmig abgeschlossen sind. Gegenwärtig tritt der Neubau wenig in Erscheinung, da er mit der einen Front an einer engen Straße der alten Stadt liegt und von der anderen Seite her nur durch die verhältnismäßig schmale Lücke zwischen dem Hauptbau und dem Nachbargebäude zu sehen ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Über die angebliche Labilität von Fachwerken.

Von Dr.-Ing. P. Christiani, Privatdozent an der Technischen Hochschule Aachen, zur Zeit Frankfurt a. Main.

Bei Behandlung von Fachwerkbrücken im statischen Schrifttum und besonders in Besprechungen von Brückenwettbewerbssowie den Urteilen von Preisgerichten findet man immer wieder, daß ausdrücklich die Anordnung der zur Erzielung der theoretischen Stabilität erforderlichen Anzahl von Stäben verlangt wird. Am meisten ist dies der Fall bei zwei- und mehrteiligen Systemen, bei denen nicht immer von vornherein ohne Abzählen übersehen werden kann, ob die nötige Anzahl von Stäben vorhanden ist. Besonders die umfangreichen Untersuchungen von Müller-Breslau und Mehrens über mehrteilige Brückentragwerke haben bewirkt, daß auf das Vorhandensein von sogenannten Stabilisierungsstäben großer Wert gelegt wird, während man dagegen aus ästhetischen Gründen diese störend wirkenden Stäbe fast immer gerne weglassen möchte. In Wettbewerben zeigt es sich daher, daß von den Preisgerichten Brückensysteme mit der Begründung abgelehnt werden, daß sie infolge Fehlens der notwendigen Zahl an Stäben labil und somit unbrauchbar seien.

Bei dieser Beurteilung wird der große Einfluß der Knotenstarrheit, der aus dem Fachwerk ein Rahmentragwerk macht, übersehen oder wenigstens nicht in seiner ganzen Bedeutung erfaßt. Deshalb soll in

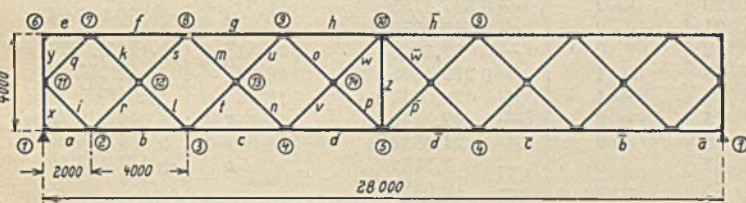


Abb. 1.

vorliegender Arbeit einmal ein strenger zahlenmäßiger Vergleich zwischen zwei Systemen gezogen werden, die sich voneinander lediglich durch das Vorhandensein bzw. das Fehlen eines Stabilisierungspfostens unterscheiden. Es soll gezeigt werden, daß man unbedenklich sogenannte labile Systeme verwenden darf, und daß die Wirkung eines zum Zwecke der Stabilisierung eingelegenen Stabes sich praktisch nur über den nächsten Bereich erstreckt, daß es also auch zwecklos ist, bei einer langen Brücke Stabilisierungsstäbe nur an das Ende zu setzen, weil dadurch das Verhalten des Systems in der Mitte überhaupt nicht geändert wird.

Der Nachweis, daß die Anwendung der elementaren Fachwerktheorie auf die zweiteiligen Systeme zu sehr falschen Schlüssen führen kann, ist schon an anderer Stelle geführt worden¹⁾. Durch die genaue Untersuchung eines Rhombenfachwerks als Rahmentragwerk wurde zahlenmäßig gezeigt, daß das wirkliche Verhalten eines solchen Systems ein ganz anderes ist, als man auf Grund der elementaren Fachwerktheorie annehmen könnte²⁾. Die Gurtungen der mehrteiligen Systeme werden aus statischen Gründen in der Regel sehr steif ausgebildet. Die Füllungsstäbe sind dagegen sehr schlank, so daß eine Untersuchung des Tragwerks unter Zugrundelegung steif durchlaufender Gurtungen mit gelenkig angeschlossenen Streben für den praktischen Gebrauch berechtigt ist, da sie fast zu den genauen Ergebnissen führt³⁾. Da aber auch ein solches System noch immer vielfach statisch unbestimmt ist, kann das Fehlen eines oder mehrerer Füllungsmitglieder auf die Standfestigkeit keinen großen Einfluß haben. Bei allen diesen Untersuchungen wurde bisher ein System zugrunde gelegt, bei dem auch unter Annahme von Gelenkknoten die zur Erreichung der Stabilität erforderliche Anzahl von Stäben vorhanden ist (Abb. 1).

Die Durchrechnung dieses Tragwerks als 72fach statisch unbestimmtes Rahmenwerk liegt in der in Anm. 2 angegebenen Schrift vollständig vor. Sämtliche Einflußlinien sind ermittelt. Die dieser Untersuchung entnommene Einflußlinie für die Stabkraft Z (Abb. 2) läßt schon erkennen, daß sich die Wirkung eines solchen Stabes nur über einen sehr kleinen Bereich erstreckt.

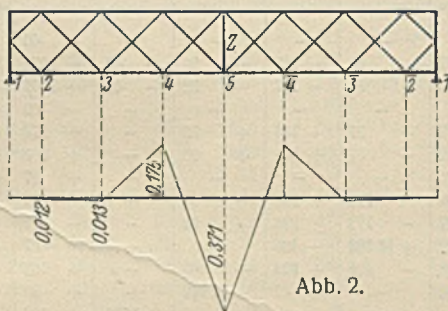


Abb. 2.

Um den Einfluß des Stabilisierungsstabes noch deutlicher darzustellen, wird dieselbe strenge Untersuchung an demselben System ohne jede Änderung der Querschnitte und Abmessungen, jedoch unter Weglassung des Mittelpfostens, vorgenommen. Zur Vermeidung der sehr zeitraubenden vollständigen Neuberechnung des durch die Beseitigung des Pfostens 69fach unbestimmt gewordenen Systems wurde der Weg des Absteigens von 72 auf 69 Unbekannte in der vom Verfasser an anderer Stelle geschilderten Weise eingeschlagen⁴⁾. Es ist also das Tragwerk nach Abb. 1 als kinematisch bekanntes Grundsystem zu betrachten, aus dem das Tragwerk ohne Mittelpfosten als dreifach kinematisch unbestimmtes System zu berechnen ist.

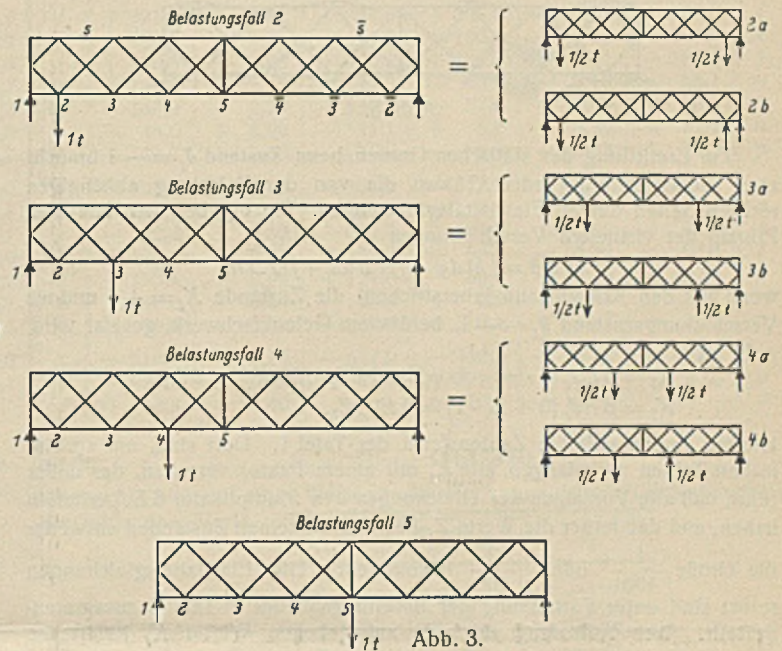


Abb. 3.

Bei der Berechnung des Systems mit Mittelpfosten (Abb. 1), die nunmehr den Ausgangspunkt der folgenden Untersuchungen bildet, war zur Ermittlung der Einflußlinienordinaten der folgende Weg eingeschlagen worden. Für die vier Belastungsfälle

Einzellast 1 t im Punkte 2 (Belastungsfall 2)	
„ 1 t „ 3 („ 3)	
„ 1 t „ 4 („ 4)	
„ 1 t „ 5 („ 5)	

wurden alle statischen Größen ermittelt. Hiermit erhielt man die Einflußlinienordinaten in den Punkten 2 bis 5. Aus den Belastungsfällen 2, 3 und 4 ergaben sich ferner die Werte der Ordinaten in den Punkten 2, 3 und 4. Denn es ist z. B. eine Stabkraft S infolge Belastung mit 1 t im Punkte 2 genau so groß wie die Stabkraft S bei Belastung mit 1 t im Punkte 2. Es genügt also zur Erreichung des oben genannten Zieles die Untersuchung der vier angegebenen Belastungsfälle. Bei Belastungsfall 5 wird durch

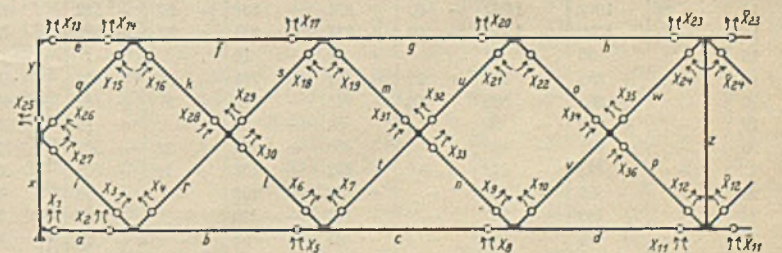


Abb. 4.

die Symmetrie von System und Belastung die Anzahl der Unbekannten auf die Hälfte, also auf 36, ermäßigt. Um bei Behandlung der unsymmetrischen Belastungsfälle ebenfalls eine Ermäßigung der 72 Gleichungen auf 36 zu erzielen, wurde das Verfahren der „Belastungsumordnung“ angewendet, wie Andrée es für symmetrische Tragwerke vorschlägt⁵⁾. Dies

¹⁾ Christiani, Beitrag zur Theorie der mehrteiligen Fachwerke. Dissertation, Aachen 1926.

²⁾ Christiani, Strenge Untersuchungen am Rhombenfachwerk. Berlin 1929. Springer.

³⁾ Christiani, Zur Berechnung von Rhombentragern. Stahlbau 1929, S. 183.

⁴⁾ Christiani, Absteigen der statischen Unbestimmtheit. Stahlbau 1930, S. 258.

⁵⁾ Andrée, Das B-U-Verfahren. München 1919. Oldenbourg.

bedeutet, daß jeder Belastungsfall zerlegt wird in deren zwei, und zwar einem symmetrischen (a) und einem antisymmetrischen (b) (Abb. 3).

Als statisch unbestimmte Größen wurden bei dieser Untersuchung die Stabmomente gewählt, so daß das Gelenkfachwerk als Hauptsystem entstand (Abb. 4).

a) Die symmetrischen Belastungsfälle.

Bei symmetrischer Belastung entsteht im Mittelposten nur eine Normalkraft, während Momente und Querkräfte verschwinden. Man hat also nur eine Größe, und zwar die Stabkraft Z, zu beseitigen. Es ist der Zustand $\delta_1 = -1$ zu betrachten, wobei δ_1 die Änderung der Entfernung zwischen den beiden Punkten 5 und 10 bedeutet. Dieser Zustand ist in Abb. 5 dargestellt, wo auch gleichzeitig als Beispiel ein Zustand $X = +1$ der ursprünglichen Berechnung eingezeichnet ist.

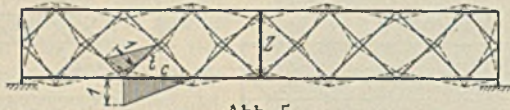


Abb. 5.

Zur Ermittlung der statischen Größen beim Zustand $\delta_1 = -1$ braucht man die Belastungsglieder K_i , also die von der Belastung abhängigen rechten Seiten der 36 Elastizitätsgleichungen. Sie ergeben sich aus dem Prinzip der virtuellen Verschiebungen

$$\sum Q\delta = \int M d\varphi + \int N \delta ds + \int Q \delta h,$$

wenn für den Kraftzustand (überstrichen) die Zustände $X_i = +1$ und als Verschiebungszustand $\delta_1 = -1$, beides am Gelenkfachwerk, gesetzt wird, z. B. zu

$$K_7 = 6EJ_c(1 \cdot \psi_1 + 1 \cdot \psi_c) = 6EJ_c(\int M_7 d\varphi + \sum N_7 \delta s)$$

$$K_7 = 6EJ_c(0 + Z_7 \cdot 1) = 6EJ_c Z_7.$$

Hiermit finden sich die Zahlenwerte der Tafel 1. Dort sind, um zu einfachen Zahlen zu gelangen, alle K_i mit einem Faktor versehen, der daher rührt, daß alle Vorfaktoren der Gleichungen den Multiplikator $6EJ_c$ erhalten haben, und daß ferner die Werte Z_i bei den einzelnen Zuständen entweder die Größe $\frac{1}{400}$ oder $\frac{2}{400}$ bekommen. Die Elastizitätsgleichungen selbst sind unter Fortlassung der Belastungsglieder in Tafel 3 zusammengestellt. Ihre Auflösung mit den angegebenen Werten K_i liefert die

Tafel 1.

i	$\frac{10^3}{15 EJ_c} \cdot K_i$	X_i
1	0	— 25,2411
2	+ 2	+ 334,0020
3	+ 2	+ 7,2210
4	0	— 23,7221
5	— 2	— 1 018,1728
6	— 2	— 52,4612
7	0	+ 18,1216
8	+ 2	+ 3 161,9861
9	+ 2	+ 99,5009
10	0	+ 70,7838
11	— 1	— 4 402,4576
12	— 1	— 146,5353
13	0	+ 36,3944
14	— 2	— 272,4516
15	— 2	— 124,2452
16	0	+ 16,2984
17	+ 2	+ 1 127,1318
18	+ 2	+ 186,5522
19	0	+ 16,2887
20	— 2	— 3 537,4765
21	— 2	— 569,8078
22	0	— 67,5808
23	+ 1	+ 6 272,4901
24	+ 1	+ 420,0641
25	+ 2	— 42,9842
26	+ 2	+ 21,4512
27	0	— 1,7151
28	+ 2	— 2,6459
29	— 2	— 62,3404
30	0	+ 36,2807
31	— 2	— 61,0289
32	+ 2	+ 325,5046
33	0	— 87,1832
34	+ 2	+ 148,5907
35	— 2	— 427,3089
36	0	+ 144,9041

Tafel 2.

Stab	Stabkräfte S_i (t)
a	+ 0,349 70
b	+ 5,332 07
c	— 22,481 82
d	+ 49,737 88
e	+ 0,366 89
f	+ 5,354 05
g	— 21,707 29
h	+ 60,903 44
i	— 0,115 14
k	— 7,834 85
l	— 8,713 73
m	+ 31,284 69
n	+ 35,444 38
o	— 88,356 31
p	— 93,126 29
q	— 0,199 88
r	— 7,345 63
s	— 7,592 40
t	+ 30,244 94
u	+ 31,178 33
v	— 79,752 88
w	— 81,547 55
x	+ 1,976 22
y	+ 1,514 23
z	+ 171,123 50

Spalte 2 in Tafel 1, wodurch die Stabmomente dieses Zustandes bekannt sind. Die Stabkräfte S_i ergeben gemäß

$$S_i = \sum_{i=1}^{i=36} S_i X_i$$

Bei Durchführung der umfangreichen Zahlenrechnung hat mich Herr cand. ing. Lückner, Aachen, in dankenswerter Weise unterstützt.

Tafel 3. Tafel der Werte $6EJ_c \delta_{ik} = 6 \int M_i M_k ds \cdot \frac{J_c}{J}$

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
1	+ 5883	+ 236	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	+ 236	+ 2962	+ 2 338	— 1138	— 272	— 798	— 57	+ 522	+ 472	+ 57	— 168	— 98	— 40	— 1072	— 1090	— 56	+ 885	+ 865
3	—	+ 2338	+ 32 778	— 1138	— 272	— 798	— 57	+ 522	+ 472	+ 57	— 168	— 98	— 40	— 1092	— 1110	— 56	+ 885	+ 865
4	—	— 1138	— 1138	+ 7478	— 594	—	—	—	—	—	—	—	—	— 60	— 60	—	+ 20	+ 20
5	—	— 272	— 272	— 594	+ 2780	+ 1 582	— 772	— 116	— 472	— 57	+ 168	+ 98	—	+ 874	+ 874	+ 19	— 748	— 748
6	—	— 798	— 798	—	+ 1 582	+ 32 022	— 772	— 116	— 472	— 57	+ 168	+ 98	—	+ 833	+ 833	+ 19	— 748	— 748
7	—	— 57	— 57	—	— 772	— 772	+ 7108	— 406	—	—	—	—	—	+ 57	+ 57	—	— 57	— 57
8	—	+ 522	+ 522	—	— 116	— 116	— 406	+ 2027	+ 1 202	— 772	+ 238	— 98	—	— 522	— 522	—	+ 461	+ 464
9	—	+ 472	+ 472	—	— 472	— 472	—	+ 1 202	+ 42 302	— 772	+ 238	— 98	—	— 472	— 472	—	+ 452	+ 452
10	—	+ 57	+ 57	—	— 57	— 57	—	— 772	— 772	+ 15 568	— 406	—	—	— 57	— 57	—	+ 57	+ 57
11	—	— 168	— 168	—	+ 168	+ 168	—	+ 238	+ 238	— 406	+ 884	+ 49	—	+ 168	+ 168	—	— 168	— 168
12	—	— 98	— 98	—	+ 98	+ 98	—	— 98	— 98	—	+ 49	+ 41 149	—	+ 98	+ 98	—	— 98	— 98
13	—	— 40	— 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 5778	+ 194	—	—	—	—
14	— 40	— 1072	— 1 092	— 60	+ 874	+ 833	+ 57	— 522	— 472	— 57	+ 168	+ 98	+ 194	+ 2700	+ 2171	— 968	— 407	— 851
15	—	— 1090	— 1 110	— 60	+ 874	+ 833	+ 57	— 522	— 472	— 57	+ 168	+ 98	—	+ 2171	+ 3548	— 968	— 407	— 851
16	—	— 56	— 56	—	+ 19	+ 19	—	—	—	—	—	—	—	— 968	— 968	+ 15 741	— 502	—
17	—	+ 885	+ 885	+ 20	— 748	— 748	— 57	+ 464	+ 452	+ 57	— 168	— 98	—	— 407	— 407	— 502	+ 2626	+ 1602
18	—	+ 865	+ 865	+ 20	— 748	— 748	— 57	+ 464	+ 452	+ 57	— 168	— 98	—	— 851	— 851	—	+ 1602	+ 7882
19	—	+ 50	+ 50	—	— 50	— 50	—	+ 19	+ 19	—	—	—	—	— 50	— 50	—	— 775	— 775
20	—	— 495	— 495	—	+ 466	+ 466	+ 22	— 308	— 308	— 57	+ 110	+ 69	—	+ 495	+ 495	—	— 105	— 105
21	—	— 443	— 443	—	+ 432	+ 432	+ 22	— 308	— 308	— 57	+ 110	+ 69	—	+ 443	+ 443	—	— 454	— 454
22	—	— 68	— 68	—	+ 68	+ 68	—	— 68	— 68	—	+ 29	+ 29	—	+ 68	+ 68	—	— 68	— 68
23	—	+ 140	+ 140	—	— 140	— 140	—	+ 95	+ 95	+ 22	— 20	— 20	—	— 140	— 140	—	+ 140	+ 140
24	—	+ 85	+ 85	—	— 85	— 85	—	+ 62	+ 62	+ 22	— 20	— 20	—	— 85	— 85	—	+ 85	+ 85
25	— 2490	+ 1278	+ 1 236	+ 60	— 946	— 886	— 57	+ 522	+ 472	+ 57	— 168	— 98	+ 2505	— 1233	— 1268	—	+ 923	+ 865
26	— 2511	+ 1278	+ 1 236	+ 60	— 946	— 886	— 57	+ 522	+ 472	+ 57	— 168	— 98	— 24	— 1250	+ 602	— 56	+ 923	+ 865
27	— 2530	— 20	+ 15 220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 20	— 20	—	—	—
28	—	+ 1167	+ 1 167	+ 3200	— 907	— 886	— 57	+ 522	+ 472	+ 57	— 168	— 98	—	— 1188	— 1188	+ 15 164	+ 901	+ 856
29	—	— 1070	— 1 070	+ 3080	+ 882	+ 848	+ 57	— 522	— 472	— 57	+ 168	+ 98	—	+ 1073	+ 1073	+ 19	— 864	+ 2275
30	—	— 79	— 79	+ 3099	— 40	+ 15 220	—	—	—	—	—	—	—	+ 100	+ 100	—	— 20	— 20
31	—	— 830	— 830	—	+ 752	+ 752	+ 3197	— 502	— 472	— 57	+ 168	+ 98	—	+ 832	+ 832	—	— 820	— 820
32	—	+ 725	+ 725	—	— 668	— 668	+ 3083	+ 483	+ 452	+ 57	— 168	— 98	—	— 724	— 724	—	+ 686	+ 686
33	—	+ 107	+ 107	—	— 73	— 73	+ 3106	+ 31	+ 20 550	—	—	—	—	— 107	— 107	—	+ 88	+ 88
34	—	+ 432	+ 432	—	— 432	— 432	—	+ 353	+ 330	+ 7 427	— 139	— 98	—	— 432	— 432	—	+ 432	+ 432
35	—	— 309	— 309	—	+ 309	+ 309	—	— 252	— 229	+ 7 313	+ 110	+ 69	—	+ 309	+ 309	—	— 309	— 309
36	—	— 126	— 126	—	+ 107	+ 107	—	— 92	— 92	+ 7 336	+ 41	+ 20 550	—	+ 126	+ 126	—	— 126	— 126

Tafel 4. Berechnung der Stabkräfte für die symmetrischen Belastungsfälle. $S^{(69)} = S_0^{(72)} - S_1 \delta_1$.

Stab	Belastungsfall 5 $\delta_1 = + 2,1686$			Belastungsfall 4 a $\delta_1 = - 1,0262$			Stab	Belastungsfall 3 a $\delta_1 = + 0,0783$			Belastungsfall 2 a $\delta_1 = + 0,0701$			Stab
	$S_0^{(72)}$	$-S_1 \delta_1$	$S^{(69)}$ (kg)	$S_0^{(72)}$	$-S_1 \delta_1$	$S^{(69)}$ (kg)		$S_0^{(72)}$	$-S_1 \delta_1$	$S^{(69)}$ (kg)	$S_0^{(72)}$	$-S_1 \delta_1$	$S^{(69)}$ (kg)	
a	+ 5,6	- 0,76	+ 4,8	+ 7,5	+ 0,36	+ 7,9	a	+ 3,6	- 0,03	+ 3,6	+ 7,1	- 0,02	+ 7,1	a
b	+ 477,8	- 11,58	+ 466,2	+ 528,7	+ 5,47	+ 534,2	b	+ 399,2	- 0,42	+ 398,8	+ 132,2	- 0,37	+ 128,8	b
c	+ 1023,7	+ 48,75	+ 1072,5	+ 908,5	- 23,07	+ 885,4	c	+ 648,0	+ 1,76	+ 649,8	+ 288,7	+ 1,58	+ 290,3	c
d	+ 1418,3	- 107,86	+ 1310,4	+ 1123,0	+ 51,04	+ 1174,0	d	+ 772,7	+ 3,90	+ 768,8	+ 242,5	+ 3,49	+ 239,0	d
e	- 4,5	- 0,80	- 5,3	- 2,2	+ 0,38	- 1,8	e	- 7,0	- 0,03	- 7,0	- 1,9	- 0,03	- 1,9	e
f	- 504,9	- 11,61	- 516,5	- 460,8	+ 5,50	- 455,3	f	- 565,9	- 0,42	- 566,3	- 370,8	- 0,38	- 371,2	f
g	- 964,2	+ 47,07	- 917,1	- 1067,4	- 22,28	- 1089,7	g	- 833,5	+ 1,70	- 831,8	- 204,9	+ 1,52	- 203,4	g
h	- 1524,2	- 132,08	- 1656,3	- 1354,8	+ 62,50	- 1292,3	h	- 709,2	- 4,77	- 714,0	- 253,1	- 4,27	- 257,4	h
i	+ 329,7	+ 0,25	+ 329,9	+ 334,8	- 0,12	+ 334,7	i	+ 321,8	+ 0,01	+ 321,8	+ 353,5	+ 0,01	+ 353,5	i
k	+ 366,8	+ 16,99	+ 383,8	+ 304,2	- 8,04	+ 296,2	k	+ 448,1	+ 0,61	+ 448,7	+ 190,8	+ 0,55	+ 191,3	k
l	+ 374,5	+ 18,90	+ 393,4	+ 302,5	- 8,94	+ 293,6	l	+ 469,5	+ 0,68	+ 470,2	+ 166,5	+ 0,61	+ 167,1	l
m	+ 312,8	- 67,84	+ 245,0	+ 454,0	+ 32,10	+ 486,1	m	+ 146,7	- 2,45	+ 144,3	- 65,9	- 2,19	- 68,1	m
n	+ 317,2	- 76,86	+ 240,3	+ 477,8	+ 36,37	+ 514,2	n	+ 133,0	- 2,78	+ 130,2	- 57,0	- 2,49	- 59,5	n
o	+ 387,7	+ 191,61	+ 579,3	+ 155,7	- 90,67	+ 65,0	o	- 48,0	+ 6,92	- 41,1	+ 5,9	+ 6,20	+ 12,1	o
p	+ 392,0	+ 201,95	+ 594,0	+ 152,3	- 95,56	+ 56,7	p	- 42,7	+ 7,30	- 35,4	+ 5,8	+ 6,53	+ 12,3	p
q	- 342,6	+ 0,43	- 342,2	- 339,8	- 0,21	- 340,0	q	- 353,2	+ 0,02	- 353,2	- 311,8	+ 0,01	- 311,8	q
r	- 334,3	+ 15,93	- 318,4	- 398,3	- 7,54	- 405,8	r	- 232,3	+ 0,58	- 231,7	+ 172,1	+ 0,51	+ 172,6	r
s	- 331,6	+ 16,46	- 315,1	- 399,3	- 7,79	- 407,1	s	- 222,4	+ 0,59	- 221,8	+ 162,9	+ 0,53	+ 163,4	s
t	- 399,4	- 65,59	- 465,0	- 244,0	+ 31,04	- 213,0	t	+ 125,7	- 2,37	+ 123,3	- 60,5	- 2,12	- 62,6	t
u	- 400,3	- 67,61	- 467,9	- 241,2	+ 31,99	- 209,2	u	+ 123,4	- 2,44	+ 121,0	- 59,8	- 2,18	- 62,0	u
v	- 242,0	+ 172,95	- 69,0	+ 175,5	- 81,84	+ 93,7	v	- 46,6	+ 6,24	- 40,4	+ 9,2	+ 5,58	+ 14,7	v
w	- 240,2	+ 176,84	- 63,4	+ 173,2	- 83,68	+ 89,5	w	- 45,9	+ 6,39	- 39,5	+ 9,4	+ 5,72	+ 15,1	w
x	- 488,7	- 3,90	- 492,6	- 472,1	+ 1,84	- 470,3	x	- 516,9	- 0,14	- 517,0	- 432,1	- 0,13	- 432,2	x
y	- 10,3	- 3,28	- 13,6	+ 2,6	+ 1,55	+ 4,1	y	- 27,8	- 0,12	- 27,9	+ 20,6	- 0,11	+ 20,5	y
z	+ 371,1	- 371,10	-	- 175,6	+ 175,60	-	z	+ 13,4	- 13,40	-	+ 12,0	- 12,00	-	z

die in Tafel 2 mitgeteilten Zahlen. Die wirkliche Verschiebung δ_1 , die nach Beseitigung des Pfostens auftritt, ergibt sich nun aus der Elastizitätsgleichung

$$S_{II} \delta_1 = S_{I_0}^{(72)}$$

worin $S_{I_0}^{(72)}$ die Stabkräfte Z des 72fach statisch unbestimmten Systems sind, das in diesem Fall als Grundsystem gilt.

$$\delta_1 = \frac{S_{I_0}^{(72)}}{S_{II}}$$

+ $6I_0^2 \int N_i N_k ds \cdot \frac{F_c}{F}$ bei symmetrischer Belastung.

worin

$$S_{II} = Z_{II} = + 171,123 50.$$

Es ergeben sich auf diese Weise für die vier symmetrischen Belastungsfälle die folgenden Werte

Bel.-F.	S_{I_0} (kg)	δ_1
5	+ 371,1	+ 2,1686
4 a	- 175,6	- 1,0262
3 a	+ 13,4	+ 0,0783
2 a	+ 12,0	+ 0,0701

X_{10}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}	X_{28}	X_{29}	X_{30}	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}	
-	-	-	-	-	-	- 2 490	- 2 511	- 2 530	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
+ 50	- 495	- 443	- 68	+ 140	+ 85	+ 1 278	+ 1 278	- 20	+ 1 157	- 1 070	- 79	- 830	+ 725	+ 107	+ 432	- 309	- 126	2
+ 50	- 495	- 443	- 68	+ 140	+ 85	+ 1 236	+ 1 236	+ 15 220	+ 1 167	- 1 070	- 79	- 830	+ 725	+ 107	+ 432	- 309	- 126	3
-	-	-	-	-	-	+ 60	+ 60	-	+ 3 200	+ 3 080	+ 3 099	-	-	-	-	-	-	4
- 50	+ 466	+ 432	+ 68	- 140	- 85	- 946	- 946	-	- 907	+ 882	- 40	+ 752	- 668	- 73	- 432	+ 309	+ 107	5
- 50	+ 446	+ 432	+ 68	- 140	- 85	- 886	- 886	-	- 896	+ 848	+ 15 220	+ 752	- 668	- 73	- 432	+ 309	+ 107	6
-	+ 22	+ 22	-	-	-	- 57	- 57	-	- 57	+ 57	-	+ 3 197	+ 3 083	+ 3 106	-	-	-	7
+ 19	- 308	- 308	- 68	+ 95	+ 62	+ 522	+ 522	-	+ 522	- 522	-	- 502	+ 483	+ 31	+ 353	- 252	- 92	8
+ 19	- 308	- 308	- 68	+ 95	+ 62	+ 472	+ 472	-	+ 472	- 472	-	- 472	+ 452	+ 20 550	+ 370	- 229	- 92	9
-	- 57	- 57	-	+ 22	+ 22	+ 57	+ 57	-	+ 57	- 57	-	- 57	+ 57	-	+ 7 427	+ 7 313	+ 7 336	10
-	+ 110	+ 110	+ 29	- 20	- 20	- 168	- 168	-	- 168	+ 168	-	+ 168	- 168	-	- 139	+ 110	+ 41	11
-	+ 69	+ 69	+ 29	- 20	- 20	- 98	- 98	-	- 98	+ 98	-	+ 98	- 98	-	- 98	+ 69	+ 20 550	12
-	-	-	-	-	-	+ 2 505	- 34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
- 50	- 495	+ 443	+ 68	- 140	- 85	- 1 233	- 1 250	- 20	- 1 188	+ 1 073	+ 100	+ 832	- 724	- 107	- 432	+ 309	+ 126	14
- 50	- 495	+ 443	+ 68	- 140	- 85	- 1 268	+ 602	- 20	- 1 188	+ 1 073	+ 100	+ 832	- 724	- 107	- 432	+ 309	+ 126	15
-	-	-	-	-	-	- 56	- 56	-	+ 15 164	+ 19	-	-	-	-	-	-	-	16
- 775	- 105	- 454	- 68	+ 140	+ 85	+ 923	+ 923	-	+ 901	- 864	- 20	- 820	+ 686	+ 88	+ 432	- 309	- 126	17
- 775	- 105	- 454	- 68	+ 140	+ 85	+ 865	+ 865	-	+ 865	+ 2 275	- 20	- 820	+ 686	+ 88	+ 432	- 309	- 126	18
+ 41 925	- 406	-	-	-	-	- 50	- 50	-	- 50	+ 50	-	+ 20 600	+ 20	-	-	-	-	19
- 406	+ 1793	+ 962	- 538	+ 151	- 105	- 495	- 495	-	- 495	+ 495	-	+ 488	- 453	- 22	- 311	+ 251	+ 97	20
-	+ 902	+ 7242	- 538	+ 151	- 105	- 443	- 443	-	- 443	+ 443	-	+ 443	+ 2 697	- 22	- 311	+ 251	+ 97	21
-	- 538	- 538	+ 41 706	- 291	-	- 68	- 68	-	- 68	+ 68	-	+ 68	- 68	-	+ 20 482	+ 29	-	22
-	+ 151	+ 151	- 291	+ 642	+ 42	+ 140	+ 140	-	+ 140	- 140	-	- 140	+ 140	-	+ 117	- 85	- 22	23
-	- 105	- 105	-	+ 42	+ 14 782	+ 85	+ 85	-	+ 85	- 85	-	- 85	+ 85	-	+ 85	+ 7 285	- 22	24
- 50	- 495	- 443	- 68	+ 140	+ 85	+ 11 848	+ 6 595	+ 5 240	+ 1 224	- 1 111	- 120	- 832	+ 724	+ 107	+ 432	- 309	- 126	25
- 50	- 495	- 443	- 68	+ 140	+ 85	+ 6 595	+ 10 319	+ 5 220	+ 1 224	- 1 111	- 120	- 832	+ 724	+ 107	+ 432	- 309	- 126	26
-	-	-	-	-	-	+ 5 240	+ 5 220	+ 35 661	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
- 50	- 495	- 443	- 68	+ 140	+ 85	+ 1 224	+ 1 224	-	+ 37 906	+ 5 188	+ 6 180	- 832	+ 724	+ 107	+ 432	- 309	- 126	28
+ 50	+ 495	+ 443	+ 68	- 140	- 85	- 1 111	- 1 111	-	+ 5 188	+ 13 633	+ 6 380	+ 832	- 724	- 107	- 432	+ 309	+ 126	29
-	-	-	-	-	-	- 120	- 120	-	+ 6 180	+ 6 380	+ 36 801	-	-	-	-	-	-	30
+ 20 600	+ 488	+ 443	+ 68	- 140	- 85	- 832	- 832	-	- 832	+ 832	-	+ 48 170	+ 5 575	+ 6 192	- 432	+ 309	+ 126	31
+ 20	- 453	+ 2697	- 68	+ 140	+ 85	+ 724	+ 724	-	+ 724	- 724	-	+ 5 575	+ 13 246	+ 6 367	+ 432	- 309	- 126	32
-	- 22	- 22	-	-	-	+ 107	+ 107	-	+ 107	- 107	-	+ 6 192	+ 6 267	+ 47 445	-	-	-	33
-	- 311	- 311	+ 20 482	+ 117	+ 85	+ 432	+ 432	-	+ 432	- 432	-	- 432	+ 432	-	+ 58 221	+ 14 460	+ 14 643	34
-	+ 251	+ 251	+ 29	- 85	+ 7 285	- 309	- 309	-	- 309	+ 309	-	+ 309	- 309	-	+ 14 460	+ 29 731	+ 14 833	35
-	+ 97	+ 97	-	- 22	- 22	- 126	- 126	-	- 126	+ 126	-	+ 126	- 126	-	+ 14 643	+ 14 833	+ 55 915	36

Tafel 5. Tafel der Werte $6EJ_c \delta_{ik} = 6 \int M_i M_k ds \cdot \frac{J_c}{J}$

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
1	+ 5883	+ 236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	+ 236	+ 2882	+ 2 258	- 1138	- 192	- 718	- 57	+ 442	+ 392	+ 57	- 128	- 58	- 40	- 40	- 1010	- 56	+ 805	+ 785
3	-	+ 2258	+ 32 698	- 1138	- 192	- 718	- 57	+ 442	+ 392	+ 57	- 128	- 58	- 40	- 1012	- 1030	- 56	+ 805	+ 785
4	-	- 1138	- 1 138	+ 7478	- 594	-	-	-	-	-	-	-	-	- 60	- 60	-	+ 20	+ 20
5	-	- 192	- 192	- 594	+ 2700	+ 1 502	- 772	- 36	- 392	- 57	+ 128	+ 58	-	+ 794	+ 794	+ 19	- 668	- 668
6	-	- 718	- 718	-	+ 1502	+ 31 942	- 772	- 36	- 392	- 57	+ 128	+ 58	-	+ 753	+ 753	+ 19	- 668	- 668
7	-	- 57	- 57	-	- 772	- 772	+ 7108	- 406	-	-	-	-	-	+ 57	+ 57	-	- 57	- 57
8	-	+ 442	+ 442	-	- 36	- 36	- 406	+ 1947	+ 1 122	- 772	+ 278	- 58	-	- 442	- 442	-	+ 384	+ 384
9	-	+ 392	+ 392	-	- 392	- 392	-	+ 1122	+ 42 222	- 772	+ 278	- 58	-	- 392	- 392	-	+ 372	+ 372
10	-	+ 57	+ 57	-	- 57	- 57	-	- 772	- 772	+ 15 568	- 406	-	-	- 57	- 57	-	+ 57	+ 57
11	-	- 128	- 128	-	+ 128	+ 128	-	+ 278	+ 278	- 406	+ 30 624	+ 29 789	-	+ 128	+ 128	-	- 128	- 128
12	-	- 58	- 58	-	+ 58	+ 58	-	- 58	- 58	-	+ 29 789	+ 70 889	-	+ 58	+ 58	-	- 58	- 58
13	-	- 40	- 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ 5778	+ 194	-	-	-	-
14	- 40	- 992	- 1 012	- 60	+ 794	+ 753	+ 57	- 443	- 392	- 57	+ 128	+ 58	+ 194	+ 2620	+ 2091	- 968	- 327	- 771
15	-	- 1010	- 1 030	- 60	+ 794	+ 753	+ 57	- 443	- 392	- 57	+ 128	+ 58	-	+ 2091	+ 3468	- 968	- 327	- 771
16	-	- 56	- 56	-	+ 19	+ 19	-	-	-	-	-	-	-	- 968	- 968	+ 15 741	- 502	-
17	-	+ 805	+ 805	+ 20	- 668	- 668	- 57	+ 384	+ 372	+ 57	- 128	- 58	-	- 327	- 327	- 502	+ 2546	+ 1522
18	-	+ 785	+ 785	+ 20	- 668	- 668	- 57	+ 384	+ 372	+ 57	- 128	- 58	-	- 771	- 771	-	+ 1522	+ 7802
19	-	+ 50	+ 50	-	- 50	- 50	-	+ 19	+ 19	-	-	-	-	- 50	- 50	-	- 775	- 775
20	-	- 415	- 415	-	+ 386	+ 386	+ 22	- 228	- 228	- 57	+ 70	+ 29	-	+ 415	+ 415	-	- 25	- 25
21	-	- 363	- 363	-	+ 352	+ 352	+ 22	- 228	- 228	- 57	+ 70	+ 29	-	+ 363	+ 363	-	- 374	- 374
22	-	- 68	- 68	-	+ 68	+ 68	-	- 68	- 68	-	+ 29	+ 29	-	+ 68	+ 68	-	- 68	- 68
23	-	+ 100	+ 100	-	- 100	- 100	-	+ 55	+ 55	+ 22	- 14 880	- 14 880	-	- 100	- 100	-	+ 100	+ 100
24	-	+ 45	+ 45	-	- 45	- 45	-	+ 22	+ 22	+ 22	- 14 880	- 14 880	-	- 45	- 45	-	+ 45	+ 45
25	- 2490	+ 1198	+ 1 156	+ 60	- 866	- 806	- 57	+ 442	+ 392	+ 57	- 128	- 58	+ 2505	- 1153	- 1188	- 56	+ 843	+ 785
26	- 2511	+ 1198	+ 1 156	+ 60	- 866	- 806	- 57	+ 442	+ 392	+ 57	- 128	- 58	- 34	- 1170	+ 682	- 56	+ 843	+ 785
27	- 2530	- 20	+ 15 220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 20	+ 20	-	-	-
28	-	+ 1087	+ 1 087	+ 3200	- 827	- 806	- 57	+ 442	+ 392	+ 57	- 128	- 58	-	- 1108	- 1108	+ 15 164	+ 821	+ 785
29	-	- 990	- 990	+ 3080	+ 802	+ 768	+ 57	- 442	- 392	- 57	+ 128	+ 58	-	+ 993	+ 993	- 19	- 784	+ 2355
30	-	- 79	- 79	+ 3099	- 40	+ 15 220	-	-	-	-	-	-	-	+ 100	+ 100	-	- 20	- 20
31	-	- 750	- 750	-	+ 672	+ 672	+ 3197	- 422	- 392	- 57	+ 128	+ 58	-	+ 752	+ 752	-	- 740	- 740
32	-	+ 645	+ 645	-	- 583	- 588	+ 3083	+ 403	+ 372	+ 57	- 128	- 58	-	+ 644	+ 644	-	+ 606	+ 606
33	-	+ 107	+ 107	-	- 73	- 73	+ 3106	+ 31	+ 20 550	-	-	-	-	- 107	- 107	-	+ 88	+ 88
34	-	+ 352	+ 352	-	- 352	- 352	-	+ 273	+ 250	+ 7 427	- 99	- 58	-	- 352	- 352	-	+ 352	+ 352
35	-	- 229	- 229	-	+ 229	+ 229	-	- 172	- 149	+ 7 313	+ 70	+ 29	-	+ 229	+ 229	-	- 229	- 229
36	-	- 126	- 126	-	+ 107	+ 107	-	- 92	- 92	+ 7 336	+ 41	+ 20 550	-	+ 126	+ 126	-	- 126	- 126

Nun erhält man jede Größe $S^{(69)}$ am System ohne Mittelpfosten aus

$$S^{(69)} = S^{(72)} - S_I \delta_I$$

Die Ergebnisse dieser Rechnung finden sich in Tafel 4.

b) Die antisymmetrischen Belastungsfälle.

Bei antisymmetrischer Belastung entstehen im Mittelpfosten nur Momente und Querkräfte. In der folgenden Untersuchung wird mit δ_{II} eine Verdrehung der Querschnitte in Pfostenmitte und mit δ_{III} eine Querverschiebung der Querschnitte in Pfostenmitte bezeichnet. Die Belastungsglieder für die Zustände $\delta_{II} = -1$ und $\delta_{III} = -1$ ergeben sich wieder aus dem Prinzip der virtuellen Verschiebungen. Mit Ausnahme derjenigen Zustände $X_i = +1$, deren Momentenflächen sich über den Mittelpfosten erstrecken, verschwinden alle Belastungsglieder. Es entstehen daher nur Werte $K_{11}, K_{12}, K_{23}, K_{24}$.

Zustand $\delta_{II} = -1$:

$$K_{11} = K_{12} = 1 \psi_z \cdot 6 EJ_c = 1 \left(-\frac{1}{2} \right) 6 EJ_c = -3 EJ_c$$

$$K_{23} = K_{24} = 1 \psi_z \cdot 6 EJ_c = 1 \left(+\frac{1}{2} \right) 6 EJ_c = +3 EJ_c$$

Zustand $\delta_{III} = -1$:

$$K_{11} = K_{12} = 1 \psi_z \cdot 6 EJ_c = +1 \frac{1}{z} \cdot 6 EJ_c = +\frac{3}{200} EJ_c$$

$$K_{23} = K_{24} = 1 \psi_z \cdot 6 EJ_c = +1 \frac{1}{z} \cdot 6 EJ_c = +\frac{3}{200} EJ_c$$

Die Auflösung der 36 Elastizitätsgleichungen für antisymmetrische Belastung (Tafel 5) liefert die Stabendmomente in Tafel 6. Hieraus finden sich genau wie unter a) die Stabkräfte in Tafel 7.

Die wirklichen Verschiebungen δ_{II} und δ_{III} , die sich bei Beseitigung des Mittelpfostens einstellen, ergeben sich nunmehr aus den beiden Elastizitätsgleichungen

$$S_{II II} \delta_{II} + S_{II III} \delta_{III} = S_{II 0}$$

$$S_{III II} \delta_{II} + S_{III III} \delta_{III} = S_{III 0}$$

Tafel 6.

Tafel 7.

	Stabendmomente		Stab	Stabkräfte			
	X_{II}	X_{III}		S_{II}	S_{III}		
1	-	29,956	+	0,2377	a	- 0,381 335	+ 0,000 306
2	-	996,309	+	1,5051	b	- 15,076 018	+ 0,007 356
3	-	45,227	-	0,0007	c	+ 19,429 352	+ 0,057 179
4	-	111,188	+	0,6035	d	+ 34,064 735	- 0,475 613
5	+	902,953	+	7,9853	e	- 0,573 615	+ 0,001 927
6	+	42,618	+	0,2941	f	- 13,284 608	+ 0,030 745
7	+	328,048	-	3,1372	g	+ 18,939 058	- 0,119 257
8	+	2814,262	-	54,5229	h	+ 37,544 102	+ 0,577 837
9	+	64,719	-	1,1617	i	- 3,050 755	+ 0,024 069
10	-	394,643	+	6,4456	k	+ 18,962 539	- 0,063 119
11	-	18775,364	+	276,1150	l	+ 22,358 779	- 0,077 116
12	-	507,402	+	6,1768	m	- 26,829 156	+ 0,236 415
13	-	58,739	+	0,1474	n	- 30,161 252	+ 0,290 594
14	+	753,145	-	2,4567	o	- 51,056 052	- 1,194 137
15	+	644,167	-	1,9509	p	- 52,025 340	- 1,298 034
16	+	175,807	-	0,1702	q	- 1,205 733	- 0,014 077
17	-	944,692	+	9,3272	r	+ 18,383 042	+ 0,016 150
18	-	211,537	+	1,6076	s	+ 19,758 724	+ 0,016 102
19	-	90,542	-	0,1155	t	- 24,049 707	- 0,170 860
20	-	1915,324	-	44,3970	u	- 24,469 302	- 0,176 142
21	-	125,334	-	6,5256	v	- 53,489 172	+ 1,096 699
22	+	162,353	+	0,6539	w	- 55,498 132	+ 1,126 772
23	+	18754,494	+	271,4789	x	- 4,831 765	- 0,008 714
24	+	787,644	+	12,1091	y	- 4,059 420	+ 0,013 020
25	+	55,984	-	0,2380	z	-	-
26	-	282,089	+	0,7518			
27	+	50,239	-	0,0608			
28	-	130,375	+	0,1885			
29	+	273,911	-	0,7543			
30	-	40,303	-	0,0509			
31	+	107,278	-	0,1643			
32	-	309,025	+	2,5580			
33	-	14,421	+	0,3813			
34	-	99,218	+	0,6421			
35	-	151,391	-	3,9363			
36	+	322,391	-	2,3173			

(Fortsetzung von Tafel 9.)

Bel.-Fall	2b	3b	4b
$10^3 \delta_{II} \dots =$	+ 1,373 493	- 2,760 813	+ 5,751 571
$\delta_{III} \dots =$	- 0,175 041	- 0,425 934	- 1,053 758

Eine statische Größe $S^{(69)}$ ergibt sich nun wiederum aus

$$S^{(69)} = S^{(72)} - S_{II} \delta_{II} - S_{III} \delta_{III}$$

Die Ergebnisse dieser Rechnung sind in Tafel 8 zusammengestellt.

Tafel 9. Zusammenstellung aller Stabkräfte.

Stab	Stabkräfte in kg bei Belastungsfall			
	5	4	3	2
a	+ 4,8	+ 9,9	+ 19,1	- 16,0
b	+ 466,2	+ 716,5	+ 592,0	+ 187,4
c	+ 1072,5	+ 1063,8	+ 870,5	+ 435,6
d	+ 1310,4	+ 1241,8	+ 922,4	+ 268,6
e	- 5,3	- 2,9	+ 6,8	- 43,0
f	- 516,5	- 559,8	- 919,9	- 665,0
g	- 917,1	- 1456,6	- 1246,5	- 267,0
h	- 1656,3	- 1566,8	- 768,0	- 300,7
i	+ 329,9	+ 432,1	+ 492,6	+ 664,0
k	+ 383,8	+ 345,9	+ 746,6	+ 334,1
l	+ 393,4	+ 337,9	+ 808,1	+ 287,1
m	+ 245,0	+ 699,2	+ 135,1	- 181,8
n	+ 240,3	+ 740,9	+ 114,5	- 163,3
o	+ 579,3	- 21,7	- 261,8	- 28,2
p	+ 594,0	- 37,6	- 253,3	- 29,1
q	- 342,2	- 432,8	- 573,2	- 533,7
r	- 318,4	- 563,2	- 318,5	+ 384,1
s	- 315,1	- 567,1	- 299,9	+ 366,5
t	- 465,0	- 168,2	+ 409,2	- 72,5

Stab	Stabkräfte in kg bei Belastungsfall			
	5	4	3	2
u	- 467,9	- 159,7	+ 404,5	- 70,7
v	- 69,0	+ 480,7	+ 36,0	+ 75,9
w	- 63,4	+ 475,6	+ 37,2	+ 76,2
x	- 492,6	- 593,8	- 819,7	- 793,9
y	- 13,6	+ 12,5	- 52,5	+ 38,3
z	- 13,6	- 4,3	- 3,3	+ 2,7
aa	- 492,6	- 346,8	- 214,3	- 70,5
ab	- 63,4	- 296,6	- 116,2	- 46,0
ac	- 69,0	- 293,3	- 116,8	- 46,5
ad	- 467,9	- 258,7	- 162,5	- 53,3
ae	- 465,0	- 258,8	- 162,6	- 52,7
af	- 315,1	- 247,1	- 143,7	- 39,7
ag	- 318,4	- 248,4	- 144,9	- 38,9
ah	- 342,2	- 247,2	- 133,2	- 89,9
ai	+ 594,0	+ 151,0	+ 182,5	+ 53,7
aj	+ 579,3	+ 151,7	+ 179,6	+ 52,4
ak	+ 240,3	+ 287,5	+ 145,9	+ 44,3
al	+ 245,0	+ 273,0	+ 153,5	+ 45,6
am	+ 393,4	+ 249,3	+ 172,3	- 47,1
an	+ 383,8	+ 246,5	+ 150,8	- 48,5
ao	+ 329,9	+ 237,3	+ 151,0	+ 43,0
ap	- 1656,3	- 1017,8	- 660,0	- 214,1
aq	- 917,1	- 722,8	- 417,1	- 139,8
ar	- 516,5	- 350,8	- 212,7	- 77,4
as	- 5,3	- 0,7	- 20,8	+ 39,2
at	+ 1310,4	+ 1106,2	+ 615,2	+ 209,4
au	+ 1072,5	+ 707,0	+ 429,1	+ 145,0
av	+ 466,2	+ 351,9	+ 205,6	+ 70,2
aw	+ 4,8	+ 5,9	- 11,9	+ 30,2

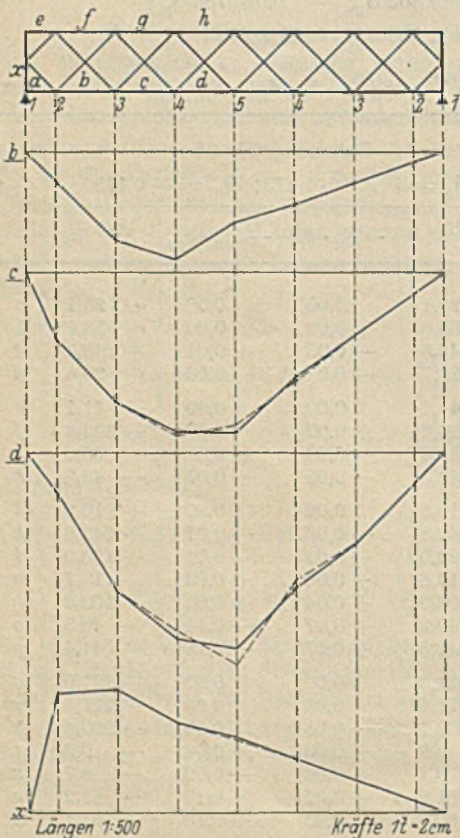


Abb. 6.

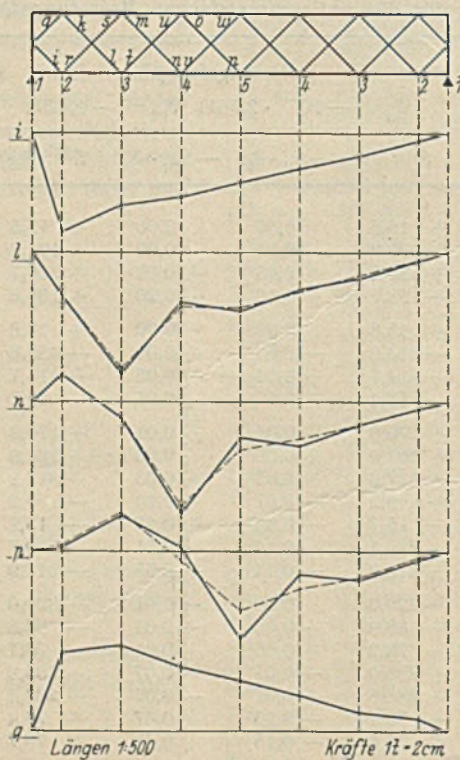


Abb. 8.

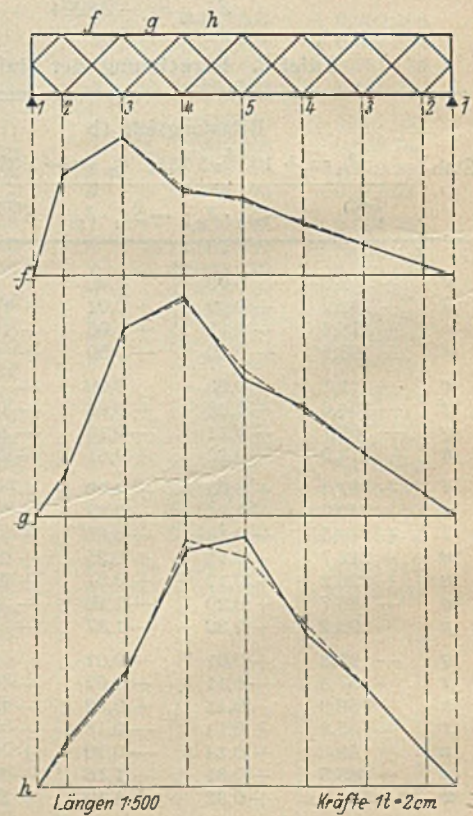


Abb. 7.

c) Die Einflußlinien.

Tafel 9 enthält die Stabkräfte des Tragwerks ohne Mittelpfosten für Belastungsfall 5 sowie die Stabkräfte für die Fälle 4, 3 und 2, die aus

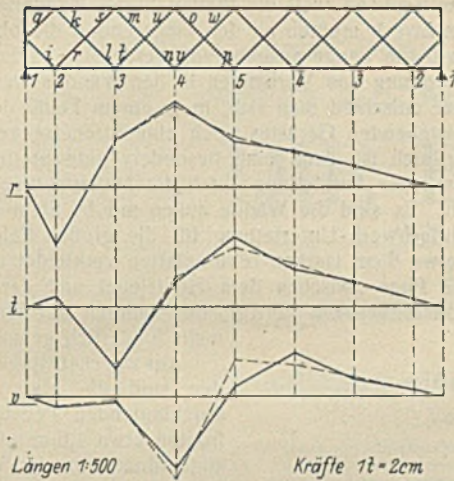


Abb. 9.

Zusammensetzung der symmetrischen und der antisymmetrischen Belastungsfälle gewonnen wurden. Hierdurch sind auch die Einflußlinien für die Stabkräfte zahlenmäßig festgelegt. In den Abb. 6 bis 9 sind sie

linien für die Stabendmomente ermittelt worden. Sie werden zum Teil in den Abb. 10 bis 12 mitgeteilt.

Für die beiden Stäbe *b* und *d* werden in den Abb. 13 u. 14 die Einflußlinien für die Spannungen aufgetragen. Mit σ_G sind dort die Grundspannungen bezeichnet, also die aus den Normalkräften herrührenden Zug- und Druckspannungen, und mit σ die Gesamtspannungen, die sich durch Addition von Grundspannungen und von Nebenspannungen, den infolge der Stabverbiegungen entstehenden Biegungsspannungen, ergeben. Es ist also z. B. σ_{d_1} die Summe von Grund- und Nebenspannungen im Stabe *d* dicht am Knotenpunkt 4 im oberen oder unteren Rande. Mit den positiven Vorzeichen sind Zugspannungen bezeichnet. Auch die Spannungen im Stabe *d*, der in der Gurtung am nächsten dem weggelassenen Pfosten liegt, zeigen, daß der Einfluß dieses Stabes nur unbedeutend ist.

Die vorliegenden Rechnungen und ihre Ergebnisse, die wegen des beschränkten Raumes nur in diesem knappen Auszuge mitgeteilt werden können, zeigen, daß die praktische Bedeutung von sogenannten Stabilisierungsstäben nicht überschätzt werden darf, und daß es sehr falsch sein kann, wenn ein Brückensystem nur wegen der theoretischen Labilität als unbrauchbar erklärt wird. Sie sollen ferner darauf hinweisen, daß die Einziehung solcher Stäbe, wenn sie überhaupt vorgenommen wird, an zweckmäßigen Stellen geschehen muß, weil ihre Anordnung sonst fast zwecklos ist. Sie dürfen also bei einer langen Brücke nicht nur in der Mitte oder nur am Ende angeordnet werden, sondern müssen in ziemlich dichten Abständen vorhanden sein, wenn sie von praktischem Einfluß sein sollen.

Der hier an einem zweiteiligen Fachwerk zahlenmäßig geführte Beweis gilt in noch höherem Maße für mehrteilige Systeme, weil diese

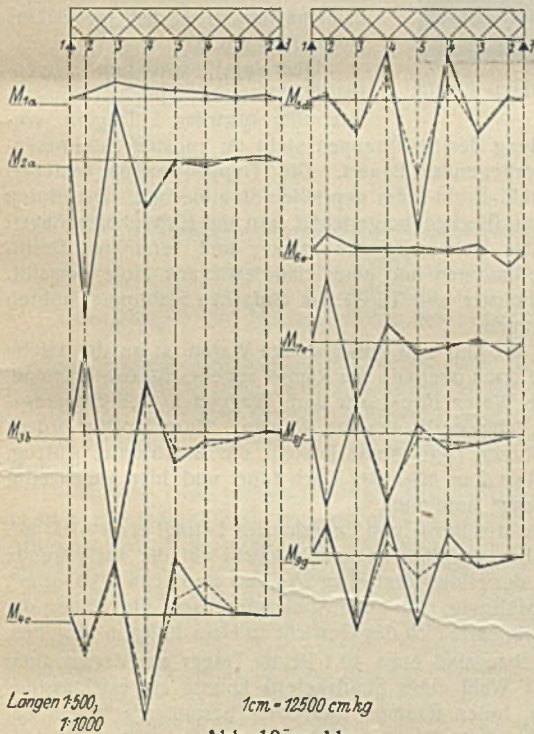
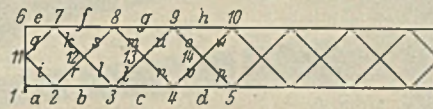


Abb. 10 u. 11.

Abb. 10, 11 u. 12. Einflußlinien für Stabendmomente.

Längen 1:500,
1:1000

1cm = 12500 cm.kg

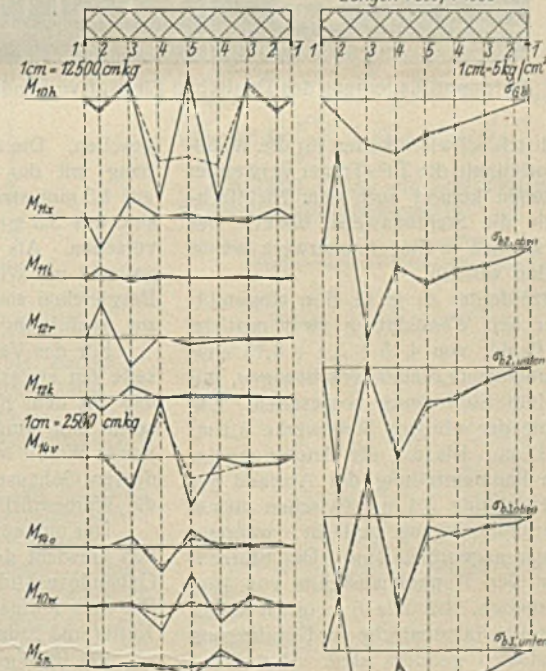


Abb. 12.

Abb. 13.
Einflußlinien für die Spannungen im Stab *b*.

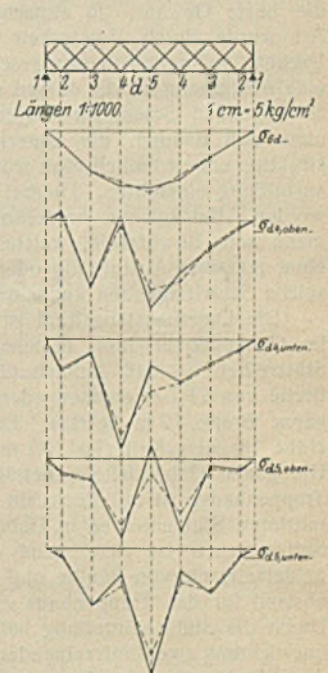


Abb. 14.
Einflußlinien für die Spannungen im Stab *d*.

aufgetragen. Die Einflußlinien des Tragwerks mit Mittelpfosten sind zum Vergleich gestrichelt eingezeichnet, wodurch der geringe Einfluß dieses Stabes veranschaulicht wird. In ähnlicher Weise sind auch die Einfluß-

in ihrem ganzen statischen Verhalten, mag die Ausfachung stabil oder labil sein, noch mehr dem vollwandigen Träger entsprechen als die zweiteiligen.

Alle Rechte vorbehalten.

Stahlskelett eines Büro- und Lagerhauses.

Von Oberingenieur Maushake, Braunschweig.

Für den Deutschen Einkaufsverband ist in Braunschweig im Jahre 1929 ein Büro- und Lagerhaus erstellt worden. Die Entwurfsbearbeitung und Bauleitung wurde Herrn Architekt Haesler in Celle übergeben. Der tragende Teil des Bauwerks besteht aus einem Stahlskelett und ist von der Dampfkessel- und Gasometerfabrik vormals A. Wilke & Comp., Braunschweig, geliefert. Das für den fünfgeschossigen Aufbau erworbene Grundstück liegt an der Bahnhof-Ekbertstraße, ganz in der Nähe der Eisenbahn-Einmündungsgleise zum Braunschweiger Hauptbahnhof. Ohne besondere Mühe sind daher die Waggon mit den ein- und ausgehenden Waren über eine Drehscheibe umzusetzen. Das Verladegleis befindet sich an der Südfront des Grundstücks. Ein großer Vorteil besteht auch darin, daß die gewählte Stelle innerhalb des Stadtgebietes liegt. Dadurch ist eine schnelle Lieferung in die Stadt und nähere Umgebung möglich. Nach dem Entwurf des Herrn Architekten Haesler ist geplant, drei gleiche Lagerhäuser nebeneinander zu errichten. Die zu bebauende Fläche ist etwa 104 m lang und 27,6 m breit.

Bei Wahl der Gebäudetiefe von 24,2 m wurde mit einer Erweiterung des Grundstücks und Verschiebung des Anschlußgleises gerechnet, was jedoch aus besonderen Gründen nicht durchführbar war. Mit Rücksicht auf das vorliegende Anschlußgleis mußte daher an der Südfront das Gebäude auskragend ausgebildet werden. Keller- und Erdgeschoß sind an dieser Stelle etwa 1,2 m eingezogen, so daß die oberen drei Stockwerke um dieses Maß auskragen. Solche Bauwerksauskragungen müssen in konstruktiver Hinsicht besonders sorgfältig ausgebildet werden. Die Stahlkonstruktion als Baugerippe bot hierfür die beste Gewähr. In einfachster Art wurde durch Vorstecken der Deckenkonstruktion über Erdgeschoß eine Abstützung für die oberen drei auskragenden Stockwerke erreicht, ohne daß dadurch die Unterkonstruktion ungewöhnlich stark wurde und sich Schwierigkeiten für die Wandausbildung einstellen. Hierbei sind vorteilhaft die IP-Träger verwendet worden. Bei solchen Sonderkonstruktionen kommt auch dem Nichtfachmann zum Bewußtsein, welche Vorteile die Stahlbauweise bietet. Bei einer massiven Ausführung oder einer solchen in Ziegelmauerwerk wären solche Schwierigkeiten kaum überwunden worden.

Die Lagerhauslängsfront ist in Stützenfelder zu je rd. 6 m eingeteilt. Im Gebäudequerschnitt bestehen außer den Wandstützen zwei mittlere Stützreihen, so daß dadurch die drei Felder von 4,15 + 3,4 + 4,15 eine Breite von 11,7 m ergeben oder, auf Außenkante Mauerwerk bezogen, die ganze Breite 12 m beträgt. Es sind fünf Stockwerke vorgesehen. Die Höhe für den Keller ist 2,7 m und die der übrigen Stockwerke 3,4 m. Die ganze Gebäudehöhe beträgt rd. 17 m. Bis auf die Anordnung im Treppenhaus ist mit Rücksicht auf die Raumeinteilung der Abstand der mittleren Stützenreihen in Gebäudequerrichtung 3,4 m. Zwischen diesen Stützenreihen ist vorwiegend der Verbindungsgang gedacht, während beiderseits hiervon Räume und die Lager angeordnet sind. Der Stützenabstand für das Treppenhaus entspricht der Treppenhausbreite von 4 m. Durch die Stützeinteilung hat sich ergeben, daß alle 6 m in Gebäudequerrichtung zwei hintereinander aufgestellte Rahmenjoche zur Übertragung des Winddrucks, der Nutz- und Eigenlasten gebildet sind. Den Wind mittels der Decken auf die Stirnwände abzuleiten, konnte mit Rücksicht auf die Auskragung der Hinterfront und das hochführende breite Treppenhausfenster der vorderen Stirnwand nicht angenommen werden. Daher war direkte Windübertragung durch die Konstruktion auf die Fundamente vorzusehen, wofür die Konstruktion rahmenartig ausgebildet worden ist. Für Aufnahme der auftretenden Momente sind die Eckversteifungen zwischen Unterzug und Stütze durch zusammengeschweißte I-Profil-Stücke hergestellt. Die Stützen wurden aus IP-Profilen gewählt, die für Skelettbauten besondere Eignung bieten und geringe Bearbeitung erfordern, insbesondere den Raum wenig beanspruchen, während beispielsweise Stützen aus zusammengesetzten Profilen in der Regel weit stärker ausfallen und außerdem noch viel Arbeit für Schnallenverbindungen erfordern.

Die Decken sind aus in Abständen von etwa 2 m angeordneten Trägern mit auf den unteren Flansch verlegten Stegzementplatten zur Aufnahme des Füllbetons mit Estrich ausgebildet worden. Das Gewicht hierfür wurde mit 280 kg/m² festgelegt und die Nutzlast mit 500 kg/m². Die Dachdecke ist in ähnlicher Art und mit Gefällebeton hergerichtet. Es ist die Ausbildung der Decken mit Stegzementdielen als Unterlage in-

sofern vorteilhaft, als keine Abrüstung wie bei einer Stein- oder Betondecke nötig ist. Jedoch ist das Einbringen der schweren Platten zwischen die Träger sehr zeitraubend, weil die Platten hintereinander einzuschieben sind. Zu diesem Zweck mußten an den Trägerenden die oberen Flanschhälften auf etwa 0,4 m Länge ausgebrannt werden.

Mit der Anordnung von Verbänden in den Wänden war zuerst nicht gerechnet. Später entschied man sich, in je einem Feld der Wände des vollkommen freistehenden Gerüsts noch eine Flacheisenverstrebung anzubringen. Hierdurch ist dann eine besonders gute Steifigkeit erreicht worden. Denn mit der Aussteifung durch die Mauerwerkverkleidung war nicht zu rechnen. Es sind die Wände außen mit 1/2 Stein starken Hohlziegeln mit Stahlfachwerk-Unterteilung für die großen Felder gemauert und innen mit etwa 6 cm starken Tektonplatten verkleidet und jederseits verputzt. In die Fuge zwischen dem Hohlziegel und der Tektonplatte wurde der Flacheisenverband verlegt, der dadurch der Wandausbildung nicht hinderlich geworden ist.

Aus zweckentsprechenden Gründen sind die etwa 1,5 m hohen durchlaufenden Fenster der Längsfronten etwa 1,6 m über Fußboden angeordnet. In der Wand ist der Deckenunterzug dahin verlegt, damit er gleichzeitig als Fensteranschlag und zur Aufnahme der Brüstung mit dem versteiften Stahlfachwerk zu verwenden war. Von Außenkante Wand wurde das Stahlskelett so weit zurückgesetzt, damit außen vor dem Skelett eine Flachziegelverkleidung und hierauf erst der Putz angebracht werden konnte. Hierdurch ist eine gute Isolierung des Stahlmaterials gegen Feuchtigkeit erreicht, ferner noch, daß bei Witterungsumschlägen die häßliche Markierung des Tragsystems ausgeschlossen ist.

Über dem Eingang zum Treppenhaus ist eine auskragende Dachplatte mit eingespannten I-Trägern vorgesehen.

Die Ausbildung der Stahltreppen steht im engsten Zusammenhang mit der hier vorliegenden Bauart. Die Treppenwangen bestehen aus 4,5 mm starken, in C-Profil-Form gepreßten Stahlblechen. Die Stufen sind aus 3,5 mm starken Blechen hergerichtet und mit Eichenholzaufgaben versehen. Als Geländer ist ein 3,5 mm starkes und verzinktes Drahtgeflecht mit Winkelprofilrahmen und einer Handleiste aus Holz gewählt. Desgleichen sind die Fenster und Türen aus einfachen Stahlquerschnitten zur Ausführung gekommen.

Für das Verladen der ein- und ausgehenden Waren ist an der Gleisseite ein einfacher Drehkran oberhalb der Rampe angebracht, dahingehend, daß mit dem Kran die Waren direkt aus dem Waggon in den Empfangsraum und umgekehrt abgestellt werden können. Zum Hochbefördern dieser Waren in die oberen Lagerräume besteht ein elektrischer Aufzug, dessen Gehäuse bis etwa 2 m über das Dach führt und hier gleichzeitig die Werbeschrift „Kurztag“ aufnimmt.

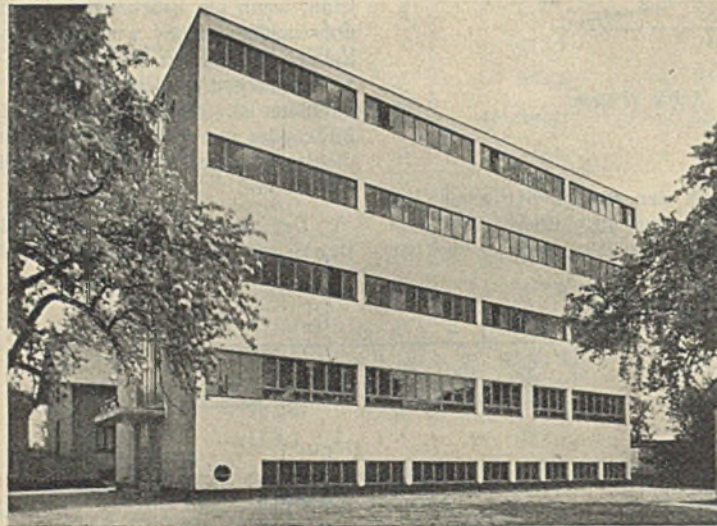
Der umbaute Raum des Büro- und Lagerhauses beträgt etwa 4700 m³. Das Gewicht der Stahlkonstruktion ist mit Rücksicht auf die auskragende Gebäudeausbildung an der Hinterfront etwa 95 t, das sind etwa 20,5 kg/m³. Bei einer normalen Ausführung, also ohne Auskragung bzw. Einziehung der Keller und Erdgeschoße, hätte sich das Gewicht zu etwa 19 kg/m³ ergeben.

Bei diesem Skelettbau sind etwa 40 t Peiner Träger zur Verwendung gekommen. Durch die Wahl eines Stahlskeletts konnte ein erstklassiges Gebäude mit schönen, freien Räumen und einer besonderen Belichtung geschaffen werden. Die glatte Deckenausbildung und die geringe Stützenanzahl ermöglichte es, daß evtl. Veränderungen in der Raumeinteilung ohne Schwierigkeiten vorgenommen werden können.

Bei diesem fünfgeschossigen Gebäude sind durchweg 20 cm starke Wände zur Ausführung gekommen. Dadurch ist gegenüber einem Ziegelsteinbau gleicher umbauter Größe eine größere Nutzfläche von etwa 10% und damit eine bessere Wirtschaftlichkeit erreicht worden. Trotz dieser geringen Stärke bilden die Wände infolge ihrer Ausbildung durch die innere Tekton-Verkleidung eine günstige Wärmehaltung, die nicht zurücksteht hinter der, die eine mehrfach stärkere Ziegelsteinwand bietet.

INHALT: Das neue Breslauer Hallenschwimmbad. — Über die angebliche Labilität von Fachwerken. — Stahlskelett eines Büro- und Lagerhauses.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8. Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.



Büro- und Lagerhaus des Deutschen Einkaufsverbandes in Braunschweig.