

C

Nr 12023.
Politechnika Warszawska

Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau
Association internationale des ponts et charpentes
International association for bridge and structural engineering

ZWEITER KONGRESS
DEUXIÈME CONGRÈS
SECOND CONGRESS

BERLIN-MÜNCHEN, 1.-11. OKTOBER 1936

**Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken
in Polen.**

Observations sur les ouvrages exécutés in Pologne.

Experience obtained with Structures Executed in Poland.

Dr. Ing. St. Bryla,

Professor an der Technischen Hochschule, Warschau.

SONDERDRUCK AUS DEM VORBERICHT
EXTRAIT DE LA PUBLICATION PRÉLIMINAIRE
REPRINTED FROM THE PRELIMINARY PUBLICATION

VERLAG WILHELM ERNST & SOHN / BERLIN 1936

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

c-12023

1955 meş

BG05A/001-15

III d 2

Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken in Polen.

Observations sur les ouvrages exécutés in Pologne.

Experience obtained with Structures Executed in Poland.

Dr. Ing. St. Bryła,

Professor an der Technischen Hochschule, Warschau.

Die Entwicklung der geschweißten Konstruktionen in Polen fing verhältnismäßig früh, nämlich schon im Jahre 1927, an. Das Jahr 1928 brachte die erste große und verantwortliche Konstruktion, die Straßenbrücke bei Lowicz, die erste geschweißte Straßenbrücke der Welt. Gleichzeitig gab das Ministerium für Öffentliche Arbeiten die ersten amtlichen Vorschriften betreffend geschweißten Konstruktionen heraus, die bis zur Veröffentlichung der deutschen Vorschriften (1930) die einzigen amtlichen Vorschriften in dieser Richtung waren. Die Lowicz-Brücke über den Studwia-Fluß erfüllte ihre bahnbrechende Aufgabe, jedoch hatten diese Ergebnisse eher einen Einfluß auf den Brückenbau im Auslande als in Polen. Trotz der guten Erfolge, die man mit dieser Brücke erzielte, fehlte den Nachfolgern des Ministers *Moraczewski* dessen Unternehmungsgeist. Erst unter dem Einfluß der Entwicklung von geschweißten Brücken im Auslande fing man in Polen wiederum an, geschweißte Brücken zu errichten; momentan befindet sich eine geschweißte Brücke bei Mosina im Bau, die eine Spannweite von 40 m hat, aber trotzdem bleibt Polen in dieser Hinsicht hinter seinen Nachbarn zurück.

Gleichzeitig jedoch hat das Schweißverfahren in Polen im Hochbau große Fortschritte gemacht. Der größere Teil der Stahlkonstruktionen in Polen wird heute entweder ganz oder wenigstens in der Werkstatt geschweißt, und der Prozentsatz der genieteten Konstruktionen, der heute schon gering ist, verkleinert sich immer mehr.

Es haben dazu in hohem Grade die neuen Vorschriften beigetragen, die im Jahre 1932 durch das Ministerium des Innern herausgebracht wurden, welches einen Teil der Vorarbeiten und Pläne des damals abgesetzten Ministeriums für Öffentliche Arbeiten übernommen hat. Diese Vorschriften verbinden einen entgegenkommenden Standpunkt mit hohen Forderungen und umfangreicher Kontrolle.

Die Politik des Ministeriums des Innern gegenüber den geschweißten Konstruktionen, die aus diesen Vorschriften ganz klar ersichtlich war, führte sowohl zur Begünstigung von Werkstätten, die auf einem hohen technischen Leistungsgrad standen, als auch zur weiteren Hebung derselben. Diese Entwicklung erfolgte dank der Auszeichnung derjenigen Erzeugnisse, die höher als die grund-

legenden Normen standen, ohne aber denjenigen Werkstätten, die nicht auf gleicher Höhe standen, den Weg zur Existenz und Vervollkommnung zu versperren. Sie gab gleichzeitig dem Wettbewerb der geschweißten Konstruktionen mit den genieteten Konstruktionen freies Feld, indem sie immer die Wahl der sparsamsten und rationellsten Konstruktion erlaubte.

Wie aus der beigelegten Tabelle der in den letzten Jahren in Polen ausgeführten Stahlkonstruktionen hervorgeht, ist der größte Teil dieser Konstruktionen nicht nur in der Werkstatt, sondern auch auf der Montage geschweißt worden: ein gewisser Prozentsatz wurde jedoch auf der Baustelle genietet. Diese Art der Baukonstruktionen wird nämlich dort angewendet, wo die Konstruktionswerkstätten für Schweißmontage nicht eingerichtet sind oder dort, wo es keine Elektrifikation gibt und infolgedessen der elektrische Strom sehr teuer ist. Die Elektrifikation Polens befindet sich zur Zeit in ihrem Anfangsstadium und man muß oft den Strom auf der Baustätte erzeugen, was das Schweißverfahren verteuert. Die Mehrkosten betragen aus diesem Grunde gegen 50 Zl. (ca. 40 RM.) pro Tonne Stahlkonstruktion beim durchschnittlichen Preis einer Tonne, gegen 600 Zl. in Orten, wo kein elektrischer Strom vorhanden ist; auch dort wo man über Strom verfügen kann, beträgt die Verteuerung aus diesem Grunde ca. 10—20 Zl. pro Tonne. Da das Schweißverfahren auf der Baustelle eine Verkleinerung des Stahlgewichtes bedeutet, bezahlt sich das Schweißen auf der Baustelle immer, wenn der elektrische Strom zur Verfügung steht. Dort wo er nicht vorhanden ist, kann manchmal das Schweißen auf der Baustelle trotzdem wirtschaftlich sein. Die bisherige Praxis einiger Werkstätten spricht oft zugunsten des Nietens auf der Baustelle. Dieser Zustand ändert sich aber immer mehr zugunsten der rein geschweißten Konstruktionen, nicht nur infolge der immer größeren Verbreitung der Anwendung des Schweißverfahrens und größerer Wirtschaftlichkeit desselben, sondern auch infolge der geräuschlosen Ausführung. Aus diesem Grunde beabsichtigt nämlich das Ministerium des Innern das Nietens der Stahlkonstruktionen auf der Baustelle in den Städten zu verbieten.

In den geschweißten Konstruktionen werden bis jetzt allgemein dieselben gewalzten Profile angewendet wie in den genieteten. Jedoch schon bei diesem Sachverhalte erfolgt langsam eine Umwertung einzelner Profile. Der Grund liegt in der Verschiedenheit der Verbindungsart. Die genieteten Verbindungen erfordern das Vorhandensein entsprechender Flächen, auf welchen man die Niete und Laschen anbringen kann. Die Ausmaße dieser Flächen müssen außerdem genügend Raum für bequeme und sichere Stützung für Niete und Nietmaschine bieten. Diese Umstände führten zur allgemeinen Anwendung der Winkeleisen, obgleich sie meistens in Bezug auf Knickung ungünstige Querschnitte sind. Somit bildeten sie das wichtigste Profil in den Gitterträgern. Sie waren leicht an die Knotenbleche anzuschließen und zu zweit und zu viert, insbesondere in Kreuzformen miteinander zu verbinden. Die Winkeleisen spielten noch die wichtige Rolle der Verbindungselemente, insbesondere der Teile, die rechtwinklig zueinander stehen. (Befestigung der Träger an die Unterzüge und Stützen, Herstellung der Stützenfüße usw.) Manchmal bildeten sie gleichzeitig das verbindende und tragende Element, z. B. in den Blechträgern.

In den geschweißten Verbindungen fallen obige Gesichtspunkte weg. T-Eisen oder Winkeleisen lassen sich gleich leicht an die Bleche anschließen. Demzufolge

verliert mit Einführung des Schweißens das Winkeleisen seine Bedeutung unter den gewalzten Profilen. Das T-Eisen nimmt einigermaßen seine Stelle ein — ein Profil, welches bis jetzt fast nicht benutzt wurde, nachdem seine Schenkel zu klein waren, um das Anbringen stärkerer Nieten und Schrauben zu ermöglichen. Es besitzt dazu eine Symmetrieachse. Die Gitterbalken können auf eine leichte und einfache Art aus T-Eisen ausgeführt werden. Nachdem dieselben aber nur in einer verhältnismäßig kleinen Anzahl von Größen hergestellt werden, ist man oft genötigt ein T-Profil aus einem, in zwei Teile zerschnittenen I-Träger herzustellen, was selbstverständlich die Arbeit verteuert. In weiterer Folge ist in den Walzwerken das Herstellen einer größeren Anzahl T-Profile und zwar einer größeren Anzahl verschiedener Größen unbedingt erforderlich, nämlich solcher Formen, die den Konstruktionsforderungen entsprechend angepaßt wären. Eine solche Forderung ist vor allem ein möglichst gleiches Trägheitsmoment $I_x = I_y$, damit das T-Eisen in allen Richtungen auf Knickung gleichwertig sei. Die Einführung des Schweißverfahrens erlaubt ferner eine weitere, allgemeine Möglichkeit der Anwendung der I- und [-Profile und erweitert sie sogar einigermaßen, weil es eine einfache Verbindung derselben (z. B. Gitterbalken), als auch die Verwendung der Träger ermöglicht. Andere gewalzte Profile sind in der Konstruktion von geringerer Bedeutung und werden verhältnismäßig selten angewendet. Das Schweißverfahren wirkt überhaupt eher auf die Verkleinerung der Anzahl Profile, da es eine leichte Zusammenstellung beliebiger Formen aus vorhandenem Material ermöglicht. Hingegen erhalten die Flachstähle und Bleche eine weitere Verwendung. Sie werden aber immer mehr in viel stärkeren Ausmaßen als die normal benutzten verwendet. Wir sehen es schon jetzt an den Gurten der Gitterbalken, der Blechträger, in Stützenfüßen und dergleichen. Auch die Rund- und Quadrateisen, die früher einfach nicht verwendet wurden, beginnen jetzt eine Rolle zu spielen, weil das Anschweißen derselben keine Schwierigkeiten bietet, Fig. 10.

Spezialprofile, die schon jetzt in Deutschland für geschweißte Blechträger gewalzt werden, sind in Polen bis jetzt nicht vorhanden. Hingegen entsteht eine Neigung zur Anwendung von Rohrformen. Bei größeren Durchmessern werden sie meistens aus den Blechen in entsprechenden Formen hergestellt. Es tauchen aber auch Vorschläge auf, daß Profile für solche röhrenartige Formen von vornherein in halbkreisartiger Form gewalzt werden sollen, wobei zwei miteinander verbundene Profile ein kreisartiges Profil bilden. Vorläufig werden solche Profile aber noch nicht gewalzt.

Die Frage der aus einzelnen Profilen zusammengesetzten Querschnitte in der geschweißten Konstruktion im Verhältnis zu den genieteten Konstruktionen unterliegt ebenfalls weitgehenden Änderungen. Gründe dafür waren hauptsächlich: Die Verbindungsart und die Anwendung des Oxyazetylenbrenners zum Zuschneiden der Querschnitte. Ebenfalls eignen sich einige Formen der aus einzelnen Profilen zusammengesetzten Elemente mehr als die anderen zur Herstellung bestimmter Verbindungen. Im allgemeinen ermöglicht und erleichtert das Schweißverfahren im hohen Grade die Konstruktionsmöglichkeiten; es gibt jedoch auch entgegengesetzte Fälle. Zu diesen gehört z. B. die Kreuzform (der Säulen oder Gitterträgerstäbe), dies umso mehr, wenn sie aus vier Winkeleisen zusammengesetzt ist, die in den genieteten Konstruktionen eine leichte Verbindung

der Winkeleisen miteinander und mit den Knotenblechen gestatten (Fig. 1). Dasselbe betrifft auch die Querschnitte Fig. 2 und 3. Diese Verbindung ist bei Anwendung von Schlitznähten durchführbar, was jedoch beträchtlich die Ausführungskosten erhöht.

Das Schweißverfahren hat andererseits das Einführen einer ganzen Reihe neuer Stützenformen ermöglicht und zwar solcher, die eine viel bessere Ausnützung des Materials oder die Verminderung der Querausmaße der Stützen bei derselben Knickfestigkeit bzw. Biegezugfestigkeit ergeben. Beispiele solcher Stützen sind in Fig. 4—7 dargestellt. Alle diese Stützen sind unausführbar bei Anwendung des Nietverfahrens und bieten beide die oben angeführten Vorteile. Zum Beispiel die Stützenform 6 ist bei dem Bau der Jagellonischen Bibliothek in Krakau angewendet worden, wo folgende Forderungen gestellt waren: Stützenmaße 140×500 mm, ein rechteckiger glatter, von allen Seiten geschlossener Querschnitt mit Innenraum für Installationsschächte. Auch die runden Formen lassen sich verhältnismäßig leicht bei Anwendung des Schweißverfahrens ausführen, was neue Aussichten im Bereiche der Stahlbetonstützen eröffnet. Eine solche

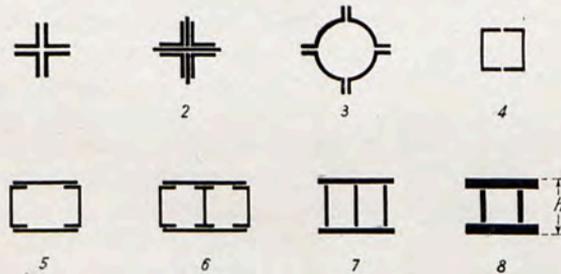


Fig. 1—8.

mit Beton ausgefüllte Stütze ist viel vorteilhafter als eine umschürnte Eisenbetonstütze. Die in Polen mit diesen Stützen durchgeführten Versuche ergaben ausgezeichnete Festigkeitswerte, welche voraussichtlich die weitere Ausnützung des Konstruktionsmaterials ermöglichen werden.

Die Möglichkeit einer viel besseren Verteilung des Werkstoffes bei Anwendung des Schweißverfahrens hat ebenfalls die neuen Querschnittsformen in Biegeträgern bewirkt. Schon die gewalzten Träger ermöglichen eine Verstärkung (was im Nietverfahren gar nicht anwendbar war) und zwar durch Anbringung von Laschen, durch das Zerschneiden und Vergrößern der Höhe als auch durch Anschweißen von Seitenrippen in den Wirkungsstellen der Einzelkraft.

Man muß betonen, daß im Gegensatz zu deutschen Versuchen, die Versuche, die in Polen mit den durch Laschen verstärkten Trägern durchgeführt worden sind, erwiesen haben, daß, was die Festigkeit anbelangt, die geschweißten Träger vorteilhafter sind als Blechträger von demselben Materialaufwand.

Die durch die Anwendung des Schweißverfahrens erzielten Fortschritte sind in erster Linie dort ersichtlich, wo der Träger ein beträchtliches Biegemoment überträgt und dabei eine geringe Höhe haben muß. In einer der Warschauer Bauten, wo das Erdgeschoß ohne irgendeine Änderung der oberen Geschosse erweitert werden sollte, ist ein in Fig. 8 dargestellter zweiwandiger Blechträger angebracht worden. Die Stärke der wagrechten Bleche war 50 mm; aus archi-

tektonischen Gründen war hier die Konstruktionshöhe auf 450 mm beschränkt. In einem anderen Falle mußte ein Treppenwangenträger eine maximale Höhe von 200 mm, eine maximale Dicke von 24 mm und doch eine große Drehungsfestigkeit haben. (Die Treppenkonstruktion ist in Fig. 9 dargestellt. Sie ist in den Punkten A an Flachstählen aufgehängt.)

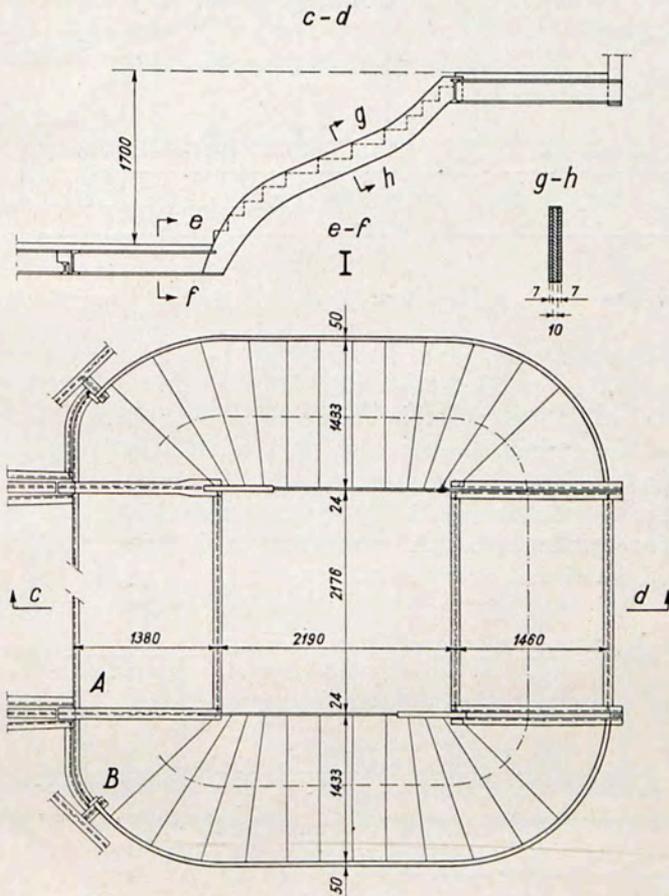


Fig. 9.

Gemäß den architektonischen Anforderungen sind hier Querschnitte 1. von einer I-Form und 2. von einer aus drei Blechen zusammengesetzten rechteckigen Form, welche miteinander durch Außen- und Schlitznähte verbunden sind. Die Auskrümmung einer aus einem dicken Blech bestehenden Wange in senkrechter und wagerechter Fläche wäre andersartig unmöglich.

Als Beispiel einer sehr vorteilhaften Bogengestaltung möchte ich hier die Jagellonische Bibliothek in Krakau (Fig. 10, vgl. auch Fig. 4) erwähnen, wo es sich um das Erzielen eines geringsten Querschnitts bei größter Festigkeit handelte. Dieser Anforderung hat ein Kastenquerschnitt aus zwei miteinander verbundenen [-Eisen Rechnung getragen, in deren Mitte die zur Aufhängung des Zugbandes dienenden Rundeisen angehängt waren.

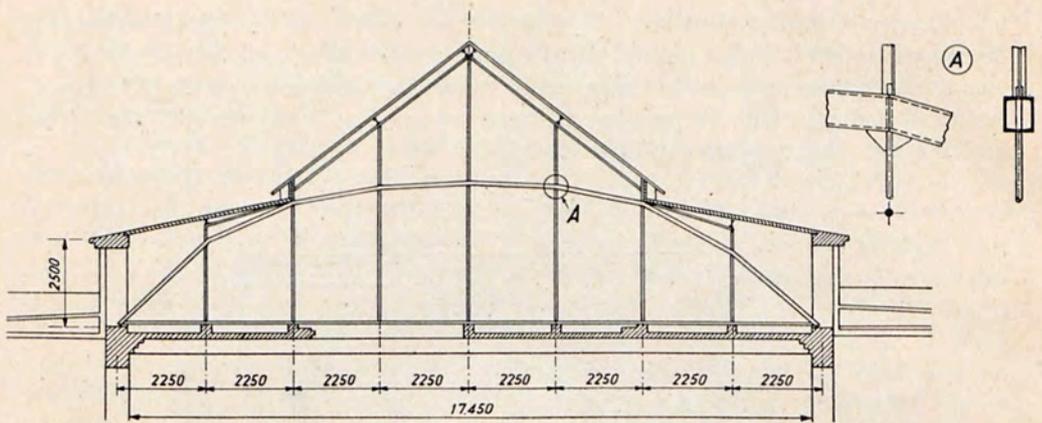


Fig. 10.

Jagellonische Bibliothek in Krakau. Detail des oberen Teiles des bogenförmigen Daches.

Man muß ebenfalls eine ganze Reihe neuer Verbindungen erwähnen, welche das Schweißverfahren im Skelettbau eingeführt hat. Dies betrifft hauptsächlich sowohl Balken- und Unterzugverbindungen als auch Stützenstöße.

Die Stützenfüße werden meistens aus starken Stahlplatten ausgeführt, die an die sonst genietete Stütze angeschweißt werden, was eine in jeder Beziehung bequemere Lösung gibt als die üblich angewendeten Stützenfußbleche (Fig. 11). Diese letzte Konstruktionseinzelheit wird übrigens in Polen oft auch in den sonst genieteten Konstruktionen angewendet.

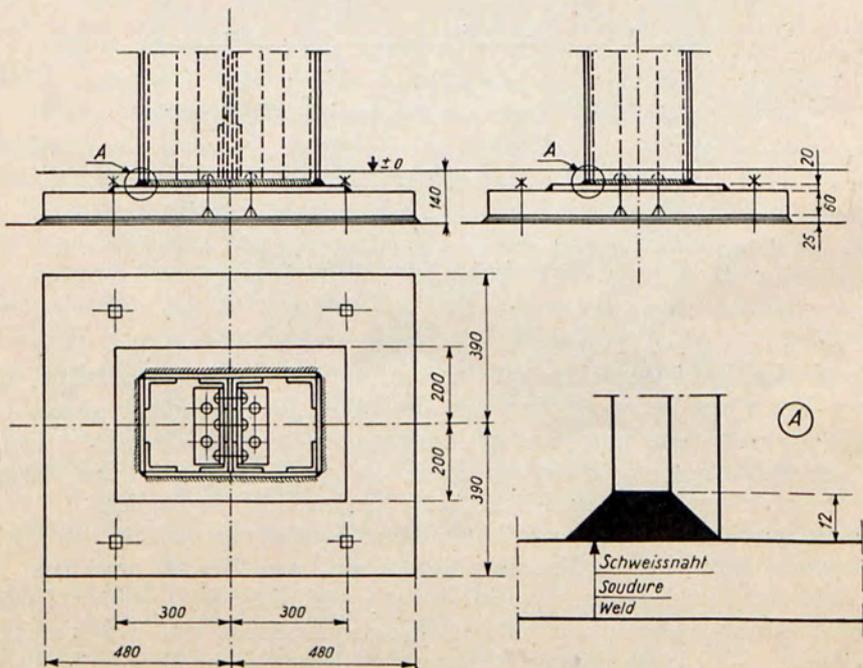


Fig. 11.

Ebenfalls werden die Querverbindungen der sonst genieteten Stahlstützen fast immer angeschweißt, weil dies eine bessere Ausnutzung der Stützenprofile erlaubt. Auch Rahmenecken werden oft geschweißt.

Die große Mannigfaltigkeit der möglichen Verbindungen derselben Stäbe verursacht, daß es vorläufig im Schweißverfahren keine sogenannte Verbindungen gibt und geben kann wie im Nietverfahren. Die Anwendung des Schneidbrenners vergrößert noch diese Möglichkeiten. Ich führe hierzu einige Einzelheiten bei Beschreibung verschiedener Gebäude an (Fig. 12—20).

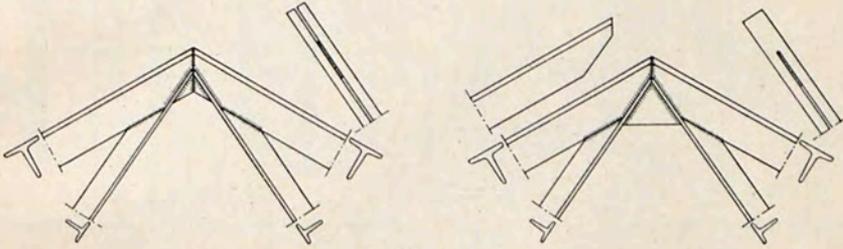


Fig. 12 und 13.

Zwei Lösungen desselben Knotens. (Es gibt noch viele andere Möglichkeiten.)

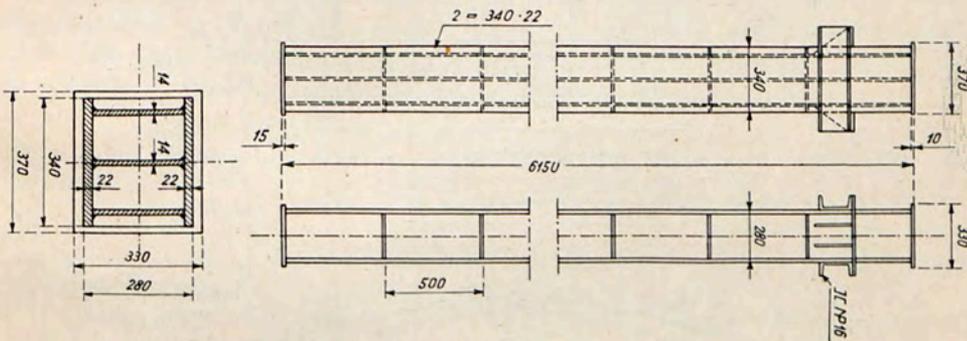


Fig. 14.

Postsparkasse in Warschau.

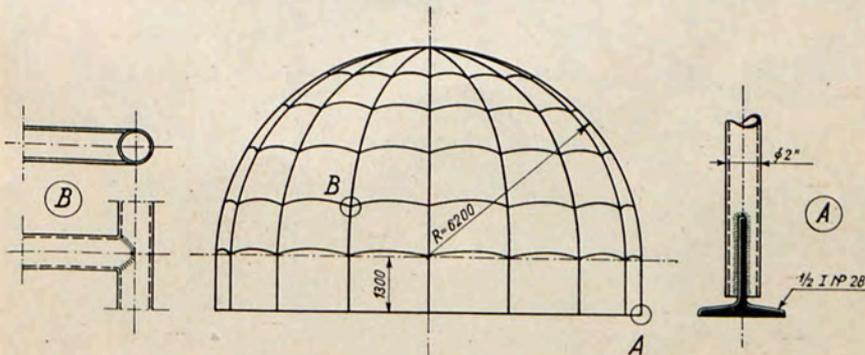


Fig. 15.

Kuppel der Postsparkasse in Warschau aus Rohrquerschnitten.

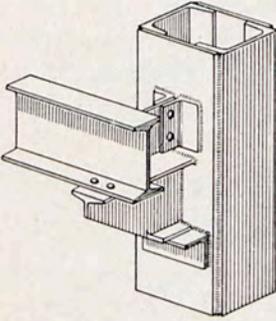


Fig. 16.
Prudentialhaus in Warschau.

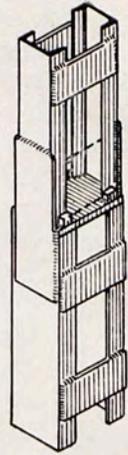
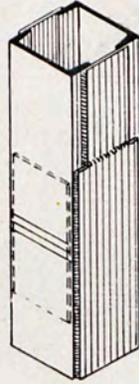


Fig. 17 und 18.
Einquartierungsfond-Gebäude in Warschau.

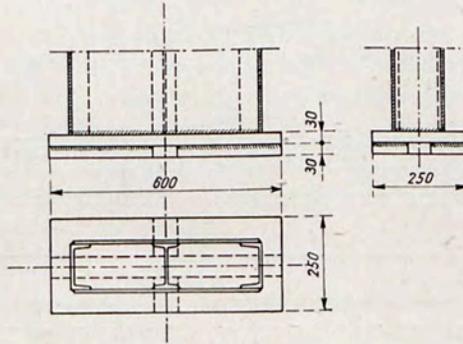


Fig. 19.
Säulenfuß der Jagelionischen Bibliothek
in Warschau.

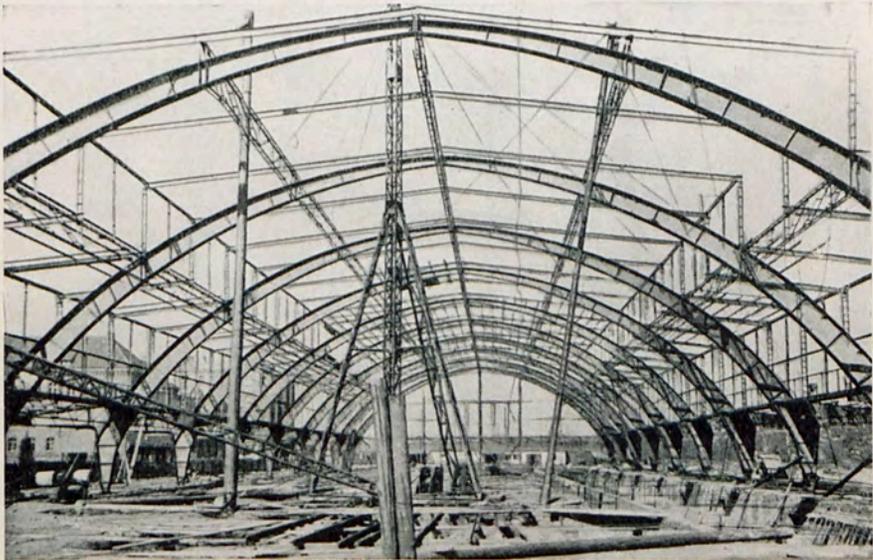


Fig. 20. Markthalle in Kattowitz.

Zum Schluß möchte ich betonen, daß das Schweißverfahren Änderungen nicht nur in der Konstruktion mit sich bringt, sondern auch in der Konstruktionswerkstätte. Die Werkstätten führen nämlich Einrichtungen ein, die ein bequemes und vorteilhaftes Schweißen z. B. mittels Drehtische nach Fig. 21 ermöglichen (z. B. die in den Werkstätten Zieleniewski benutzte Einrichtung bei Herstellung der Konstruktion der Jagellonischen Bibliothek).

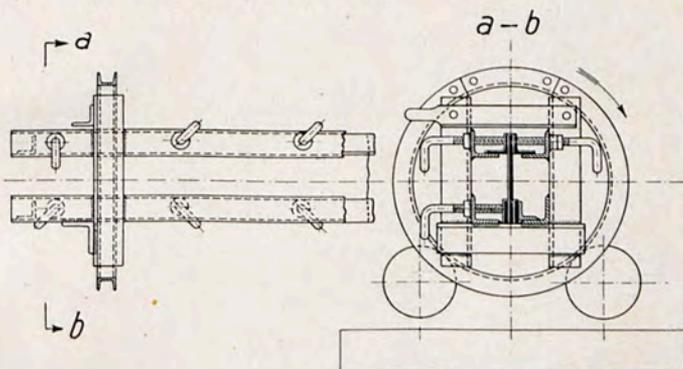


Fig. 21.
Drehtisch zum
Schweißen von
Säulen.

Im allgemeinen kann man betonen, daß die Anzahl der genieteten Hochbaukonstruktionen in Polen sich sehr vermindert. Eigentlich gibt es kaum mehr solche, die ohne Schweißen ausgeführt werden. Aus der folgenden Tabelle, die die wichtigsten Stahlhochbauten angibt, ist dieses leicht zu ersehen.

Größere Stahlhochbaukonstruktionen in Polen seit 1933

Erbaut im Jahre		Anzahl der Stockwerke (ohne Erdgeschoß)	Gewicht der Stahlkonstruktion	In der Werkstätte	Auf der Baustelle
1933	Das Gebäude der Postsparkasse in Warschau	8	700 T.	geschweißt	geschweißt
1933	Das Prudentialgebäude in Warschau	16	1100 T.	geschweißt	genietet
1934	Das Gebäude des Einquartierungsfonds in Warschau	6	500 T.	geschweißt	geschweißt
1934	Das Zollamt in Gdynia		250 T.	geschweißt	geschweißt
1934	Hauptbahnhof in Warschau		im Bau	genietet m. Anwendung v. Schweißung	genietet
1935	Das Gebäude der Kriegsmarine in Warschau	5	150 T.	geschweißt	geschweißt
1935	Die Jagellonische Bibliothek in Krakau	8	500 T.	geschweißt	geschweißt
1935	Markthalle in Katowice	$l=39,5$ M. $h=19,5$ M.	400 T.	geschweißt	genietet
1936	Kommunalsparkasse in Chorzów	8	180 T.	geschweißt	geschweißt
1936	Postsparkasse in Poznań	5	460 T.	geschweißt	geschweißt
1936 (im Bau)	Postgebäude in Warschau	5	500 T.	geschweißt	geschweißt

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1