Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 101/102 (1933)

Heft: 21

Artikel: Die Stahlkonstruktion der Maschinenhalle im neuen Maschinenlaboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

Autor: Karner, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83000

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: 09.08.2025

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

Die Stahlkonstruktion der Maschinenhalle im neuen Maschinenlaboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

Von Prof. Dr. L. KARNER, E. T. H., Zürich.

Im Rahmen des Ausbaues des neuen Maschinenbau-Laboratoriums an der E. T. H. in Zürich werden z. Zt. einige bemerkenswerte Stahlkonstruktionen ausgeführt; im Folgenden wird die Maschinenhalle besprochen, als Beispiel einer grössern geschweissten Stahlkonstruktion der Schweiz.

Die Halle, bestehend aus Haupt- und Nebenhalle, ist vollständig eingeschlossen zwischen dem eigentlichen Gebäude der Maschinenbau-Abteilung auf der einen Seite und dem Fernheizwerk und Laboratoriumsgebäude auf der andern Längsseite. Die Hallenlänge beträgt für den vorläufigen Ausbau rund 64 m und soll später noch beträchtlich verlängert werden. Die Halle ist in einzelne Binderfelder von normal rd. 12 m aufgeteilt; am Ende, dem Fernheizwerk zu, sind, durch örtliche Verhältnisse bedingt, zwei Felder zu rd. 8 m Binderentfernung vorgesehen. Die Querschnitts-Anordnung der Halle ist aus den Abb. 1 und 2 (S. 253) ersichtlich. Ueber dem Hallenfussboden sehen wir für die Haupthalle einen Zweigelenkrahmen von 22,4 m Stützweite zwischen den Fussgelenken und von rund 11 m Höhe in der Mitte. Dieser Binder trägt die Dachkonstruktion der Halle, hat aber zudem in seinem, dem Hauptgebäude zuliegenden Binderstiel noch die gesamte Auflast des um die Weite der Nebenhalle (das sind 7,2 m) auskragenden und das Dach der Maschinenhalle noch um vier Stockwerke überragenden Gebäudes zu übernehmen. Da ferner die Decke der Halle als Freiluft-Erholungsterrasse für die Studierenden gedacht ist, ergeben sich bedeutende äussere Belastungen für die einzelnen Bauteile der Halle. Die Binderstiele tragen ferner noch eine längslaufende Kranbahn für zwei Laufkrane von rd. 20 m Stützweite und je 10 t Nutzlast.

Für die gesamte Stahlkonstruktion über dem Hallen-Fussboden (Kote + 456,00) ist Schweissung als Verbindungsmittel gewählt worden. Die Dachhaut besteht aus Glasbeton, um die Halle, die, wie schon erwähnt, bis auf die vordere Stirnwand vollständig von anderen Gebäuden eingeschlossen ist, gut zu belichten. Auf die Besonderheiten der Lüftungs- und Entwässerungs-Anlagen der Dachhaut sei hier weiter nicht eingegangen.

Die Stahlkonstruktion unterhalb des Hallenbodens ist dagegen durchwegs genietet, bezw. verschraubt. Alle Maschinenanlagen der Halle ruhen auf eigenen Fundamenten im Fundamentkeller; diese Fundamente durchstossen den Hallenboden, sind vollkommen unabhängig von der Halle und für sich dynamisch gesichert gelagert. Da der Raum unter dem Hallenboden durch die Maschinenfundamente stark in Anspruch genommen ist und auch Rohrleitungen in grosser Zahl hier durchlaufen, musste auch mit den Fundamenten der Hallenkonstruktion im Umfange stark gespart werden. Aus diesem Grunde befinden sich unter den Stützpunkten der Rahmenbinder besondere Stahlfundamentstützen und es wurden weiters alle übrigen Stützen für den Hallenboden, sowie die zugehörigen Unterzüge und Träger in Stahl ausgeführt. Eine weitere Begründung für die Wahl der Stahlkonstruktion liegt darin, dass mit Rücksicht auf spätere bauliche Umänderungen, Auswechslung von Maschinen und dergl. die Bodenkonstruktion jederzeit mit den einfachsten Mitteln muss abgeändert werden können. Die Decke des Fundament- bezw. Rohrleitungskellers, d. h. der Boden der Maschinenhalle besteht aus Differdingerträgern, zwischen die Hourdisdecken mit starkem Ueberbeton angeordnet sind. In dieser Decke sind die Aussparungen für die hochgehenden Maschinenfundamente und Maschinen vorgesehen und durch Stahlwinkelrahmen gesäumt. Die Aussparungen sowie die Anordnungen der schon erwähnten Rohrleitungen bedingten eine vollständig ungleichmässige Aufteilung der Stützen, die samt und sonders so bemessen sind, dass sie auch bei ungünstigstem Belastungswechsel allen Ansprüchen genügen, bezw. umgebaut werden können. Eingehende Ueberlegungen, besonders mit Rücksicht auf leichte Abänderungsmöglichkeit haben dazu geführt, die gesamte Stahlkonstruktion unter dem Hallenboden in vernieteter bezw. verschraubter Bauweise auszuführen.

Bevor wir auf die Beschreibung der konstruktiven Einzelheiten eingehen, müssen wir kurz über die statische Gliederung der Halle orientieren. Wie schon erwähnt, besitzen die Rahmenbinder Fussgelenke, die auf den Stahlfundamentstützen gelenkig gelagert sind. Da diese Fundamentstützen durch den Stahlrost des Fussbodens nicht horizontal abgestützt werden können (wegen der Forderung späterer beliebiger Aenderungen in der Anordnung dieses Bodens) ist die Stützung der Binderstiele in der Binderebene nur elastisch, bezw. sind kleine Nachgiebigkeiten aus der Elastizität der Fundamente möglich. Um diese Verschiebungen praktisch ohne Einfluss zu machen, wurden die Fundamentstützen sehr steif gebaut und für das Minimum der zulässigen Deformation und nicht mit Rücksicht auf die zulässigen Spannungen bemessen (Abb. 3).

Da in der Halle mit grossen Temperaturen zu rechnen sein wird, sind für die Stahlkonstruktion erhebliche Längenänderungen zu erwarten, die für alle Längsglieder des Bauwerkes in einer Dilatationsfuge ausgeglichen werden, die ungefähr in der Mitte des derzeitigen Ausbaues liegt. Diese Dehnungsfuge umfasst die Unterzüge (Pfetten der Dachkonstruktion), die Kranbahnträger, sowie sonstige Längsglieder der Stahlkonstruktion und die Glasbetondecke. An der gleichen Stelle wie die Dehnungsfuge für die Maschinenhalle ist auch eine Dehnungsfuge für das anstossende Hauptgebäude vorgesehen, d. h. es sind an dieser Stelle die Eisenbetonkonstruktionen dieses Gebäudes ebenfalls unterbrochen. Berücksichtigen wir nun die möglichen Temperaturunterschiede in der Stahlkonstruktion der Maschinenhalle und in den Massivkonstruktionen des Gebäudes einerseits, und bedenken wir anderseits, dass die wesentlich grösseren Längenänderungen im Stahlbau viel rascher wirksam werden, so sehen wir die Notwendigkeit ein, dass die Gebäudekonstruktion auf den Binderstielen bewegliche Lager erhält. Auf diese Lagerkonstruktion, die eine Besonderheit der Maschinenhalle vorstellt, kommen wir noch ausführlich zurück.

Da unser Rahmenbinder die vertikalen Gebäudelasten durch bewegliche Lager erhält und anderseits in horizontaler Richtung in der obern Rahmenecke am Gebäude (selbstverständlich längsbeweglich) festgehalten ist, ist jeder Rahmenbinder zweifach statisch unbestimmt. Die Rahmenform selbst ist den Abb. 1 und 2 zu entnehmen. (Die in Abb. 2 links zwischen zwei Binderstielen ersichtliche Auskreuzung dient nur provisorisch für die Montage.) Der Rahmen

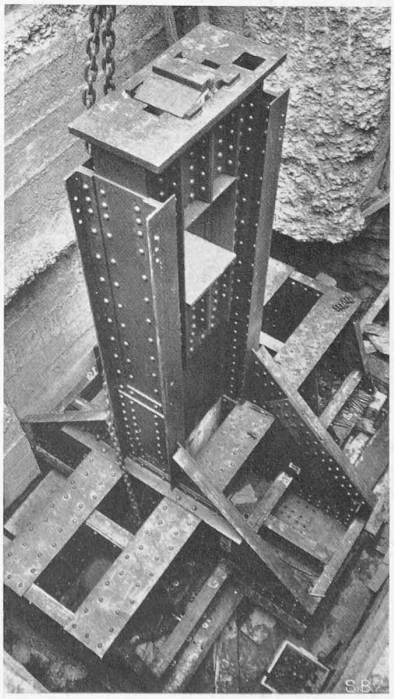


Abb. 3. Fundamentstütze mit Fussgelenk.

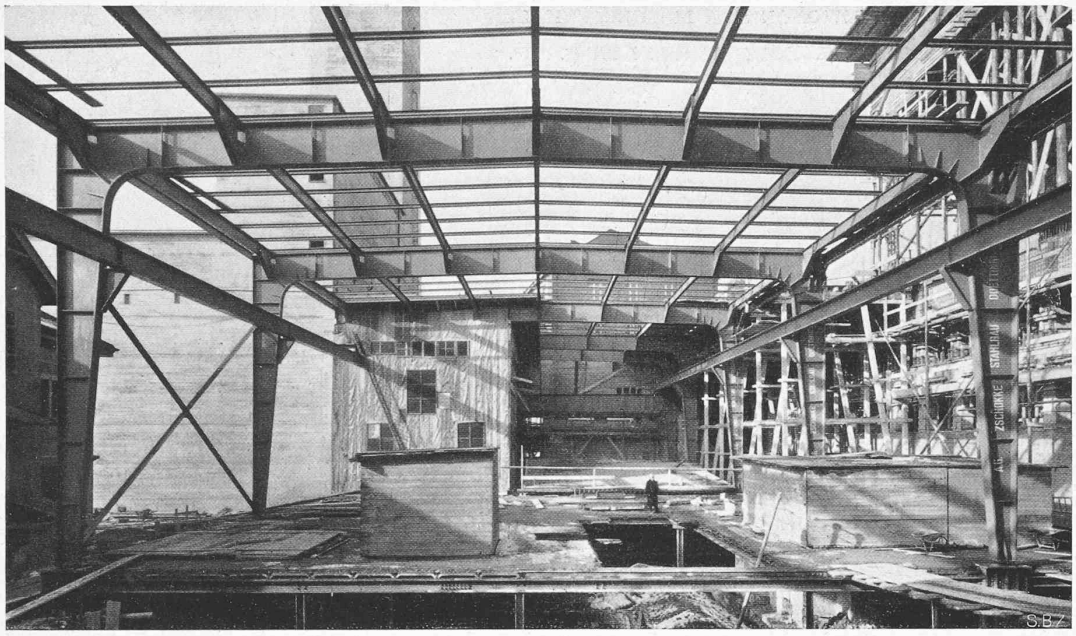


Abb. 2. Stahlkonstruktion der Maschinenhalle während der Montage. Rechts Nebenhalle und Schulgebäude, links hinten Heizwerk.

ist in seinen äussern Umrissen ungefähr rechteckig ausgeführt, wobei die Eckkonstruktion auf der Seite des Hauptgebäudes wegen dessen Auflagerung (Abb. 1, links oben) eine besondere Ausbildung erfahren hat. Der Querschnitt der Binder ist I-förmig; bei geschweisster Konstruktion besteht die Möglichkeit, gerade den I-Träger ruhig zu gestalten und ihn ausserordentlich fliessend den Bedürfnissen des Spannungsverlaufes anzupassen. Besondere Sorgfalt wurde bei der Konstruktion der Ecken aufgewendet; die Stegbleche sind hier sehr stark angeordnet, um beim Kräfteübergang in der Ecke die Flansche zu entlasten, bezw. in diesen Ueberbeanspruchungen infolge der Ablenkung der Kraftwirkung zu vermeiden. Die Binderstiele und die Gurtungen haben durchwegs gleiche Flanschenbreite (300 mm), nur der äussere Flansch des Binderstieles unter dem Gebäude musste aus Gründen der Knicksicherheit, unter der beträchtlichen Druckbelastung des Gebäudes, auf 400 mm verbreitert werden. Alle Aussteifungen der Stegbleche, um genügend Sicherheit gegen Ausbeulen zu erhalten, bestehen aus Flacheisen von solcher Breite, dass die Aussteifungen etwas gegen die Aussenkante der Flansche zurückstehen. Die Aussteifungen sind ferner an ihren Innenecken, an der Berührungstelle mit Flansch und Steg schräg abgenommen, um nicht diese Ecke beim Schweissen zu starken thermischen Veränderungen auszusetzen. Bei der Ausführung der Schweissung wurde besonders darauf geachtet, dass die Flansche vollständig eben blieben und auch keinerlei Verkrümmungen an den Stellen des Anschlusses der Aussteifungen auftraten. Im Riegel der Binder, in dem der Steg relativ geringer in der Stärke ist als an den Stielen, sind die Aussteifungen rechts und links um etwa 5 cm versetzt, jedoch so, dass für jede Hallenrichtung die Aussteifungen gleich liegen. In den Rundungen sind zur Formhaltung der gekrümmten

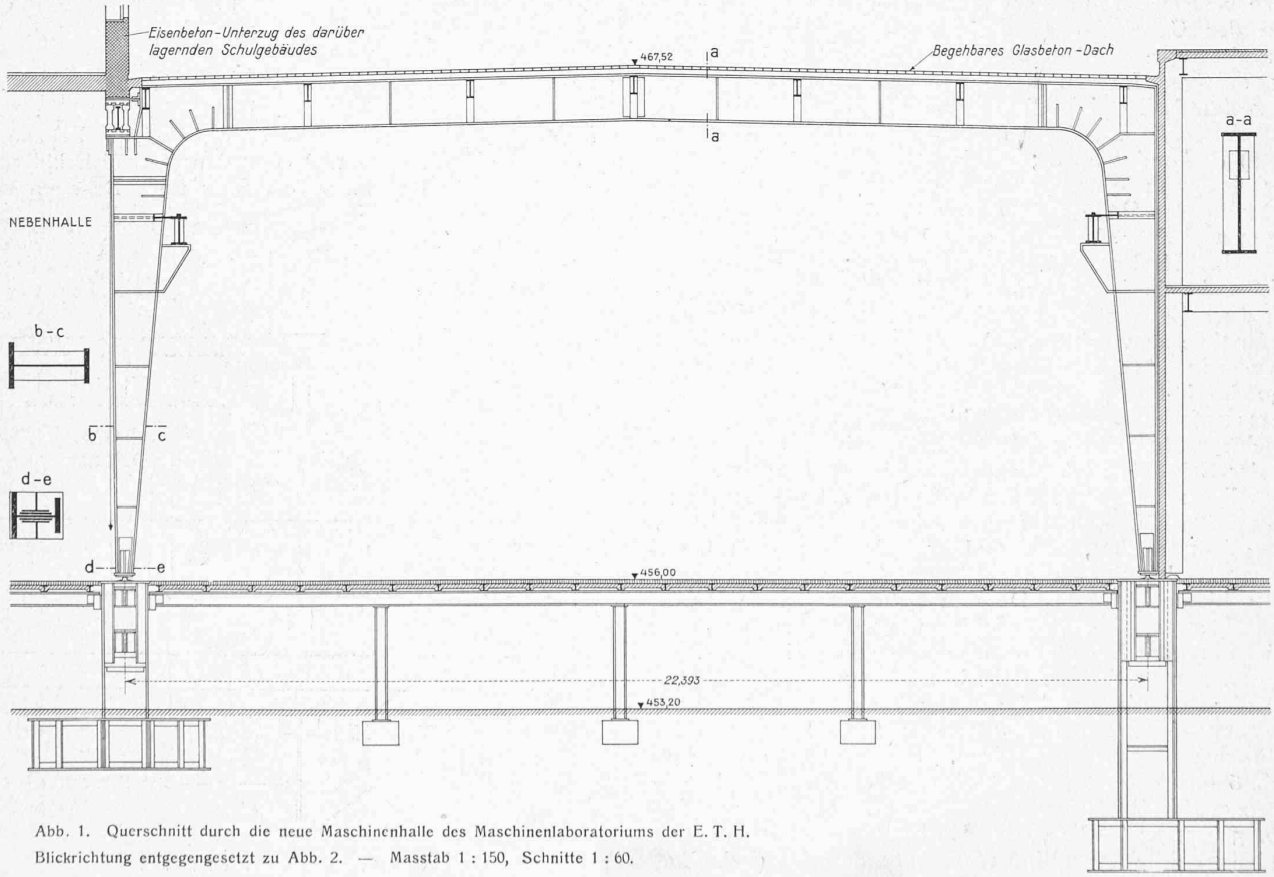
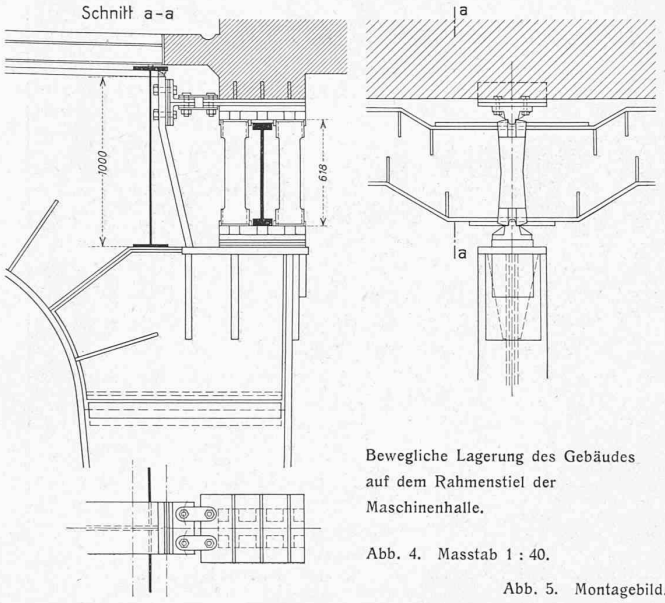


Abb. 1. Querschnitt durch die neue Maschinenhalle des Maschinenlaboratoriums der E. T. H.
Blickrichtung entgegengesetzt zu Abb. 2. — Masstab 1 : 150, Schnitte 1 : 60.

DIE STAHLKONSTRUKTIONEN DER MASCHINENHALLE IM NEUEN MASCHINENLABORATORIUM DER E. T. H.



Bewegliche Lagerung des Gebäudes auf dem Rahmenstiel der Maschinenhalle.

Abb. 4. Masstab 1 : 40.

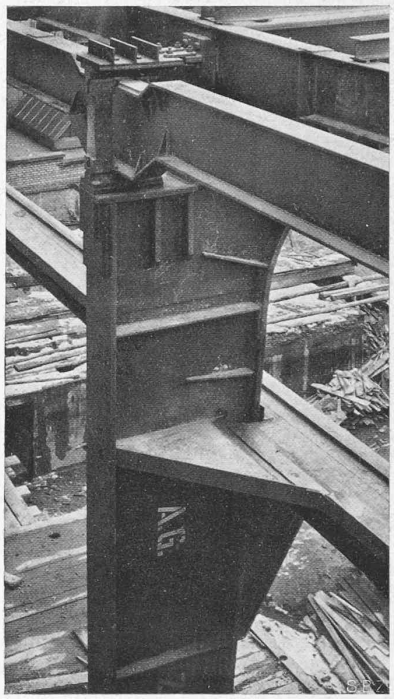


Abb. 5. Montagebild.

Flansche und zur Herabminderung der in diesen auftretenden Spannungen, bezw. zur Aufnahme der Radialkräfte, Aussteifungen der Flansche mit abnehmender Stärke nach der Rahmenaxe zu vorgesehen. Weiter ist noch charakteristisch die Anordnung der Konsole für die Kranträger (Abb. 4 u. 5). Alle Stegblechstösse sind zunächst durch die Stumpfschweissung verbunden und erhalten darüber noch Verlaschungen. Die Stösse liegen ausserdem an Stellen, wo Aussteifungen auftreten, sodass sie für das Auge des Beschauers kaum in Erscheinung treten. Die Verlaschung der Flansche erfolgt durch Stumpfschweissung und gleichzeitige Unterstützung durch Laschen.

Wenden wir uns nun den längslaufenden Baugliedern der Maschinenhalle zu (Abb. 6). Die Unterzüge der Dachkonstruktion (die die Sparren für den Glasbeton tragen) sind als kontinuierliche Träger ausgebildet, deren Untergurte an den Bindern bis zum unteren Flansch herabgezogen sind; die kontinuierlichen Träger erhalten nur eine längsbewegliche gelenkige Unterbrechung, wie in Abb. 6 oben dargestellt. Bei der Montage wurden die konsolartigen Ansätze der Unterzüge am Binder in der Werkstätte verschweisst und mit Montageschweissung die Feldteile der Unterzüge dazwischengeschaltet. Diese letzten Schweissungen wurden erst nach vorheriger Ausprobung der richtigen Längen der Zwischenteile ausgeführt, um die rechnerisch erforderlichen Binderabstände zu erhalten.

Auch die Kranbahn (Abb. 5 und Abb. 6, Mitte und unten) ist kontinuierlich; sie sitzt längsbeweglich auf den Konsolen und erhält einen horizontalen Versteifungsträger in der Höhe des Obergurtes der Kranbahn. Wir finden auch hier die bedeutende Vergrösserung der Steghöhe des Horizontalträgers am Binder; es ist dadurch gleichzeitig eine gute horizontale Einspannung des Bindersteges an dieser Stelle möglich, um die Knicklängen der Binderstiele zu verringern. Auch hier wurde wiederum die konsolartige Auskragung am Binder in der Werkstätte angeschweisst und das horizontale Verbindungsblech des Steges zwischen Konsole und Trägersteg einerseits, sowie zwischen den beiden vertikalen Versteifungslaschen anderseits, auf der Baustelle nach genauem Ausrichten befestigt.

Einem besondern längslaufenden Bauteil begegnen wir schliesslich noch auf der Seite des Hauptgebäudes. Wie schon erwähnt, ruht das Hauptgebäude beweglich gelagert auf den Stielen der Binder (wir kommen weiter unten hierauf zurück). Da nun Schrägstellungen dieser Stelzenlagerung bei gegenseitigem Verschieben zwischen Stahlhalle und Eisenbetongebäude möglich sind, müssen die daraus resultierenden Horizontalkomponenten der beträchtlichen Auflagerreaktionen durch ein besonderes Bauelement aufgenommen und in die feste Lagerung der Endbinder übertragen werden. Dieser Horizontalschub (Abb. 6 oben) verläuft unmittelbar unter dem Eisenbeton-Unterzug des Gebäudes und überträgt, wie auch aus der Abb. 5 gut ersichtlich, die Horizontalkomponenten der Pendellagerdrücke von Binderecke zu Binderecke. (Beim Bau der Eisenbetonunterzüge wurde dieser Träger im übrigen als Rüstträger mitverwendet). Die Formgebung dieses Trägers ist durch die Lagerkonstruktion sowie durch die gewünschte Anpassung an die Form der Unterzüge bedingt.

Zu den interessantesten Teilen der Stahlkonstruktion gehört die Auflagerung des Gebäudes am Binder. Die statisch-konstruktiven Forderungen, die oben bereits erwähnt sind, führten zu den Anordnungen der festen und beweglichen Lagerung des Gebäudes am Binder, die in der Abb. 4 bis 6 dargestellt sind. Die vertikalen Kräfte zwischen Gebäude und Binder werden durch zwei Stahlguss-Stelzen übertragen, rechts und links neben dem Verbindungsträger. Die Stelzen bekommen oben ihre Auflagerdrücke durch Stahlguss-Lagerkörper, die mit besonderen Rippen in den Eisenbetonunterzug eingreifen, bezw. an die Armierung angeschlossen sind. Die Stelzen lagern unten auf einem weiteren Stahlgusskörper, der die Drücke in die Rahmenecke überträgt. Ausser den starken Eckblechen sind hier rechts und links vom Steg noch Beilagen vor-

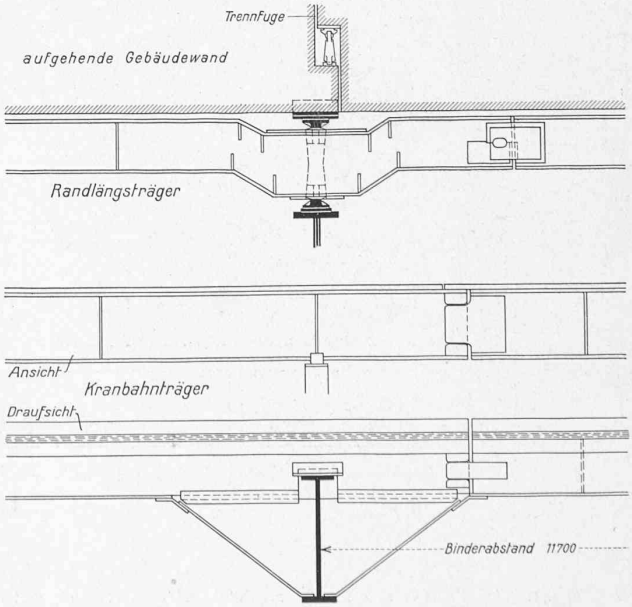
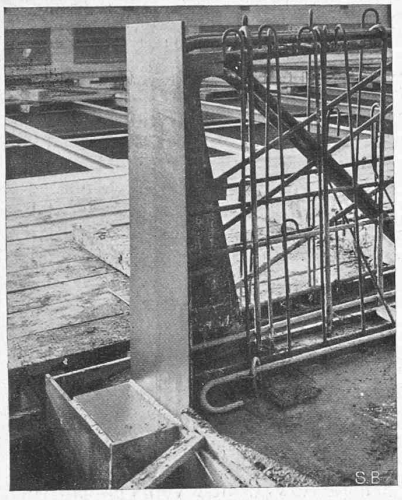
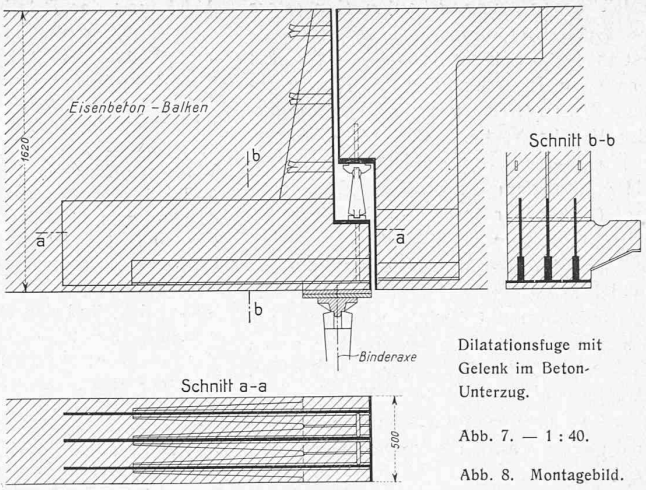


Abb. 6. Längsglieder mit Binderanschluss. — Masstab 1 : 60.





Dilatationsfuge mit Gelenk im Beton-Unterzug.

Abb. 7. — 1 : 40.

Abb. 8. Montagebild.

gesehen; vertikale Rippen übertragen die Kräfte der Stahlgusslager in den Steg, bezw. steifen ihn aus, während der breite Flansch des Binderstieles stufenförmig angeordnete Verstärkungen zum Stahlgusslager hin bekommt. An den beiden Endbindern des jetzigen Ausbaues ist die Lagerung des Rahmenbinders auch für vertikale Lasten eine feste. Schliesslich wollen wir noch auf die horizontale Rückverankerung der Binder im Gebäudeunterzug hinweisen. Bei der beweglichen Lagerung sind zwei kurze Zugpendelstäbe vorgesehen, die als Parallelogramm-Führung wirkend, den Binder in der horizontalen Richtung verankern und den Längsbewegungen trotzdem zu folgen vermögen (Abb. 4). Die entsprechende Verankerung an den festen Bindern ersetzt die beiden Pendelstäbe durch eine rechteckige Platte.

Von besonderer Eigenart ist die Auflagerung des Betonunterzuges an der Dilatationsfuge des Gebäudes (Abb. 7 und 8). Die kleine Auflagerfläche, die auf der Stahlkonstruktion für die beiden an dieser Stelle getrennten Unterzüge vorhanden ist, machte die Einschaltung eines Stahl-Pendelgelenkes erforderlich; ausserdem wurde es notwendig, um die Scherkräfte aufzunehmen, die Eisenbetonträger in besondere Stahlschuhe einzubinden, die die notwendigen senkrechten Rippenstege liefern, um hieran die Rundeisen der Armierung anzuschliessen.

Zum Schluss sei die Aufmerksamkeit nochmals auf die Abb. 1 und 3 gelenkt. Die Grundrissform der untern Auflagerplatte ist so gewählt, dass für die verschiedenen Belastungen der resultierende Auflagerdruck möglichst in den Schwerpunkt der Auflagerfläche fällt und damit gleichmässige Bodenpressungen erzeugt werden. Die Höhen der Fundamentstützen sind je nach den örtlichen Bedürfnissen verschieden und so gewählt, dass der eigentliche Fuss der Fundamentstütze vom Beginn seiner Verbreiterung ab einbetoniert wird. Eine fensterartige Oeffnung in der Fundamentstütze ermöglicht das Hineinstellen von Pressen, um bei allfälligen Bodensenkungen die Möglichkeit zu haben, die Binderstiele und damit die ganze Maschinenhalle anzuheben und einen Druckausgleich zwischen der Stahlhalle und dem darüberliegenden Gebäude zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke drückt die Presse auf ein in Abb. 3 gut sichtbares stempelartiges Gebilde aus Stahlguss, das normal unterkeilt ist und die Auflagerung des Lagers des Rahmenstieles übernimmt.

Wir haben damit im Vorstehenden an den Besonderheiten dieser interessanten Stahlkonstruktion im einzelnen gezeigt, dass es mit geschweissten Bauformen möglich ist, auch schwierige konstruktive Aufgaben zu lösen und dabei ästhetisch befriedigende Bauwerke zu schaffen.

Entwurf und Berechnung der Halle hat auf Wunsch der Eidg. Bauinspektion der Verfasser durchgeführt. Werkstattausführung und Montage besorgte die A. G. Conrad Zschokke, Stahlbau Döttingen.

MITTEILUNGEN.

Eidgen. Technische Hochschule. Die neue *Professur für Technische Physik* ist, wie bereits kurz gemeldet, durch die Berufung von Dr. Fritz Fischer, dipl. Elektroing. der E. T. H., z. Zt. Leiter der Versuchslaboratorien von Siemens & Halske in Berlin, nunmehr verwirklicht worden; Prof. Fischer tritt sein Amt mit nächstem Winter-Semester an. Damit wird zweierlei bezweckt: einmal die *Lehrtätigkeit* zur Heranbildung technischer Physiker für unsere Industrie, an denen bei uns Mangel herrscht, die aber gerade für unser ausgesprochenes Veredelungs-Industrie-Land unerlässliches Erfordernis sind. Sodann werden mit der Professur *Forschungs-Laboratorien* verbunden, aus denen nicht nur die Grossindustrie, sondern ebensosehr auch kleinere Betriebe Nutzen ziehen werden. Professor Dr. Fischer ist wohl der berufene Mann, hat er doch schon für sein jugendliches Alter von 35 Jahren sehr beträchtliche Leistungen aufzuweisen, z. B. grundlegende Neukonstruktionen auf dem Gebiet des Farben- und Tonfilms, die gelungene drahtlose Fernsteuerung von Schiffen u. a. m. Wissenschaft und Praxis sind zu dieser Bereicherung unserer E. T. H. gleichermassen zu beglückwünschen.

Doktorpromotionen. Es erhielten die Würde eines Doktors der *technischen Wissenschaften:* Arnold Alge, dipl. Ingenieur-Chemiker aus St. Gallen [Dissertation: Strukturelle Aenderungen kollagener Hautfasern bei der Einwirkung von Elektrolyten, Beizen und Gerbstofflösungen]; Boris Doktàr, dipl. Ingenieur aus Helsingfors (Finnland) [Dissertation: Produktionsabbau in der Eisengiesserei bei Depressionen]; Hussein El Deeb, dipl. Maschineningenieur aus Kairo (Aegypten) [Dissertation: Bestimmung von Ueberfall-Koeffizienten bei verschiedenen Neigungen der Ueberfallwand]; Alfred Kauter, dipl. Ingenieur-Agronom aus St. Gallen [Dissertation: Beiträge zur Kenntnis des Wurzelwachstums der Gräser]; Ernst Keller, dipl. Ingenieur-Chemiker aus Winterthur [Dissertation: Zur Kenntnis der blauen und grünen Schwefelfarbstoffe]; Alfred Rupert Morcom, Bachelor of Arts, aus Birmingham (England) [Dissertation: Beiträge zur Kenntnis der Verkokungsvorgänge]; Paul Waldvogel, dipl. Elektro-Ingenieur aus Genf [Dissertation: Nouveaux procédés de transformation de courant triphasé en monophasé ou inversement et les possibilitées de leur application pour le transport de force a longue distance]; der *Mathematik:* Wilhelm Mächler, dipl. Fachlehrer in Mathematik und Physik aus Lachen (Schwyz) [Dissertation: Laplace'sche Integraltransformation und Integration partieller Differentialgleichungen vom hyperbolischen und parabolischen Typus]; *Dr. der Naturwissenschaften:* Franz Joh. Havliček, aus Zagreb (Jugoslavien) [Dissertation: Rekombination von atomarem Wasserstoff beim technischen Wolframlichtbogen]; Jakob Tobler, dipl. Fachlehrer in Naturwissenschaften aus Lutzenberg (Appenzell) [Dissertation: Studien über Brennstoffketten].

Flugpraxis für Flugingenieure. In der Form eines Lehrauftrags hat der Schweiz. Schulrat der Sektion Zürich des Schweiz. Aeroklub die praktische Ausbildung der Flugingenieure übertragen. Den Flugunterricht erteilen die Flieger-Hauptleute Bleuler und Burkhard auf dem Flugplatz Dübendorf.

Geschweisste Elektro-Maschinen grosser Leistung. Im „Bulletin Oerlikon" vom Februar und vom März 1933 berichtet E. Jaeger über die Anwendung der Elektro-Schweissung auf die Ausführung von Grossgeneratoren in den Werkstätten der Maschinenfabrik Oerlikon. Das grösste dieser Objekte ist der Drehstromgenerator von 50000 PS (bezw. 48500 kVA) bei 500 Uml/min für die Beauharnois Power Corporation in Kanada, von dem wir auf S. 110 von Bd. 97 (am 28. Februar 1931) die Typenskizze veröffentlichten. Gusseisen und Stahlguss wurden beim Bau dieses Generators nur in unwesentlichem Masse verwendet. Das Stator-