Der erste Hangar des Zürcher Flughafens in Kloten

Autor(en): **Schubert, O. / Stüssi, F. / Lauterburg, B.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **68 (1950)**

Heft 1

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-57949

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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

http://www.e-periodica.ch

68. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet Nr. 1

An unsere Leser

Mit Anfang dieses Jahres tritt Dipl. Arch. *Hans Marti* in die Redaktion der SBZ ein. Unser Kollege, der als Sohn eines Schweizerkaufmanns in Rio de Janeiro aufgewachsen ist, hat nach dem Besuch der Zürcher Oberrealschule von 1931 bis 1936 an der ETH studiert und war nachher auf verschiedenen Architekturbureaux tätig. In der Kriegszeit arbeitete er einige Jahre lang bei Festungswerken im Oberhasli, wo er Gelegenheit hatte, die Bauausführung bis ins kleinste unter schwierigen Umständen zu verwirklichen. Seit 1944 ist er Mitarbeiter der Schweizerischen Vereinigung für Landesplanung, durch die er, ausser mit Aufgaben der Hotelsanierung, mit zahlreichen Ortsplanungen vertraut wurde. Diese Tätigkeit führt er fort.

In dieser Verstärkung und Verjüngung der Redaktion erfüllt sich unser seit langer Zeit verfolgtes Ziel, den Architekturteil von fachmännischer Seite sowohl in der grossen Linie, wie auch im Einzelnen sorgfältig betreut zu wissen. Für die Auswahl und Darstellung des Stoffes wird übrigens H. Marti nicht allein, sondern, entsprechend bewährter Tradition, die gesamte Redaktion die Verantwortung tragen. In besondern Fällen steht uns nach wie vor Peter Meyer beratend zur Seite.

W. Jegher und A. Ostertag

Der erste Hangar des Zürcher Flughafens in Kloten

Hierzu Tafeln 1/2

DK 725.39(494.34)

Grundlagen, Anordnung, Fundation und Eisenbetonarbeiten

Von Dipl. Ing. O. SCHUBERT in Firma Schubert & Schwarzenbach, Zürich

Gegenwärtig geht der Bau des ersten Hangars in Kloten seiner Vollendung entgegen. Dieses Bauwerk, das der Swissair als «Garage» für ihre Flugzeuge dienen soll, stellte seinen Erbauern bemerkenswerte technische und architektonische Probleme. Es rechtfertigt sich deshalb schon heute, diese kurz zu erläutern, damit der technisch interessierte Besucher der Baustelle das Objekt nicht nur rein optisch aufnimmt, sondern gleichzeitig das interessante Kräftespiel unter und über dem Boden erfasst.

Die endgültige Gestalt eines Bauwerkes, das nicht alltäglich ist, entwickelt sich vom ersten Entwurf bis zur Ausführungsreife nur nach und nach. Sie ist das Endprodukt vieler und sehr komplexer Studien, wobei grundsätzlich die rein ingenieurtechnischen und architektonischen Probleme erst nach Abklärung und Fixierung der betriebstechnischen Anforderungen in Angriff genommen werden können. Es würde im Rahmen dieses vorläufigen Kurzberichtes zu weit führen, die ganze Entwicklung des Projektes zu skizzieren. Wir beschränken uns deshalb auf die letzte Phase, das endgültige Projekt.

Betriebliche Anforderungen: 1. Stützenfreie Grundfläche von 75 m Breite und 65 m Tiefe mit einem Lichtraumprofil

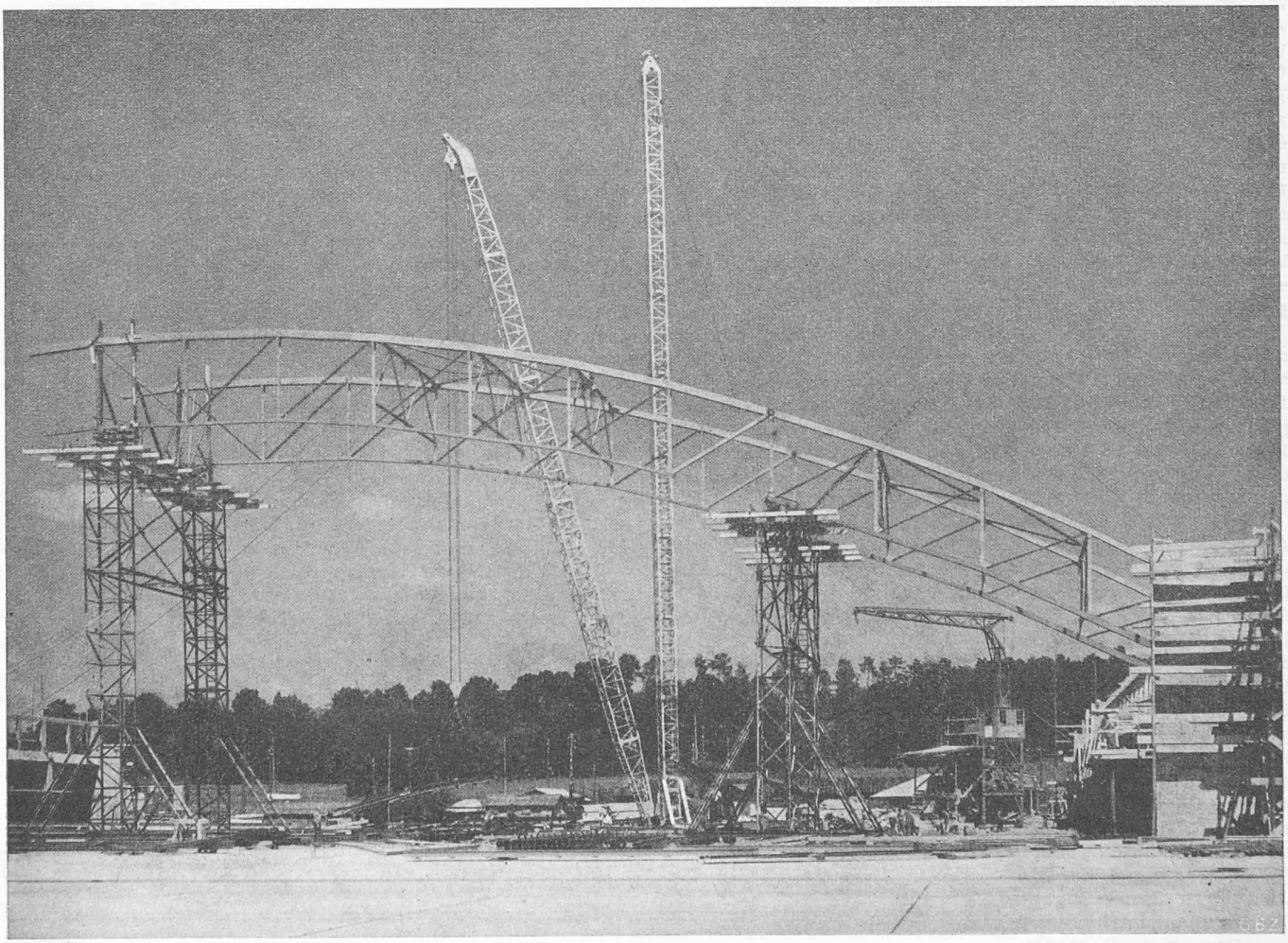
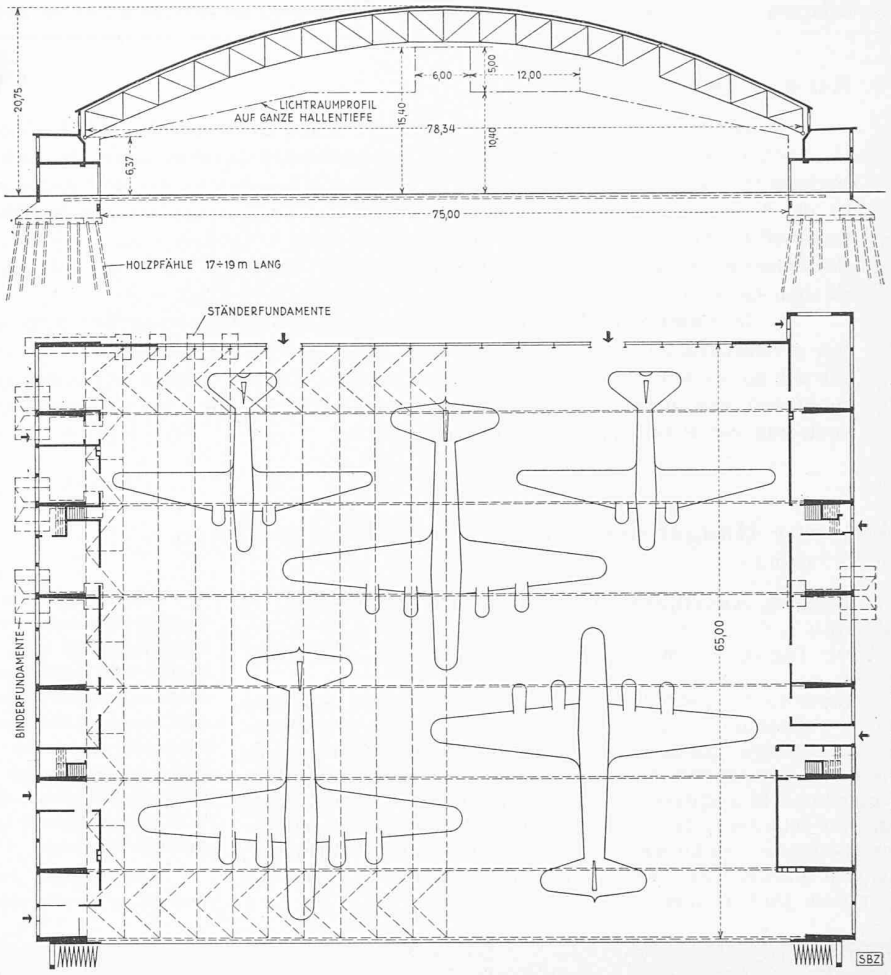


Bild 1. Montage der ersten Bogenbinder, am 25. Juli 1949

gemäss Bild 2. 2. Beidseitige zweistökkige Anbauten von rund 7 m Tiefe für Werkstätten, Garagen, Garderoben, Betriebsbureaux usw. 3. Rasch zu öffnende Tore gegen die Piste von 75 m Breite und 10,40 m Höhe, mit der Möglichkeit, die Tore in Hallenmitte (auf eine Breite von 6 m) auf 15,40 m Höhe zu erweitern für den Durchgang der Schwanzflosse ganz grosser Flugzeuge, die heute allerdings noch nicht in regulärem Verkehr sind. 4. Einhaltung einer Raumtemperatur in der Halle von 5 bis 6° und Heizung der seitlichen Bauten auf 15° bei einer Aussentemperatur von — 20°.

Ingenieurtechnische Anforderungen: 1. Absolute Feuersicherheit der Hallenkonstruktion bis auf eine Höhe von rund 6 m ab Boden. 2. Möglichst leichte Bogenkonstruktion für die Ueberdeckung der Halle, mit minimalem Horizontalschub wegen der schlechten Fundationsverhältnisse.

Architektonische Anforderungen. 1. Gute kubische Anpassung an die bereits bestehende Werft. 2. Ausreichende Beleuchtung der Halle ohne Verwendung von Oberlichtern auf der Dachhaut. 3. Einwandfreie Belichtung der seitlichen Anbauten für höchste Anforderungen (Präzisionsarbeiten). 4. Räumliche Aufteilung der Nutzflächen der Seitentrakte so, dass Umstellungen infolge Betriebsänderungen ohne grosse Umbauten jederzeit möglich sind.



Bilder 2 und 3. Querschnitt und Grundriss der Halle, Masstab 1 : 800

Auf Grund dieses bereinigten und von allen zuständigen Instanzen genehmigten Programmes wurde durch die Arbeitsgemeinschaft der Flughafen-Immobiliengesellschaft Zürich, der Architekten K. Kündig & E. Rohrer und der Ingenieure Schubert & Schwarzenbach das Ausführungsprojekt ausgearbeitet. Für die eigentliche Tragkonstruktion der Ueberdachung der grossen Halle wurde ein besonderer Wettbewerb unter Stahlbaufirmen bzw. Holzbaufirmen durchgeführt. In Frage kamen statisch bestimmte Bogenkonstruktionen, die auf die technisch und architektonisch bereits festgelegten seitlichen Anbauten abzustützen waren. Eisenbeton-Schalenkonstruktionen schieden aus preislichen Gründen aus, da diese erst bei Doppelhangaren (zweimalige Verwendung der Lehrgerüste) mit Stahl konkurrieren können.

Projektierung und Ausführung der Stahlkonstruktion für die Hallenüberdeckung einschliesslich Tor- und Rückfassade wurde der Firma Wartmann & Cie., A.-G., Brugg, Mitarbeiter Prof. Dr. F. Stüssi, übertragen, weil ihr Projekt bei ungefähr gleichen Kosten für den Stahlbau von allen eingereichten Projekten den kleinsten Bogenschub aufweist und damit unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Fundation den geringsten Kostenaufwand erfordert.

Der ganze Hangar steht, wie übrigens alle andern Bauten (Werft, Werkstätten usw., siehe auch SBZ 1947, Nr. 51, S. 704* und 1948, Nr. 31, S. 426*) auf einem alten Seeboden. Die Lasten aus Eigengewicht, Wind, Schnee usw. müssen daher durch Pfähle auf den Grund übertragen werden. Aus Bild 2 ist die Anordnung der Pfähle ersichtlich; Holzpfähle mit Längen von 17 ÷ 19 m und Belastungen von 15 ÷ 20 t pro Pfahl. Durch schräges Rammen mit einer technisch gerade noch möglichen maximalen Neigung von 15 % wird ein Teil des Horizontalschubes direkt durch Pfähle übertragen, der Rest wird durch eiserne Zugbänder mit Spannvorrichtungen ungefähr auf Bodenhöhe übernommen. Für die sieben stählernen Bogenbinder wurden 14 Einzelfundamente erstellt mit T-förmigem Grundriss und je 32 Holzpfählen. Die eisernen Ständer der Rückfassade sind ebenfalls durch Einzelfundamente mit je 4 Pfählen fundiert. Die aufgehenden Eisenbetonkonstruktionen sind aus Bild 5 ersichtlich. Jede Stahl-Bogenscheibe wird durch eine von innen nach ausen konisch ausgebildete Eisenbeton-Wandscheibe aufgenommen, die die Vertikal- und Horizontalkräfte der Bogenkonstruktion auf die Fundamente überträgt.

Die Zwischendecken der Anbauten sind quer gespannt auf die längs verlaufenden kontinuierlichen Fassadenbrüstungsträger bzw. die inneren Längsträger. Alle Zwischenstützen der Fassadenwände im Erdgeschoss sind «blind» eingesetzt, so dass freie Durchfahrten von 7 bzw. 10 m Breite entsprechend dem Abstand der Binderwände jederzeit bewerkstelligt werden können (Freiheit der räumlichen Disposition für den Betrieb).

Die Bedachungen der Seitenbauten sind als kontinuierliche Platten von Binderwand zu Binderwand gespannt, um auch hier möglichst grosse Freiheit in der räumlichen Unterteilung zu erhalten. Armierte Längsriegel zu beiden Seiten der Widerlagerwände und in der Rückwand bilden nicht nur eine erwünschte Aussteifung der Gesamtkonstruktion; sie

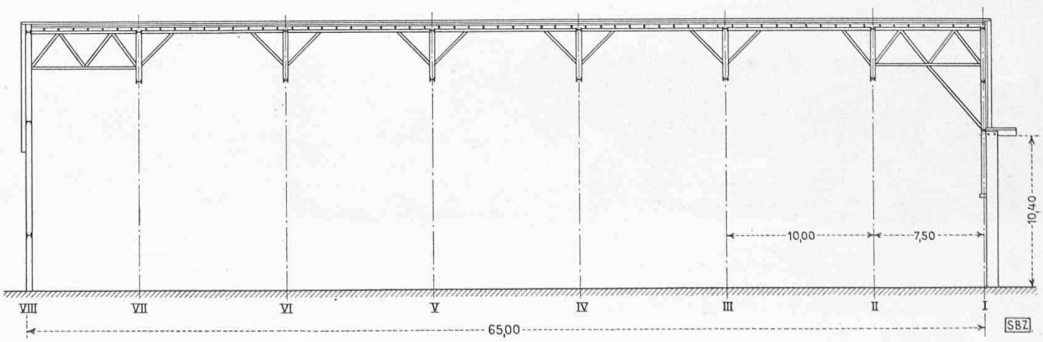


Bild 4. Längsschnitt der Halle, Masstab 1 : 500

dienen gleichzeitig als Auflagerschwellen für Trenn- und Abschlusswände. Dadurch werden unerwünschte Setzungen von Einbauten vermieden. Die beidseitigen Anbauten bilden als Ganzes ein biegungsfestes, kastenförmiges Gebilde, das Kräfte nach allen Richtungen übernehmen kann und übernehmen muss.

Bei Bauten dieser Grössenordnung erfordert die Ausbildung der *Dilatationsfugen* ganz besondere Aufmerksamkeit. Das Zusammenarbeiten ganz verschiedener Materialien, Beton für den Unterbau, Stahl für die Bogenkonstruktionen, Holz für die Dachsparren, Aluman für die Dachhaut, dazu die elastischen Deformationen der einzelnen Tragwerkteile bei wechselnder Belastung (Schneebelastung ist z. B. wesentlich grösser als das Eigengewicht der Dachkonstruktion) verlangten eingehende Spezialstudien und z. T. besondere Versuche. So wurde z. B. durch einen Modellversuch im Masstab 1 : 1 abgeklärt, auf welche Art und Weise die Befestigung der 10 bis 24 m langen Wellalumanbänder auf ihrer hölzernen Unterlage (Lattenrost mit Abständen von 1,00 m) durchzuführen ist, damit einerseits das Aluman sich frei dehnen kann und anderseits eine genügend grosse Sicherheit gegen Windsog (bis zu 300 kg/m²) gewährleistet ist.

Die Bodenkonstruktion der Halle besteht aus einer doppelschichtigen Betonplatte, nach zwei Richtungen mittels zahlreicher Fugen unterteilt. Sie liegt direkt auf einer 40 cm starken Kofferung aus ungewaschenem Kiesmaterial.

Ein besonderes Problem bildeten die zahlreichen Installationen: Wasser, Licht- und Kraftstrom, Druckluft, Heizung, Entwässerungen, besondere Abzugkanäle für Benzin bei Bränden usw. Ein für den Besucher kaum in Erscheinung tretendes, Projektverfassern und Bauleitern oft Kopfzerbrechen verursachendes Netz von unterirdischen Kanälen zieht sich kreuz und quer unter der Bodenplatte hin, und nur die vielen Deckel in der Betonplatte lassen ungefähr ahnen, was sich hier im Verborgenen abspielt.

Bevor wir dem Stahlbauer das Wort überlassen, möchten wir eine abschliessende Bemerkung allgemeiner Natur machen. Architekten und Ingenieure haben hier von Anfang an ihre Aufgabe als *Arbeitsgemeinschaft* durchgeführt. Wir glauben, dass das der richtige Weg für die Schaffung solcher Bauwerke ist. Form und Gestalt entwickeln sich von Anfang an harmonisch. Das rein Architektonische verbindet sich mit den materialbedingten Notwendigkeiten zu einer geschlossenen Einheit, die dadurch schön und zweckmässig wirkt.

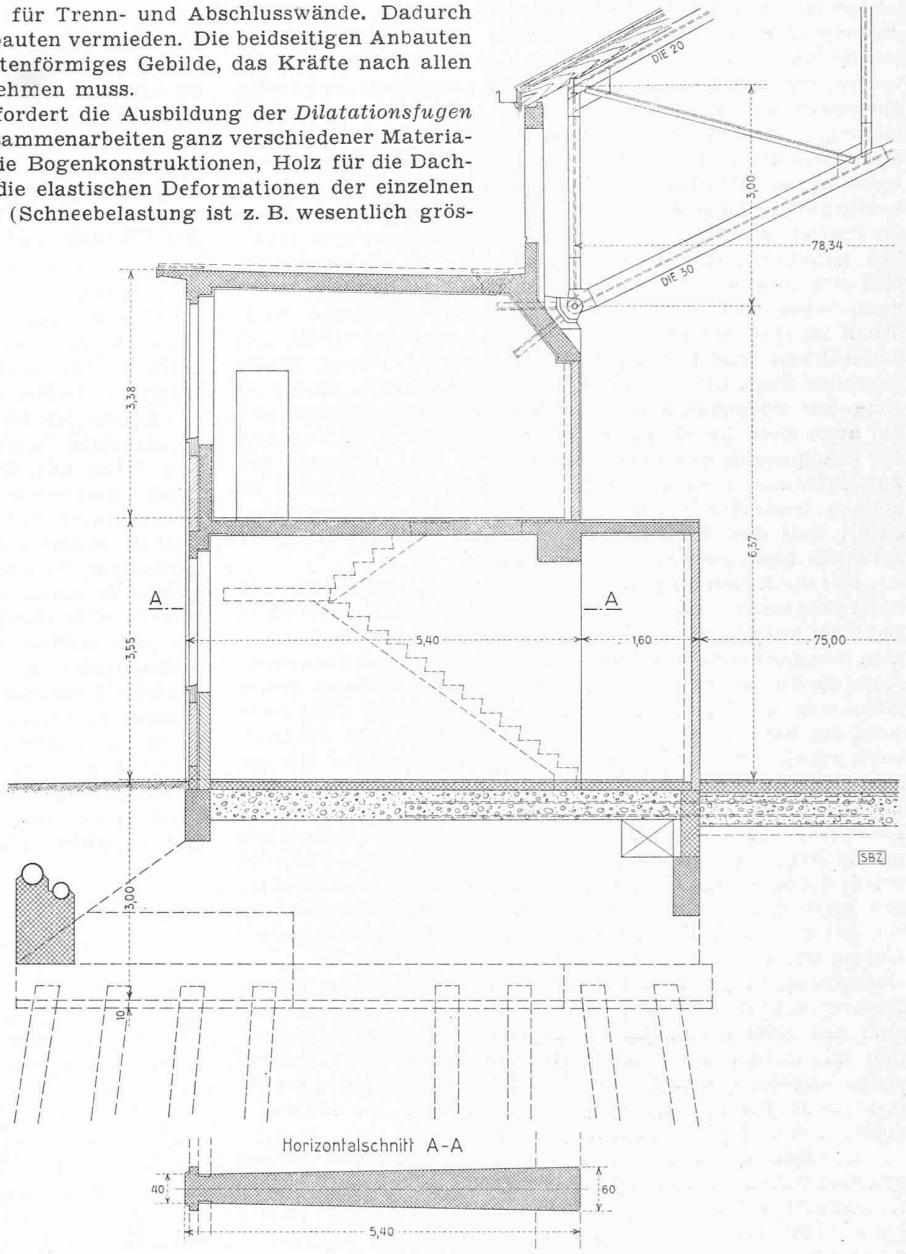


Bild 5. Binderfundament und Querschnitt des Seitenbaues, Masstab 1 : 100

Entwurf der Stahlkonstruktion

Von Prof. Dr. F. STÜSSI, ETH, Zürich

Im Rahmen der von der Bauherrschaft gestellten Bedingungen blieb für den Entwurf der Stahlkonstruktion nur ein verhältnismässig enger Spielraum: Durch das frei zu haltende Lichtraumprofil der Halle einerseits und die gewünschte äussere Begrenzung durch Dachhaut und seitliche Fenster war für die Tragkonstruktion des Daches eine bogenförmige Ausführung weitgehend vorgezeichnet. Bei der gegebenen Spannweite von 78,2 m konnte aus wirtschaftlichen Gründen auch nur eine fachwerkförmige Ausbildung der Dachbinder in Frage kommen.

Dagegen blieb für die statische Wirkungsweise dieses bogenförmigen Fachwerkträgers ein Spielraum offen, der durch die beiden Grenzfälle: Einfacher Balken einerseits und Dreigelenkbogen anderseits charakterisiert werden kann. Diese beiden Systeme besassen für den vorliegenden Anwendungsfall jedoch gewichtige Nachteile. Der einfache Balken musste seines hohen Konstruktionsgewichtes und damit der Kosten wegen ausscheiden. Der Dreigelenkbogen normaler Bauart mit Scheitelgelenk im Untergurt war dagegen deshalb unerwünscht, weil er beim vorliegenden, durch die äussere Umrissform des Tragwerks in engen Grenzen gegebenen Pfeilverhältnis einen unerwünscht grossen Horizontalschub auf die Widerlager ausübt. Da diese Widerlager in einer Höhe von 6 m über Hallenboden liegen und der Horizontalschub durch die Eisenbetonkonstruktion der Seitenbauten auf den nicht sehr günstigen Baugrund übertragen werden musste, war es von Anfang an gegeben und auch in der Ausschreibung als erwünscht bezeichnet, den Horizontalschub möglichst zu verkleinern.

Diese Ueberlegung führte zum Vorschlag eines unsymmetrischen Dreigelenkbogens mit Zwischengelenk im Obergurt. Die Form der Drucklinie aus gegebener Belastung ist durch die Lage der drei Gelenke bestimmt, und durch passende Wahl des Zwischengelenkes konnte die ideelle Pfeilhöhe der Drucklinie in ziemlich weiten Grenzen verändert werden.

Für die Wahl der Gelenklage ist einerseits zu beachten, dass der Horizontalschub gegenüber einem normalen Dreigelenkbogen wesentlich verkleinert werden muss, dass aber anderseits der Abstand zwischen Zwischengelenk und benachbartem Kämpfergelenk nicht zu klein werden darf, damit das Kräftespiel nicht durch die elastischen Formänderungen des Tragwerkes merklich verändert wird.

Die gewählte Tragwerkanordnung ist aus Bild 2, Hallenquerschnitt, ersichtlich. Die gewählte Gelenkanordnung erlaubte eine Reduktion des Horizontalschubes gegenüber dem normalen Dreigelenkbogen auf etwa zwei Drittel. Die Wirkungsweise dieses etwas ungewöhnlichen statischen Systems

ist schon früher beschrieben worden [1]), so dass auf eine Darstellung der statischen Verhältnisse hier wohl verzichtet werden kann. Dagegen ist doch auf eine Besonderheit hinzuweisen, die sich im vorliegenden Fall wirtschaftlich günstig auswirkt: Beim vorliegenden System ist unter normaler Belastung (Eigengewicht und Schnee) der Untergurt im mittleren Bereich, und zwar auf den grösseren Teil der Spannweite, nur auf Zug beansprucht, während der Obergurt Druckkräfte aufzunehmen hat. Die Obergurtknotenpunkte sind durch die Pfetten und Dachverbände in allen Knotenpunkten räumlich gehalten und weisen somit günstige Knicklängen auf; dies erlaubt eine gute Materialausnützung. Allerdings treten unter Winddruck auf die offene Halle (Dachsog und Staudruck im Halleninnern) auch im Untergurt Druckkräfte auf, deren Grösse jedoch wesentlich kleiner ist, als die der massgebenden Zugkräfte. Damit genügt eine elastische Querstützung der Bogenuntergurte durch Pfetten mit Kopfstreben, um auch diese Druckkräfte ohne wesentliche Vergrösserung der Stabquerschnitte gegenüber den für die Aufnahme der Zugkräfte aus Vollast erforderlichen Werten aufnehmen zu können. Diese Besonderheit des Kräftespiels war entscheidend dafür, dass das Konstruktionsgewicht der Dachbinder erstaunlich klein gehalten werden konnte.

Für die Ausbildung der Bindergurtungen wurde Baustahl St 44 vorgesehen, während für alle übrigen Bauteile normaler Baustahl verwendet wurde. Die Verwendung von hochwertigem Baustahl für die am stärksten beanspruchten Fachwerkstäbe dürfte bei den vorliegenden Grössenverhältnissen sicher zweckmässig sein, weil dadurch bei bescheidener Vergrösserung des Einheitspreises das Konstruktionsgewicht nennenswert verkleinert werden kann. Für die Gurtstäbe wurden Breitflanschträger gewählt, wobei die zur Verfügung stehende Profilliste mit den Trägern DIN und DIE und entsprechenden Zwischenprofilen eine gute Anpassung der Stabquerschnitte an die Kräfte erlaubte. Die Höhe der verschiedenen Profile wurde durch stetige Uebergänge angepasst. Die Pfosten müssen biegungssteif ausgebildet sein, um zusammen mit den Kopfstreben und Pfetten die elastische Querstützung der Untergurte zu sichern; sie sind deshalb ebenfalls aus Breitflanschträgern gebildet. Die Stegebenen aller dieser Breitflanschträger liegen normal zur Binderebene. Die Diagonalen sind aus zwei nebeneinander liegenden Winkeln hergestellt und mit Hilfe von einfachen Knotenblechen in der Trägerebene angeschlossen. Für die Werkstattverbindungen wurde elektrische Schweissung vorgesehen, während die Montagestösse durch Passchrauben hergestellt wurden.

Das hier vorgeschlagene und ausgeführte System des unsymmetrischen Dreigelenkbogens ist keine Normallösung und sicher auch nicht für alle möglichen Anwendungsfälle die zweckmässigste Ausführungsform. Unter den beim Hangar I Kloten vorliegenden Verhältnissen jedoch dürfte es, nach den Ergebnissen des Submissionswettbewerbes zu schliessen, deshalb von der Bauherrschaft zur Ausführung gewählt worden sein, weil es im gesamten betrachtet, d. h. auch unter Beachtung der Fundationsverhältnisse, eine zweckmässige, wirtschaftliche und auch in der äusseren Erscheinung befriedigende Lösung des gestellten Problems erlaubte.

[1]) *F. Stüssi:* Der unsymmetrische Dreigelenkbogen. SBZ 1949, Nr. 3, S. 28*.

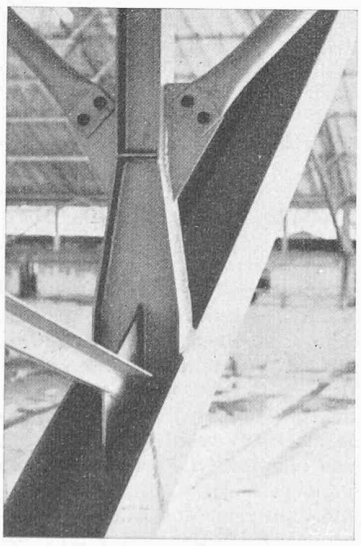


Bild 6. Bogenbinder, Untergurtknotenpunkt mit Kopfstrebenanschluss

Ausführung und Montage der Stahlkonstruktion

Von Dipl. Ing. B. LAUTERBURG, Direktor in Firma Wartmann & Co., A.-G., Brugg

Gestützt auf Vorstudien wurde eine Binderteilung von 10 m für die Innenfelder und von 7,5 m für die Endfelder gewählt. Die Grundfläche von 78 × 65 m wird dementsprechend mit sieben Bogenbindern überspannt.

Ausser den lotrechten Dachlasten wirken auf die Stahlkonstruktion beträchtliche horizontale Kräfte, herrührend vom Wind auf die Stirnseiten. Die zur Aufnahme dieser Kräfte getroffene Anordnung der Verbände ist aus Bild 4, Hallenlängsschnitt, zu ersehen. Der Torbinder ist mit dem zweiten Binder durch einen polygonal gekrümmten, in der Dachfläche liegenden Windverband, sowie durch Fachwerkpfetten zu einem steifen System zusammengefasst. Das auf 10,40 m Höhe durchlaufende Vordach und der Torsturz stützen sich mittels Streben auf die Gitterpfetten. Auf diese Weise werden die am Torsturz angreifenden horizontal gerichteten Windknotenlasten über den Dachverband in die Fundamente geleitet. Das dabei entstehende Versatzmoment wird durch ein Kräftepaar aufgenommen, dessen Zerlegung in lotrechte Kräfte die Binder I und II entsprechend der Windrichtung nach oben bzw. unten belasten. In dem der Rückwand benachbarten Feld ist ein zweiter Verband angeordnet und ebenfalls eine Gitterpfette eingezogen, die es erlaubte

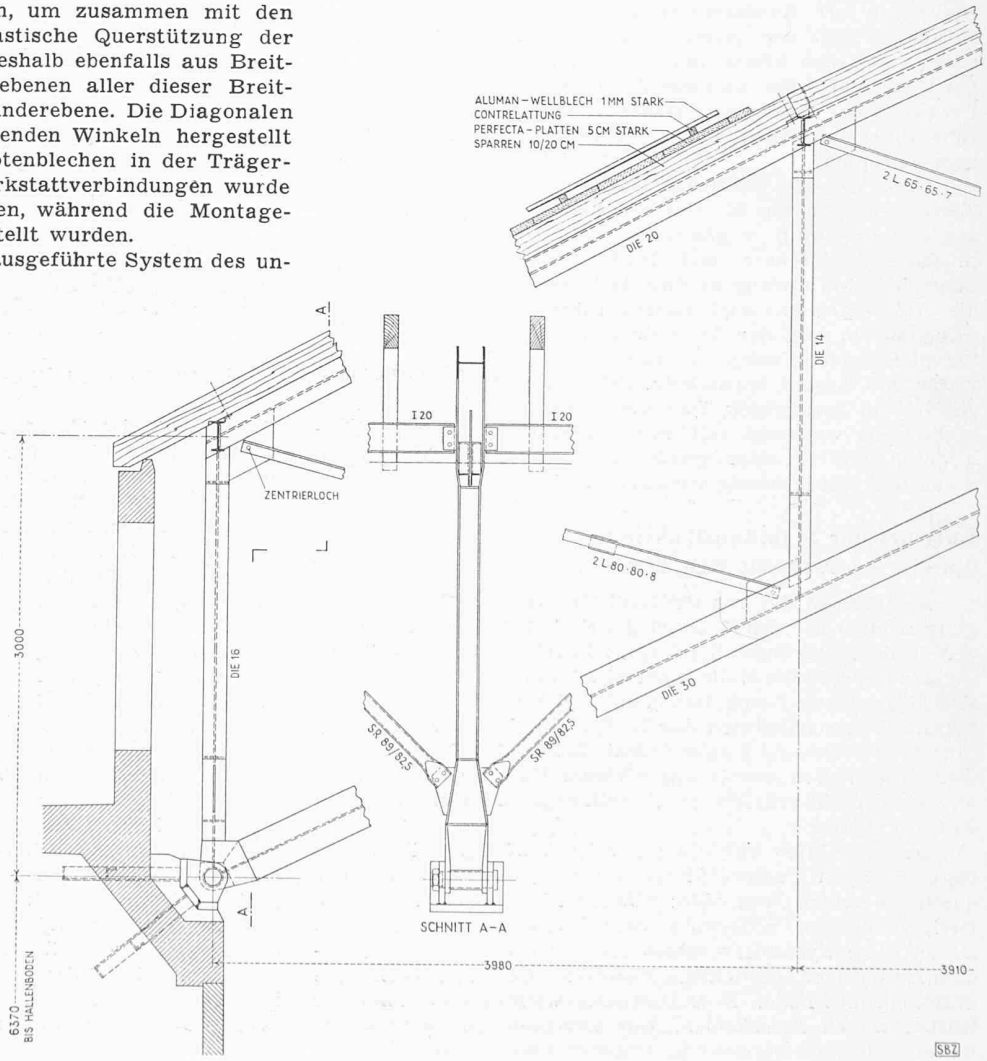


Bild 7. Bogenbinder, Endfeld mit Widerlager, Masstab 1 : 50

die sehr hohen Rückwandständer oben steif in den Pfetten einzuspannen. Ein einziger Dachverband hätte bei der Grösse der auftretenden Windkräfte zu sehr grossen Stababmessungen geführt. Die Verbandstreben bestehen aus Siederohren, ebenso die Streben der vollständig geschweissten Fachwerkpfetten. Aus Bild 8 geht die klare und einfache Disposition der Tragkonstruktion hervor.

Die Holzsparren sind in Abständen von 1 m verlegt und tragen 5 cm starke Perfecta-Platten als Isolierschicht. Darauf liegt eine Contrelattung, an welche der Dachbelag aus 1 mm starkem Aluman-Wellblech direkt angeschraubt ist. Die Contrelattung dient gleichzeitig als Schiftung für die stetige Krümmung der Dachfläche. Eine Schiftung zwischen den Binderknotenpunkten ist notwendig, weil der Obergurt polygonal verläuft. Das Gewicht der beschriebenen Dachhaut ausschliesslich Stahlkonstruktion beträgt 50 kg/m² Dachfläche. Der Dachschub wird durch die Sparren nach der Traufe geleitet und dort von einem Verband aufgenommen. Die Befestigung der Sparren weicht von der sonst üblichen Ausführungsart ab, bei der die Sparren horizontal an ein auf dem obern Flansch der Pfette aufgeschweisstes Winkel- oder Flacheisenstück geschraubt sind. Im vorliegenden Fall wurden die Sparren mittels einer normal zur Dachfläche stehenden Schraube mit seitlich an die Pfetten angeschweissten, in der Dachfläche liegenden Flacheisen verbunden (Bild 7). Nach Abschwinden des Holzes können die Schrauben nachgezogen werden, wodurch ein sattes Aufliegen der Sparren auf der Pfette erreicht wird. Ein Vibrieren der Dachhaut infolge locker an einer Schraube hängender Sparren wird damit auch bei Auftreten starker Sogkräfte auf dem Dach vermieden.

Die sehr leicht konstruierten Binder mit entsprechend dem Kräfteverlauf von DIE 30 bis DIE 14 abgestuften Gurtprofilen sind vollständig elektrisch geschweisst. Konstruktive Einzelheiten sind aus Bild 7: Bogenbinder, Endfeld mit Widerlager, und Bild 6: Bogenbinder, Untergurtknotenpunkt mit Kopfstrebenanschluss, ersichtlich.

Kämpfer- und Zwischengelenke sind als Bolzengelenke ausgebildet, wobei für die Bolzen selbst St 60 Verwendung fand. Die Lagerkörper sind aus dicken Breitflacheisen zusammengeschweisst und durch Anker im Beton gegen Abheben gesichert.

Die Torwand wird vom Binder I getragen. Oberhalb des Torsturzes ist sie, ausgenommen das Klapptor für die Schwanzflosse, mit einer kittlosen Verglasung versehen. Das 10,40 m hohe Falttor und das Klapptor wurden von der Firma Geilinger & Co., Winterthur, geliefert. Ueber dem Tor ist ein 2,30 m breites Vordach mit Welleternit-Abdeckung vorhanden, in dem die obern Torführungen untergebracht sind.

In der Rückwand sorgen zwei weitere Fensterbänder für ausreichende Belichtung der Halle. Die undurchsichtigen Flächen sind 25 cm stark ausgemauert. Die Aussteifung der Wand geschieht mit vollwandigen, geschweissten Ständern, die in den Pfettenaxen stehen und in der Mitte eine Höhe von 21 m erreichen. Um die Durchbiegungen dieser Ständer möglichst klein zu halten, wurden sie in den Fundamenten eingespannt und oben mit den Pfetten steif verbunden.

Dass die gewählte Lösung ausserordentlich wirtschaftlich ist, wird durch folgende Zahlen belegt: Gewicht eines Binders rd. 13 t; Gewicht von Bindern, Pfetten und Verbänden pro m² Grundrissfläche 28,5 kg.

Von der Werkstatt wurden die Binder in fünf Stücken angeliefert, die bei 4 m Konstruktionshöhe bis 20 m lang waren und je 3 t wogen. Auch die geschweissten Rückwandständer wurden in Stücken bis 21 m Länge transportiert.

Für die *Montage* wurden zwei Hilfsjoche erstellt, das eine davon in der Nähe des Zwischengelenks, das andere etwa in der Mitte der grösseren Bogenscheibe. Der Vorgang war nun der, dass man am Boden die ersten beiden Binder in Teilstücken mit dem Windverband und den Gitterpfetten zusammenbaute, sie hernach mit Hilfe eines leistungsfähigen Derricks hochzog und auf die vorgängig versetzten Widerlager abstellte (Bild 1, Montage der ersten Binder). Einmal montiert, erlaubte dieses in sich steife und stabile System, die ganze übrige Konstruktion daran anzuhängen. Die montierten Binder wurden paarweise ausgerichtet und ihre Lager vergossen, so dass der Zimmermann unmittelbar hinter der Bindermontage mit der Dacheindeckung beginnen konnte.

Unter Abzug der Zeit für das Einrichten der Baustelle und das Verlegen der Zugbänder beanspruchte die eigentliche Montage nur fünf Wochen.

Gemäss Ausschreibungsbedingungen musste die Lieferfirma der Stahlkonstruktion auch die Ausführung des *Rostschutzanstrichs* und des *Feuerschutzes* übernehmen.

Die von der Werkstatt mit Bleimennige grundierten Konstruktionsteile wurden auf dem Bauplatz vor der Montage mit einem Deckanstrich aus Docofer versehen. Die mit Gipsplatten gegen Feuer zu schützenden Untergurtteile erhielten an Stelle des Deckanstrichs einen zweiten Mennigeanstrich. Nach der Montage mussten nur noch die entstandenen Beschädigungen ausgebessert werden. Dieses Vorgehen, das sich aus wirtschaftlichen und terminlichen Gründen aufdrängte, hat sich bei dem vorhandenen geräumigen und fertig betonierten Hallenboden bestens bewährt. Einzig die der Witterung ausgesetzten Stahlteile der Tor- und Rückwand wurden nach Fertigstellung der Fassaden mit einem zweiten Deckanstrich versehen.

Die kantonale Gebäudeversicherung verlangte eine feuerhemmende Isolierung der Bogenuntergurte, die den Sinn hat, bei Brandausbruch die am meisten gefährdeten Teile der Haupttragkonstruktion vor einer raschen Erwärmung über das zulässige Mass hinaus zu schützen. Von den beiden in Frage kommenden Lösungen: Spritzasbest oder Gipsverkleidung, schied die erste wegen der höheren Kosten zum vornherein aus. Nach verschiedenen Studien am Objekt selbst wurde als

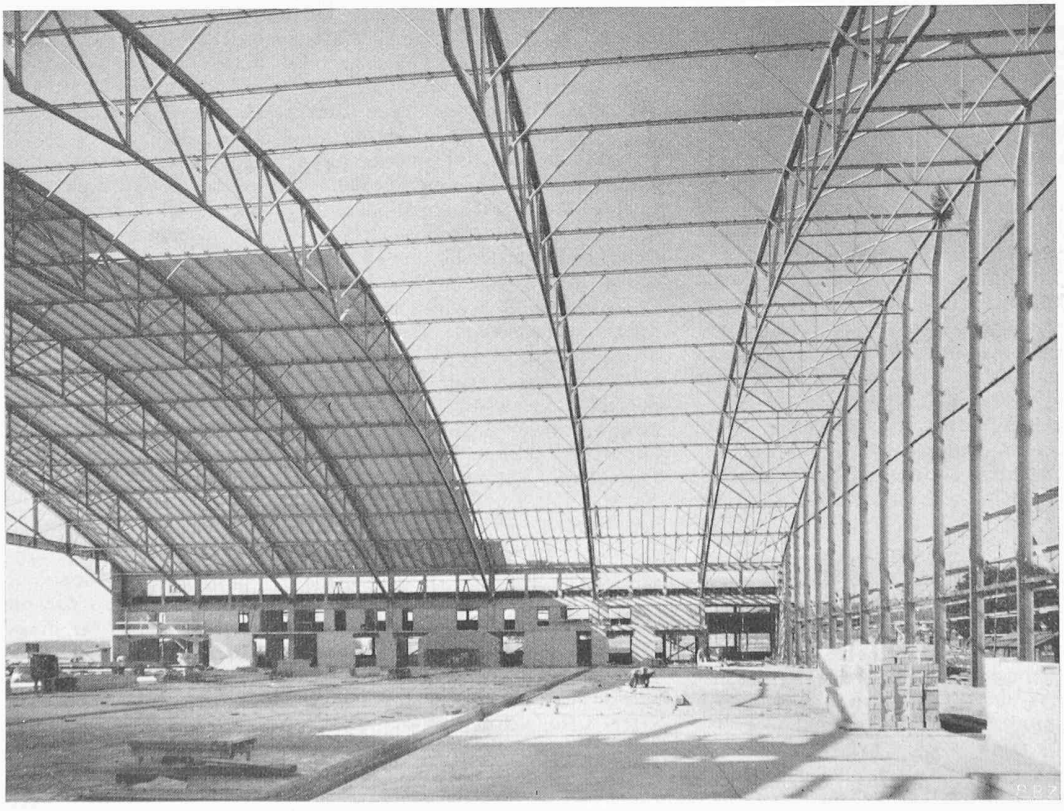


Bild 8. Hangar des Zürcher Flugplatzes in Kloten, Bauzustand am 5. September 1949

technisch und architektonisch befriedigend folgende Ausführung gewählt: Abdeckung der Bogenuntergurte nach unten durch ein gewölbtes, mit Schilfrohr längsarmiertes Gipsbrett. Die eigens zu diesem Zweck von der Firma G. Bonalli, Dübendorf, angefertigten Gipsbretter überragen das Gurtprofil beidseitig um einige Zentimeter und sind der wechselnden Gurtbreite angepasst. Sie wurden an hölzernen Leisten befestigt, die ihrerseits an den Untergurt angeschraubt sind. Die Montage der Gipsbretter erfolgte erst nach Eindeckung der Halle von einem fahrbaren Rohrgerüst aus.

Der *statischen Berechnung* ist grosse Aufmerksamkeit geschenkt worden, in der Absicht, die Möglichkeiten, die der Baustoff Stahl bietet, voll auszuschöpfen. Insbesondere zwei Probleme wurden eingehend abgeklärt: Die elastische Querstützung der gedrückten Bogenuntergurte, wobei sowohl die Gurtsteifigkeit als auch diejenige der stützenden Pfetten veränderlich ist, und das Kippen der äusserst schlanken Rückwandständer. Mit Rücksicht auf störungsfreien Lauf des Falttores waren auch genaue Untersuchungen über die zu erwartenden Durchbiegungen erforderlich.

Die umfangreichen statischen Berechnungen führte Dipl. Ing. *R. Schlaginhaufen* durch, unter dessen Leitung auch die Planbearbeitung erfolgte und der auch den Verkehr mit der Bauherrschaft und allen andern am Bau beteiligten Unternehmern besorgte.

Die Rolle der Werkstattpraxis in der Ausbildung zum Ingenieurberuf

DK 331.86 : 378.962

Von Dipl. Ing. M. SCHULTZE, Wettingen

I.

Technische Erzeugnisse sind auf Schritt und Tritt die Begleiter menschlicher Tätigkeit, so dass wir uns kaum mehr darüber Rechenschaft zu geben vermögen, wieviele Ingenieure und Techniker an ihrer Herstellung und ständigen Vervollkommnung beteiligt sind. Wenn wir im Laufe der Zeit durch tägliche Angewöhnung mit den mannigfachen technischen Einrichtungen vertraut zu werden beginnen und uns über ihre Zweckmässigkeit freuen, so sind wir bereit, nicht nur die schöpferische Idee anzuerkennen, sondern vor allem auch den eminent praktischen Sinn derjenigen zu bewundern, die alle diese Produkte zu brauchbaren Gegenständen des täglichen Lebens gemacht haben. Wir wären vielleicht sogar versucht, das technische Produkt in seiner ansprechenden Form als «endgültig» zu bezeichnen. Die Erfahrung lehrt aber, dass es wohl einen gewissen Grad der Vollkommenheit erreichen kann, wie sie sich aus den zur Zeit der Herstellung verfügbaren Mitteln ergibt, dass die Technik aber stets neue Wege zu beschreiten sucht, um einen noch höheren Standard zu erreichen.

Wir sehen also, dass für die Entwicklung technischer Erzeugnisse offenbar hauptsächlich zwei Disziplinen Hand in Hand gehen müssen: die theoretisch, d. h. gedanklich aus physikalisch-technischer Ueberlegung herausgewachsene Idee und das an der täglichen Praxis geschulte Wissen um die Herstellungsmethoden. Dass dabei nur die auf wirtschaftliche Ausnützung der Baustoffe und rationelle Fabrikation abzielenden Herstellungsverfahren einer Betrachtung wert sind, gehört heute zu den Selbstverständlichkeiten jeder industriellen Praxis.

II.

Die Erscheinungsformen einer mit der Gegenwart verbundenen Technik sind ungeheuer mannigfach. War es dem mit allgemeinen technischen und wissenschaftlichen Kenntnissen sorgfältig ausgebildeten Ingenieur noch vielleicht vor einem Vierteljahrhundert möglich, sich auf den wichtigsten technischen Fachgebieten auf dem Laufenden zu halten oder doch über ihren neuesten Stand orientiert zu sein, so ist ihm dies heute nicht mehr möglich. Der berufstätige Ingenieur befasst sich mit einem bestimmten Gebiet, dessen Grenzbezirk wohl öfters auf andere Sondergebiete übergreift, dessen souveräne Beherrschung aber doch zahlreiche Spezialkenntnisse und eine jahrelange Erfahrung erfordert. Um ein Bild zu gebrauchen, kann jedes technische Fachgebiet im Bereich der beruflichen Wirksamkeit eines einzelnen Menschen mit einem Körper in Pyramidenform verglichen werden: Die Basis der Pyramide ist schmal geworden, die Spitze weit in die Höhe getrieben. Im Gesamten gesehen hätten wir also einen Wald von schmalen, zum Teil hoch aufragenden Pyramiden vor uns, während frühere Entwicklungsstufen weitere Bezirke technischen Schaffens umfassten, aber statt dessen nicht die heutige Höhe erreichten.

III.

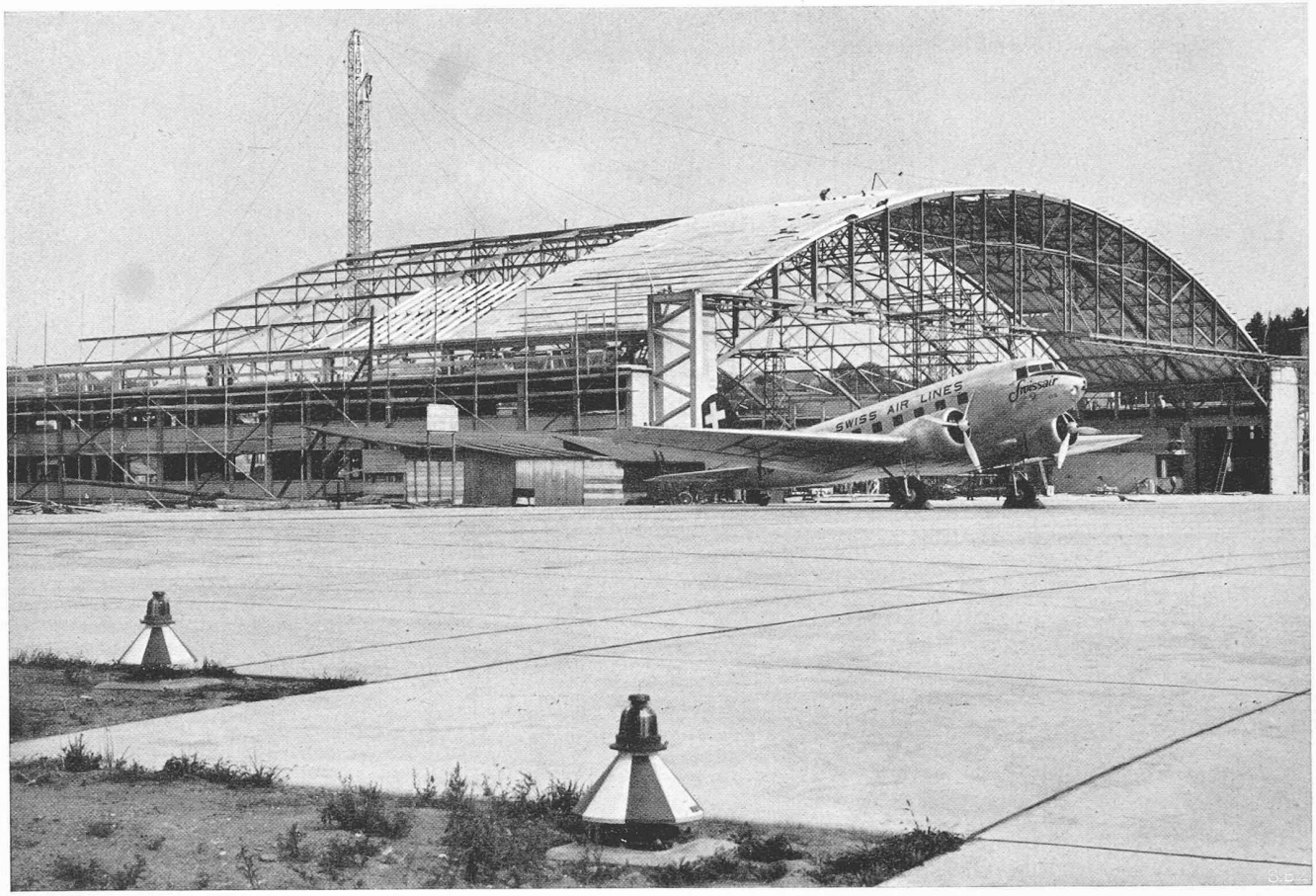
Die geschilderten Verhältnisse haben unstreitig zu einer weitgetriebenen Spezialisierung mit allen Vorteilen, aber auch mit ihren unverkennbaren Nachteilen geführt. Betreten wir irgend eine Ausstellung technischer Erzeugnisse, so werden uns überall die neusten Errungenschaften angepriesen, zu deren Verständnis trotz guter technischer Allgemeinbildung oftmals jede Voraussetzung fehlt, weil die entsprechenden Gedankengänge nur dem Spezialisten vertraut sind. Diesem für den älteren Praktiker manchmal etwas bemühenden Verzicht auf ganzes Verstehen einer unser Interesse durchaus verdienenden technischen Einrichtung steht nun die umgekehrte Einstellung z. B. der jungen Generation gegenüber, welche über die alten, soliden, allgemeinen Grundlagen fröhlich hinweg schreiten und sich auf technische Spitzenprobleme wie Radartechnik, Fernsehen, Atomphysik, Turbostrahlantriebe im Flugzeugbau usw. stürzen möchte. Der junge Gipfelstürmer der Technik empfindet jede Beschäftigung mit den propädeutischen Disziplinen als unnötigen Ballast, den er ja, wie er glaubt, später doch nicht brauchen könne, wogegen er ständig vom Gedanken verfolgt wird, sein Lieblingsgebiet stelle solch ungeheure Anforderungen an sein Wissen und Können, dass er möglichst rasch den einschlägigen Spezialwissenschaften zusteuern müsse. E. Lavater hat in trefflicher Formulierung die Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnis mit dem Wachstum eines Baumes verglichen und auf die Gefahr hingewiesen, welche in der einseitigen Beschäftigung mit den feinsten Verästelungen, d. h. den neusten technischen Errungenschaften besteht. Das Studium seines temperamentvollen und von hoher geistiger Warte geschriebenen Aufsatzes «Technische Schulbildung und Bedürfnisse der Industrie» ist jedem, der sich mit Fragen des technischen Nachwuchses befasst, sehr zu empfehlen, auch wenn man über einige der darin behandelten Fragen vielleicht etwas anders denkt [1]).

IV.

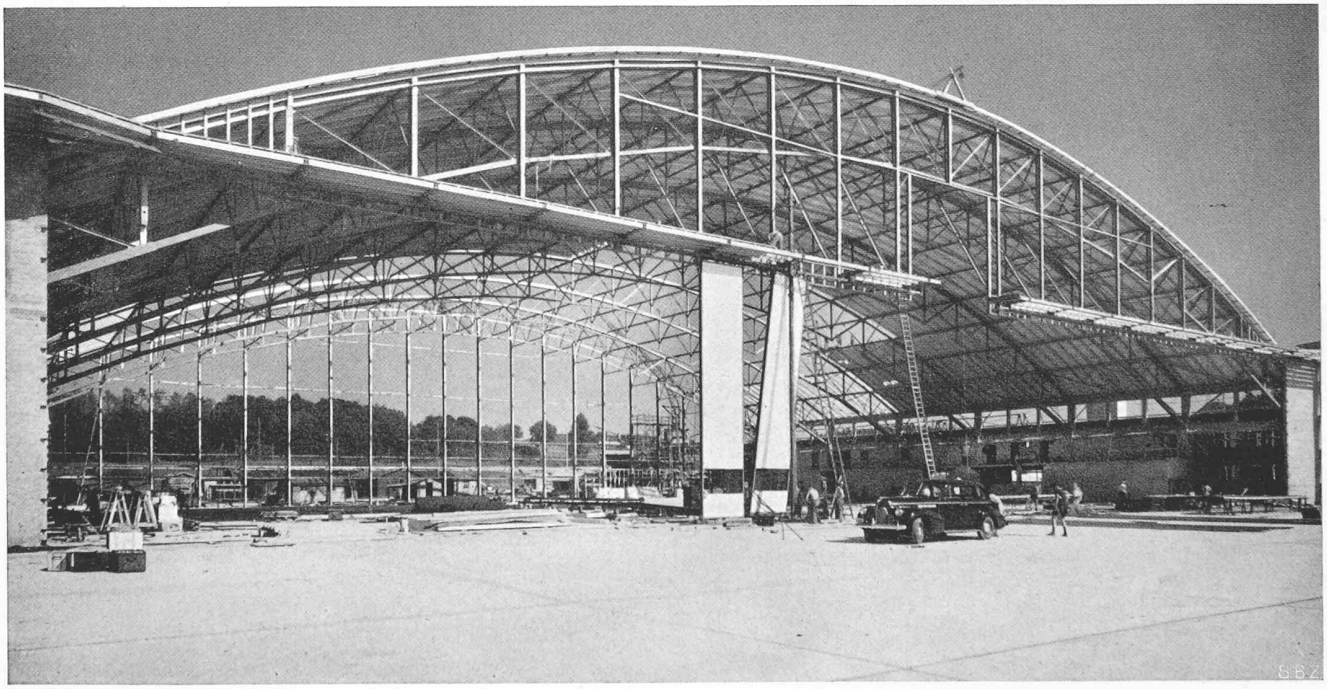
Wir wollen nun das Streben der vorerwähnten jungen Gipfelstürmer nach dem möglichst geraden Weg zur Erkenntnis der technischen Spitzenprobleme etwas näher unter die Lupe nehmen. Psychologisch betrachtet, ist die innere Einstellung dieser jungen Menschen durchaus verständlich, weil neue, in Fachzeitschriften und in der Tagespresse häufig in eklatanter Aufmachung geschilderte Errungenschaften ihre Phantasie sehr stark beschäftigen. Sie sehen das Ziel ihrer beruflichen Wünsche vor Augen, aber es fehlt ihnen noch Lebenserfahrung, und sie unterschätzen den Zeit- und Energieaufwand, der nötig ist, um den Weg zum gesteckten Ziel stufenweise und über manche Hindernisse hinweg zu gehen.

Wir wollen die zukünftigen Ingenieure und Physiker keineswegs daran hindern, schon frühzeitig einen Blick z. B. in eines der Forschungslaboratorien, welche die Tummelplätze ihres wissenschaftlichen Dranges sein werden, zu werfen. Beim Betrachten der vielen Spezialeinrichtungen und häufig selbst angefertigten Versuchsobjekte beginnen die jungen Leute plötzlich darüber zu staunen, dass die auf die ersehnte Spezialwissenschaft ausgerichteten Experimente oft ganz neuen, vorher nicht geahnten Problemen rufen, welche manchmal weit ausserhalb des engen Spezialgebietes liegen. Der Spezialist, welcher ihnen seine Laboratoriumseinrichtungen zeigt, um ihrer jugendlichen Neugierde Genüge zu leisten, entpuppt sich sehr bald als ein Mann mit einer auf einem soliden Fundament aufgebauten technischen Allgemeinbildung. Denn die Herstellung seiner Versuchsobjekte und Hilfseinrichtungen verlangt z. B. eingehende technologische Kenntnisse über die dazu verwendeten Materialien, über Schweiss- und Lötverfahren, über die Druckfestigkeit von Gefässen, über die Vakuumtechnik, wie sie z. B. beim Bau von Röhren für die Hochfrequenztechnik eine überragende Rolle spielt. Der junge Laboratoriumsbesucher erhält den bestimmten Eindruck, dass die Pyramide seiner zukünftigen beruflichen Tätigkeit doch eine breitere Basis haben sollte, als er sich dies vorgestellt hatte. Führen wir den propädeutischen Anschauungsunterricht weiter und zeigen z. B. dem zukünftigen Studierenden eine Werkstätte der schweizerischen Maschinen- oder Elektroindustrie, deren weltbekannte Produkte er dem Namen nach

[1]) SBZ 1949, Nr. 1 und 2.



Bauzustand am 19. August 1949

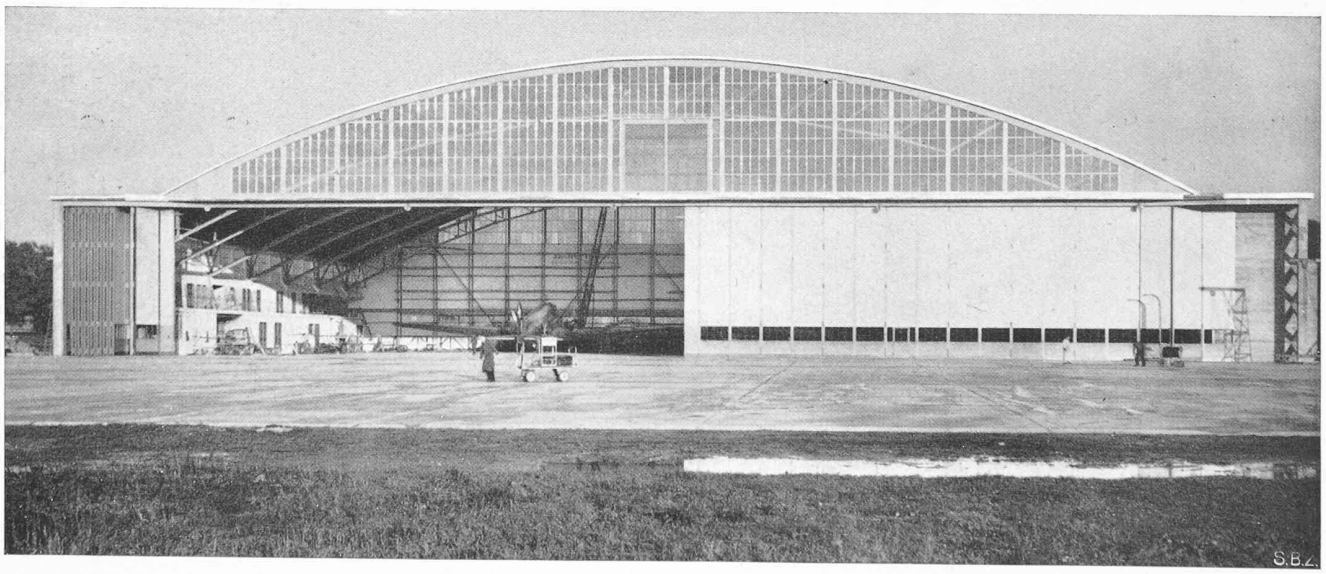


Beginn der Tormontage, 5. September 1949

Hangar des Zürcher Flughafens in Kloten

Ingenieure SCHUBERT & SCHWARZENBACH, Zürich, Prof. Dr. F. STÜSSI, Zürich, WARTMANN & CIE., Brugg

Innenansicht, 24. November 1949



Gesamtbild, am 24. November 1949

Hangar des Zürcher Flughafens in Kloten

Photos Beringer & Pampaluchi, Zürich

Druck Jean Frey A.-G., Zürich