

Weitgespannte Hallen aus Stahl

Autor(en): **Kollbrunner, Curt F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **66 (1948)**

Heft 31

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-56770>

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.

durch immer mehr menschlich warmer Inhalte und innerlich-geistiger Werte. Zurechtweisen und Befehlen wird auf allen Vorgesetztenstufen zum vorherrschenden Grundton, um so mehr als das Spielenlassen der persönlichen Befehlsgewalt einer tief im Menschen wurzelnden Herrschsucht entspricht. Die Entwicklungen im Erwerbsleben sind demnach demokratischem Denken nicht förderlich; sie wirken vielmehr im Sinne einer Abrichtung des Menschen zu fügsamen Werkzeugen einer straffen Regierung.

Die Industrialisierung weiter Bevölkerungsschichten, das Wachstum der Städte mit ihren Versorgungsaufgaben und die Verkehrsprobleme erforderten von den Politikern ein stets umfassenderes Ueberblicken und Beurteilen technischer Möglichkeiten und wirtschaftlicher Zusammenhänge, setzte also bei ihnen Kenntnisse und Erfahrungen aus Gebieten voraus, die ihnen ihrer Natur nach meist fremd waren, und von denen sie sich in Unterschätzung ihrer eigentlichen Bedeutung kaum je eine zutreffende Meinung gebildet haben. Besonders deutlich zeigt die Geschichte des Eisenbahnbaues mit ihren schweren Enttäuschungen und Rückschlägen die Folgen des technischen Dilettantismus unserer Politiker.

Daran tragen auch wir Techniker einen wesentlichen Anteil der Schuld: Wir unterliessen es, unsere Werke in den grösseren Rahmen der wirtschaftlichen und politischen Gegebenheiten einzuordnen und uns um eine sinngemässe Verwendung technischer Hilfsmittel zu bemühen. Das Spezialistentum nahm gerade in unseren Fachgebieten überhand, und die wenigen Männer, die seine Gefahren erkannten und davor warnten, fanden bei dem betäubenden Lärm um den technischen Erfolg kein Gehör. Wir haben uns hier über diese Fragen eingehend geäussert⁵⁾ und möchten zur Bekräftigung nur die Worte anführen, mit denen G. Guggenbühl in seiner «Geschichte der Schweizerischen Eidgenossenschaft», 2. Bd., S. 659, die Zeit vor dem zweiten Weltkrieg kennzeichnet: «Die Züchtung geistiger Mittelmässigkeit, das Ueberwuchern eigensüchtigen wirtschaftlichen Zweckdenkens, eine durch immer zahlreicher auftretende Parteien (Fronten) gekennzeichnete Zersplitterung der im Staate wirksamen Kräfte, viel politische Verfahrenheit, die man durch den Klassenkampf noch ständig förderte, sowie wenig Besinnung auf grundsätzliche Fragen und bleibende Werte: das alles war es, was besorgte Eidgenossen, die ohne Rücksicht auf sich selber etwa ein offenes Wort wagten, schon lange mahnd und warnend verurteilten.» Die Schweiz bedurfte einer geistigen und besonders auch seelischen Auffrischung.

Die ersten Prüfungen des zweiten Weltkrieges haben eine solche Auffrischung gebracht. Ob sie genügt und anhält, wird die Generation nach uns dereinst feststellen. Uns scheint die Not noch nicht behoben. Vielmehr halten wir die geistige Zersplitterung in Berufs- und Interessengruppen, die infolge der systematischen Rationalisierung unserer Arbeitsleistungen immer noch grösser wird und von der auch die freien akademischen Berufe nicht verschont geblieben sind, als die ernsteste innere Bedrohung unseres Staatswesens. Generelle Massnahmen werden kaum wesentliches ausrichten. Vielmehr wird sie nur durch eine von Grund auf neue Besinnung des verantwortungsbewussten Bürgers auf die wahren konstruktiven Kräfte gebannt werden können, die uns aus dem Evangelium Jesu Christi zuströmen.

*

Ueberblickt man die gewaltigen Veränderungen aller Lebensäusserungen und die reiche Fülle von Geschehnissen in- und ausserhalb unserer Grenzen, die das erste Jahrhundert unseres Bundesstaates ausgefüllt und Volk und Regierung in Atem gehalten haben, so kann man sich eines Gefühls stauender Bewunderung nicht erwehren: Bei aller Enge und Einseitigkeit des Erkennens, aller Sturheit des Wollens, Gleichgültigkeit gegenüber dem Ganzen, Schwäche und Eigensinn im Einzelnen hat das kleine Boot unseres Staates heil die Stürme einer unerhört bewegten Zeit überstanden, während von den mächtigen, festgefügtten Grosstaaten, die so sehr glaubten, uns bevormunden zu müssen und die über ungeheure Machtreserven verfügten, kaum einer nach Form, Umfang und aussenpolitischem Gewicht erhalten geblieben ist. Es ist das selbe Wunder, das die ganze Schweizergeschichte von ihren ersten Anfängen an umgeben hat und immer wieder zum Guten wandte, was wir schwache Menschen verkehrt gemacht

hatten. Wir wissen nicht, warum das so ist, warum an diesem Ort ein kleines Volk eine so eigenartige politische Haltung einzunehmen und einen so aussergewöhnlichen Auftrag im Rahmen der übrigen Völker zu erfüllen berufen ist. Nur eines wissen wir: Solange die Anfangsworte unserer Bundesverfassung nicht nur eine leere Formel bedeuten, sondern die heilige Ueberzeugung eines gottesfürchtigen und treuen Volkes ausdrücken, wird es uns vergönnt sein, weiterhin zu bestehen und unsere Mission erfüllen zu dürfen.

Weitgespannte Hallen aus Stahl

DK 624.94 : 725.39

Von Ing. CURT F. KOLLBRUNNER, Dr. sc. techn.,
Direktor der A.-G. Conrad Zschokke, Stahlbau, Döttingen

d. Montage

(Schluss von Seite 417)

Die heutige Entwicklung der Montage von grösseren Stahlkonstruktionen verfolgt das Ziel, die Leistung zu steigern und menschliche Arbeitskraft zu sparen, d. h. möglichst grosszügig maschinell angetriebene Geräte zu verwenden. In Cointrin wurden zwei Portalkrane mit je 35 t Traglast und zwei Derricks mit 10 bzw. 15 t maximaler Traglast verwendet (Bild 10). Bei Montagebeginn war der Eisenbetonboden, der für maximale Einzellasten von 40 t berechnet ist, fertig erstellt. Ebenso waren die beiden Eisenbetonpfeiler für den Hauptträger schon betoniert. Dies wurde gefordert zur genauen Festlegung der Hauptträgeraxe, wie auch zum Ausgleich von allfälligen Distanzdifferenzen zwischen Tiefbau und Stahlbau.

Die eigentliche Montage der Stahlkonstruktion ging ohne nennenswerte Schwierigkeiten von sich. Dank der guten Hebezeuge mit grosser Tragkraft war es möglich, bis zu 70 t schwere zusammengenietete oder geschraubte Stücke hochzuziehen. Dies bot den Vorteil, dass Nietarbeiten, Verschraubungen und Gerüstungen auf den grossen Höhen auf ein Minimum reduziert werden konnten, was auf die Unfallgefahr einen erheblichen Einfluss hatte.

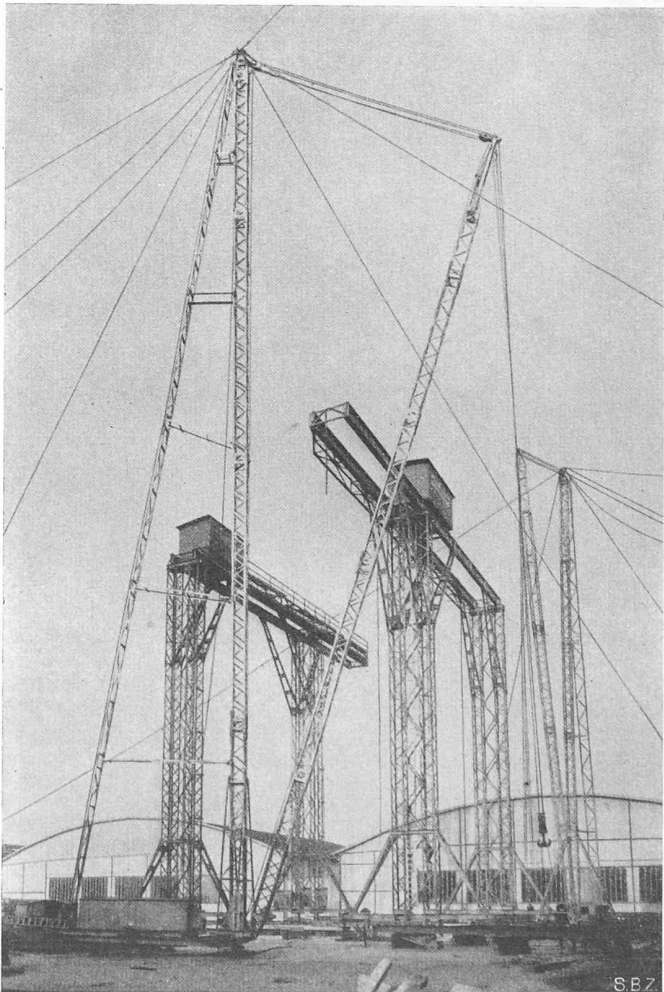


Bild 10. Montage-Installation für den Bau der Flugzeughallen in Genf-Cointrin: zwei Portalkrane und zwei Derricks. 3. 10. 1947

⁵⁾ Nr. 13 lfd. Jgs.

Bild 11 zeigt den ersten Hauptträgerteil von rd. 45 m Länge bereit zum Hochziehen durch die zwei Portalkrane. Nach Abstützung dieses ersten Hauptträgerteils auf eine schlanke provisorische Hilfsstütze konnten mit einem Derrick drei Binder und die dazu gehörigen Pfetten und Windverbandstäbe eingebaut werden, wobei das Hauptträgerausenlager und die Binderlager sofort untergossen wurden (Bild 12). Bei der zeitweise sehr heftigen Bise mussten die Montagearbeiten vorübergehend unterbrochen und der Hauptträger zusätzlich an den Portalkranen aufgehängt werden.

Nach Montage des dritten Binders wurde ein zweiter Hauptträgerteil hochgezogen und der ganze Hauptträger auf einen Turm mit hydraulischer Presse abgestellt. Ursprünglich war im Montageprogramm vorgesehen, diese beiden Hauptträgerteile mit einem Gewicht von 65 t zusammen hochzuziehen. Infolge Werkstattverzögerung, hervorgerufen durch verspätete Ablieferung der Profile aus den Walzwerken, musste jedoch das Programm umgeändert und die oben erwähnte provisorische Hilfsstütze eingebaut werden. Gleichzeitig wurde mit den Zimmermannsarbeiten begonnen. Nach Einbetonierung der Mittelstütze (Bild 13) wurde das symmetrische mittlere Hauptträgerstück von rd. 60 t hochgezogen, auf die Mittelstütze abgestellt und mit dem schon montierten Hauptträgerteil vernietet.

Anschliessend an die Montage der Binder wurden die Torträger mit dem ausserhalb der Halle stehenden Derrick montiert (Bild 14). Bild 15 zeigt die provisorisch abgestützte, noch nicht ausbetonierte Mittelstütze mit dem Hauptträgerlager und einige Binderkragarme, die den Torträger halten. Aus Bild 16 ersieht man die leicht wirkende, formschöne Stahlkonstruktion des Hangars (Bilder 15 bis 18 s. Tafel 21 u. 22).

Der Hauptträger der *Werfthalle* wurde in zwei Stücken montiert (Bild 17), wobei die provisorische Hilfsstütze mit dem ersten Hauptträgerteil zusammen aufgezogen wurde. Bild 18 zeigt die Stahlkonstruktion der Werfthalle und den eingedeckten Hangar während der Montage der Schiebetore.

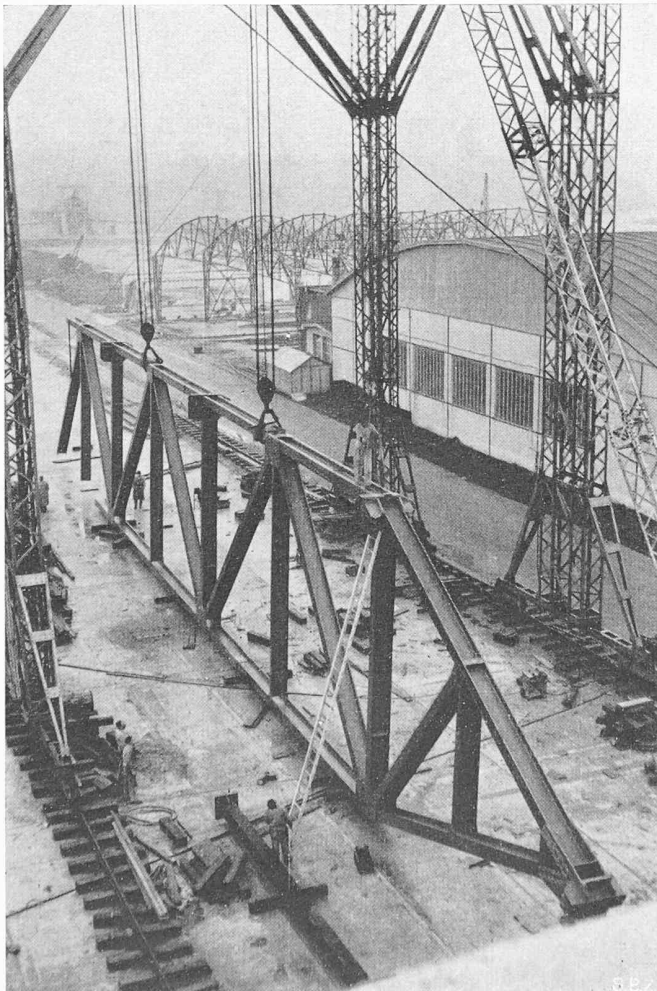


Bild 11. Erster Hauptträgerteil von rd. 45 m Länge bereit zum Hochziehen

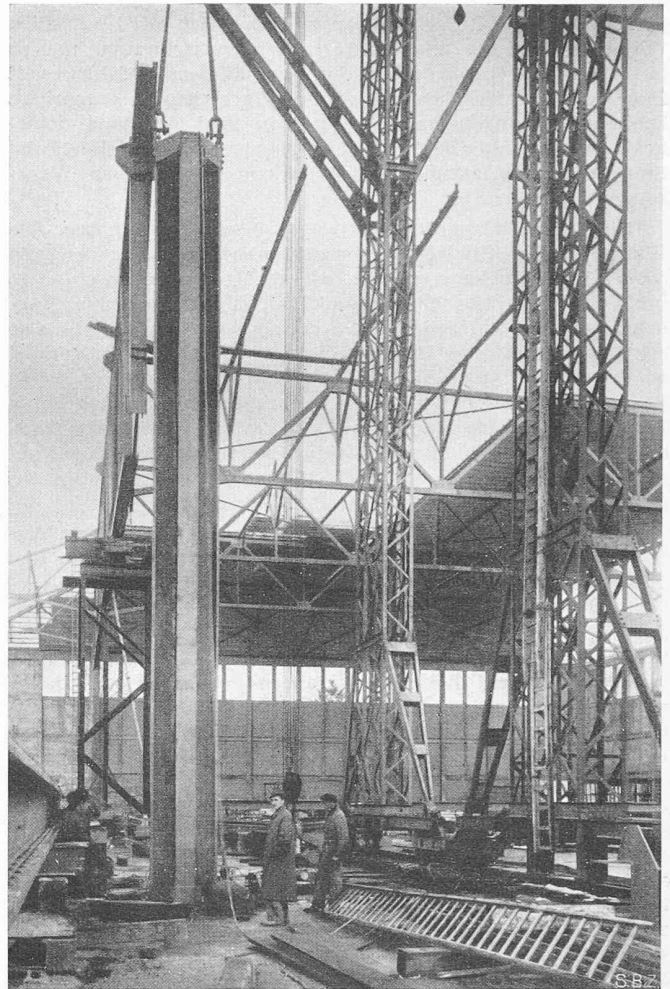


Bild 13. Mittelstütze des Hangars am 4. 12. 1947

e. Beleuchtungsintensitäten der Werfthalle

Oft ist es heute noch üblich, die Anordnung und Grösse der Lichtöffnungen weitgespannter Hallen mehr oder weniger gefühlsmässig oder nach Erfahrungen an ausgeführten Beispielen zu bestimmen, wobei entweder mit zu grossen Wärmeverlusten und Kosten infolge zu grosser Lichtöffnungen, oder mit zu geringer Tagesbeleuchtung zu Gunsten von Wärme- und Kostenersparnissen gerechnet werden muss⁹⁾. Heute sollte man bei so wichtigen Bauten stets von der Möglichkeit Gebrauch machen, sich durch *Vorausbestimmung* der an den Arbeitsplätzen zu erwartenden Tagesbeleuchtung gegen später auftretende Mängel zu sichern und den Mittelweg zwischen guter Tagesbeleuchtung und ökonomischer Heizung zu finden.

In Bild 19 sind die Tageslichtquotienten einschliesslich aller Abzüge für die Werfthalle nach Arch. E. Wuhrmann für eine 1 m über dem Boden liegende horizontale Ebene eingetragen. Die Lichtverluste betragen dabei nach Arch. E. Wuhrmann: für Sprossen 15 %, für Rohglas 10 %, für Drahtglas 35 %, für Staub auf den Gläsern 10 %.

Nach den Bestimmungen der Internat. Beleuchtungskommission, der auch die Schweiz. Beleuchtungskommission angeschlossen ist, gelten als minimale Tageslichtquotienten für feine Arbeit 3 ‰, für sehr feine Arbeit 6 ‰. Diesen Werten entsprechen bei einer Himmelslichtintensität von 3000 Lux (gleichmässig bedeckter Himmel im Dezembermittel um 9 Uhr und 15 Uhr) für feine Arbeit 90 Lux, für sehr feine Arbeit 180 Lux. Ausgeführt wurde die in Bild 19 f angegebene Verglasung mit den Fenstern A und C und dem Oberlicht B. Dadurch wird die ganze Halle gleichmässig beleuchtet.

Werfthalle des Flugplatzes Zürich-Kloten

DK 725.39(494.34)

Für die Ueberdachung der Werfthalle Kloten wurde das Projekt der A.-G. Conrad Zschokke, bei dem W. Stücheli als

⁹⁾ E. Wuhrmann: Vorausbestimmung der Tagesbeleuchtung in Industriebauten. SBZ 1945, Bd. 125, Nr. 9, S. 101*.

Architekt mitwirkte, in den ersten Rang klassiert¹⁰⁾. Gleichzeitig wurde die A.-G. Conrad Zschokke, Döttingen, in Arbeitsgemeinschaft mit der Firma Geilinger & Co., Winterthur, mit der Herstellung der Stahlkonstruktion beauftragt. Die Halle hat eine Länge von 150 m mit einer Mittelstütze unter dem Hauptträger und eine Breite von 37,5 m. Der Wettbewerb bezog sich nur auf die Dachkonstruktion einschliesslich Dachhaut und Verglasung der Stirnflächen. Ge-

¹⁰⁾ Wettbewerb für die Ueberdachung einer Werfthalle auf dem Flughafen Zürich-Kloten. SBZ 1947, Nr. 51, S. 704*.

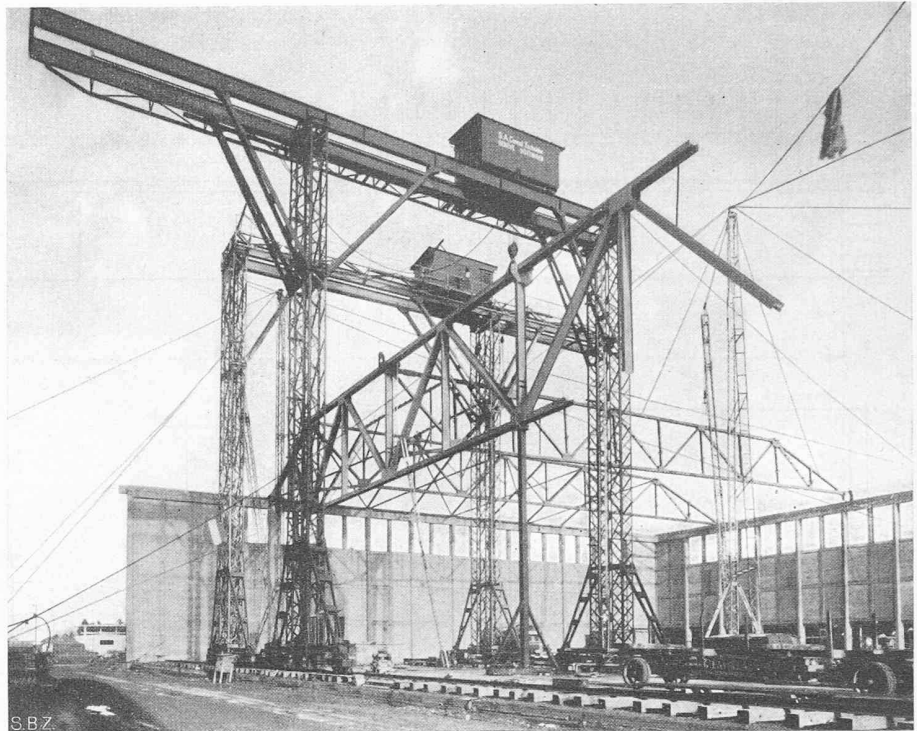
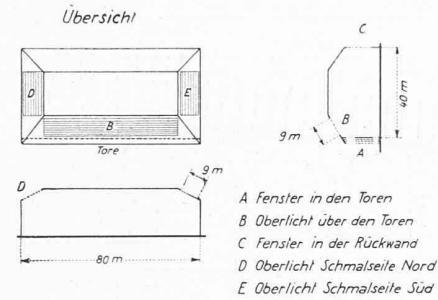
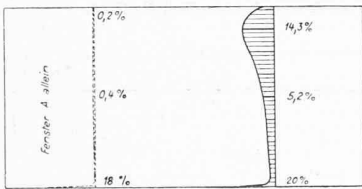
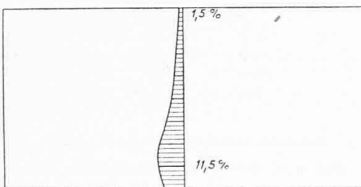


Bild 12. Montage des Hangars auf dem Flugplatz Genf-Cointrin, 3. 11. 1947

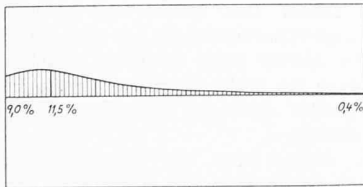
a) Fenster in Rückwand C und Toren A



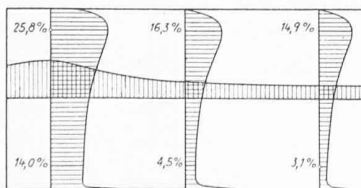
b) Oberlicht B



c) Oberlicht D (E symmetrisch)

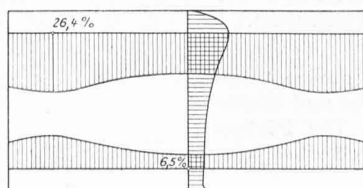


d) Fenster A und C plus Oberlicht D



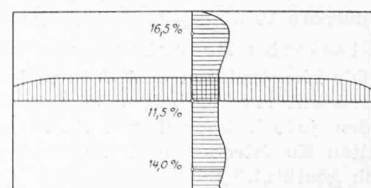
Sehr ungleichmässige Beleuchtung
 I.Q. max = 25,8% , I.Q. min = 3,1%

e) Fenster A und C plus Oberlichter D und E



I.Q. max = 26,4% , I.Q. min = 6,5%

f) Fenster A und C plus Oberlicht B



Ganze Halle gleichmässig beleuchtet
 I.Q. max = 16,5% , I.Q. min = 11,5%

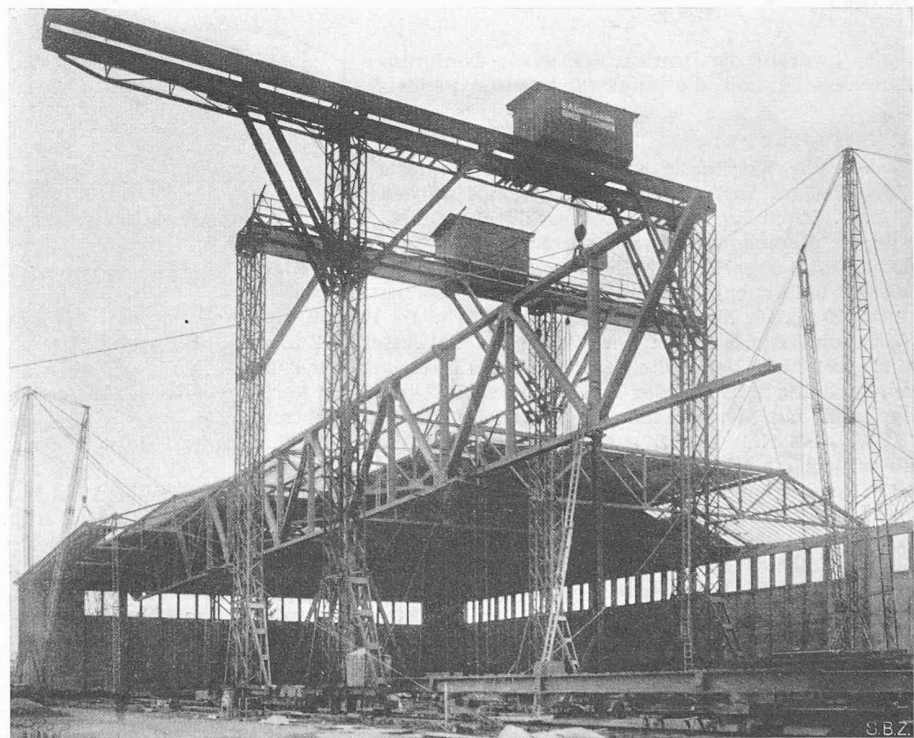


Bild 14. Stand der Hangar-Montage am 6. 1. 1948

Photos Jullien, Genf

Bild 19. Werfthalle Cointrin. Uebersicht und Beleuchtungs-Kombinationen a bis f. Tageslichtquotienten berechnet nach E. Wuhrmann

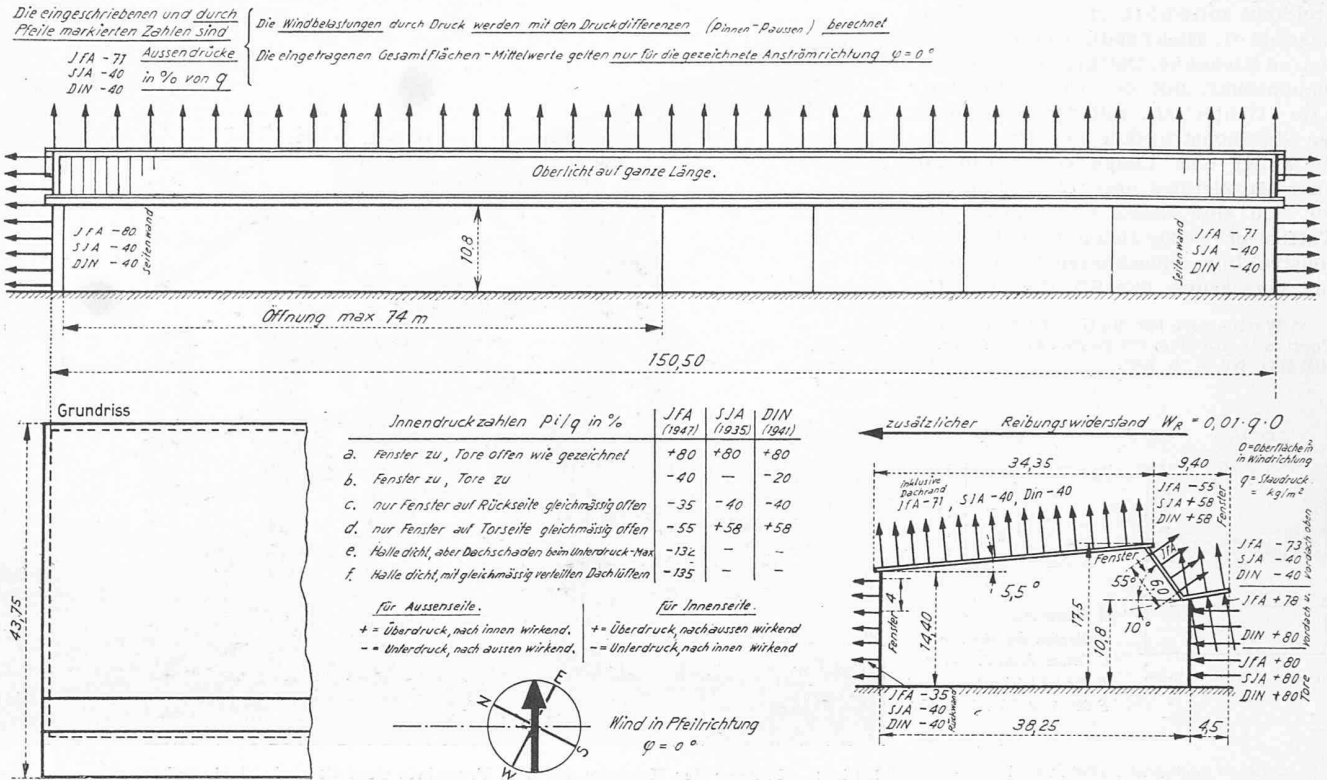


Bild 20. Werfthalle Zürich-Kloten, Masstab 1 : 900. Flächenmittelwerte der Druckziffern p/q in % nach den Versuchen des Institutes für Aerodynamik an der E. T. H.

geben waren die beiden massiven, armierten Seitenwände und die Rückwand, alles Pendelwände.

a. Belastungen

Für die Werfthalle Kloten wurden ebenfalls Versuche am Institut für Aerodynamik an der E. T. H. durch Prof. Dr. J. Ackeret durchgeführt. Für die Berechnung wurde ein Staudruck von 85 kg/m^2 eingeführt. Hier konnte ein masstabrichtiges Modell untersucht werden, so dass die Korrekturen meist unter 10 %, im Maximum bei 17 % liegen. In Bild 20 sind Form und Dimensionen der Werfthalle dargestellt. Zudem sind auch hier wieder die Gesamtflächenmittelwerte der Ausen- und Innendrucke der Resultate des Institutes für Aerodynamik mit dem Index «J. f. A.» für die Windrichtung WSW \rightarrow ENE ($\varphi = 0^\circ$) eingetragen. Zum Vergleich sind ausserdem die Werte der S. I. A.-Normen und diejenigen der DIN-Normen angegeben. Man ersieht daraus, dass die auf den Messungen des Institutes für Aerodynamik beruhenden Werte teilweise bedeutend höher sind. Am auffallendsten ist der Unterschied beim Aussendruck am Oberlicht über den Toren. DIN und S. I. A. geben + 58 % nach innen wirkend, d. h. 58 % des Staudruckes als Druck, die Messungen des Institutes für Aerodynamik dagegen - 55 % nach aussen wirkend, d. h. 55 % des Staudruckes als Sog, an.

b. Die Wahl des Tragsystems

erfolgte auch hier analog wie für Cointrin, d. h. mit der Grenzspannweitenformel von F. Stüssi. Die wirtschaftlichste Lösung ergab sich auch hier durch Zurückversetzen des Hauptträgers. Die Konstruktion hat geneigt angeordnete Fensterflächen und ein 5 m breites Vordach, wodurch die Belichtung im Halleninnern und der Schutz der Tore, besonders im Winter, erheblich verbessert werden (einige Projektbilder sind aus der in Fussnote 10 angegebenen Veröffentlichung ersichtlich).

c. Statische Berechnung

Die Konstruktion besitzt in vielen Punkten grosse Aehnlichkeit mit den Flughallen Cointrin. Hauptträger und Binder wurden jedoch überall mit St. 44 ausgeführt. Die Pfetten erhalten Kopfstreben und die Binder sind durch diese elastisch gestützt.

d. Besonderheiten bei der Werfthalle Kloten

In Cointrin liegen die Auflager der Träger und des Windverbandes in der selben Höhe (Bild 21). Windverband und

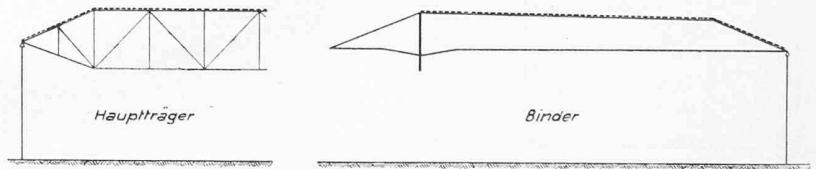


Bild 21. Auflagerung der Träger und des Windverbandes, Hangar Cointrin



Bild 22. Auflagerung der Träger und des Windverbandes, Werfthalle Kloten

Träger sind beide am Stützenkopf gelagert und erhalten somit am Auflagerpunkt die selben Verschiebungen. In Kloten werden jedoch Windverband und Träger in verschiedenen Höhen gelagert (Bild 22). Bei Ausbildung von Seitenwand und Hauptträgerpfeiler in einem Teil erlitt der Kragarm zwischen Hauptträgerlager und Windverbandlager eine Durchbiegung von 5,5 cm. Da die Mauer aber nicht so elastisch ausgebildet werden kann, dass sie nicht bricht, mussten Seitenwand und Hauptträgerpfeiler getrennt werden, um frei gegeneinander spielen zu können.

Aehnliche Verhältnisse zeigen sich bei der Rückwand Windverband und Dachgespärre durften mit der Mauer nicht

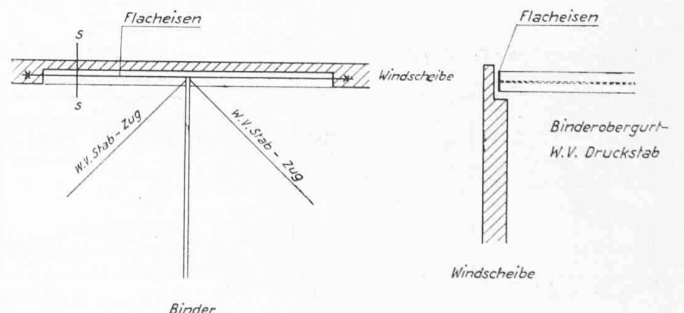


Bild 23. Werfthalle Kloten, Windverband-Auflagerung auf der Rückseite

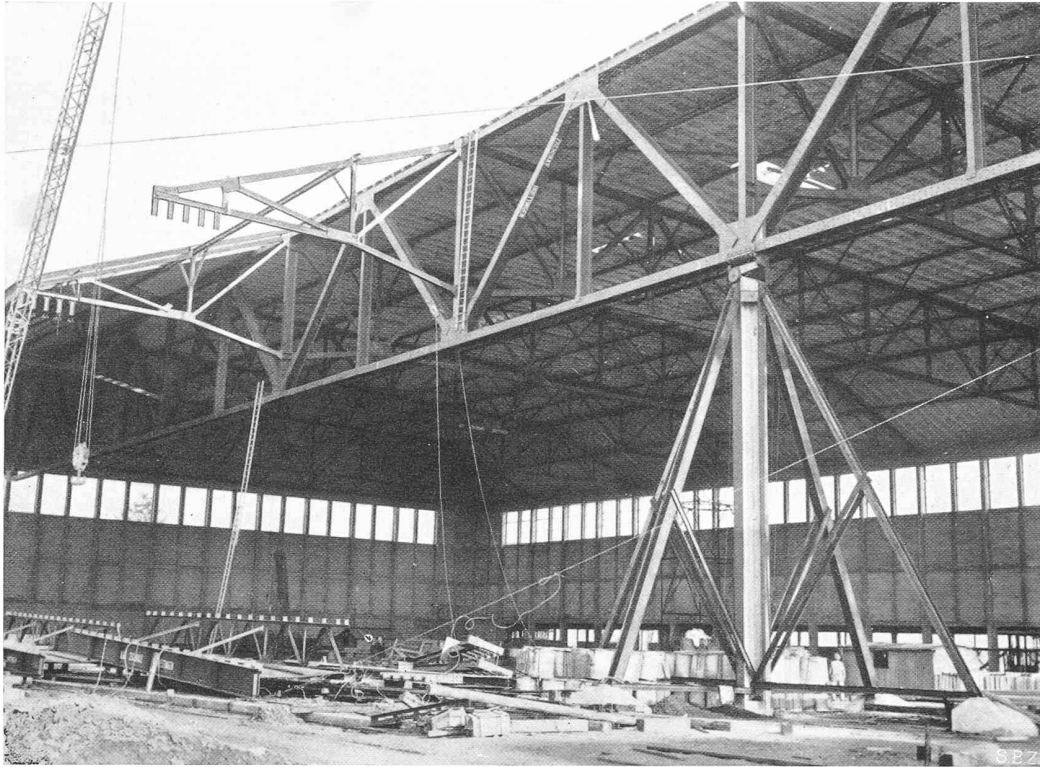


Bild 15. Hauptträger mit provisorisch abgestützter Mittelstütze, Binderkrägarne



Bild 16. Blick in die Halle von 170 × 62 m Grundfläche. Dacheindeckung teilweise fertig

Hangar des Flugplatzes Genf-Cointrin

Eisenkonstruktion der A.-G. CONRAD ZSCHOKKE, Döttingen

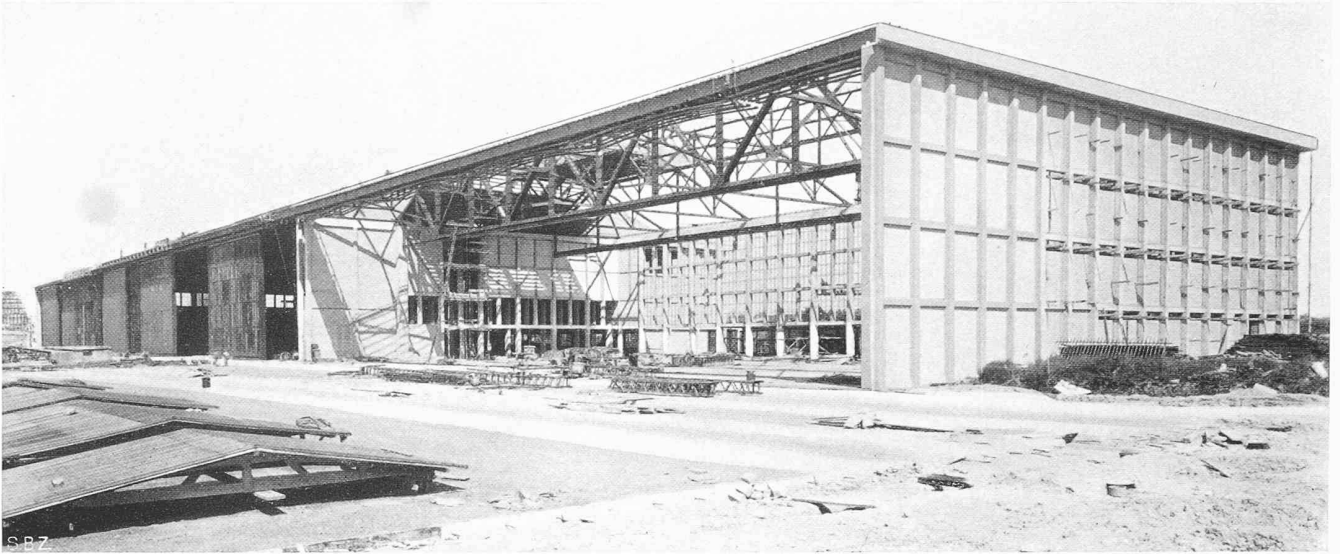


Bild 18. Ansicht beider Hallen aus Westen. Montage der Tore beim Hangar (links) und der Torführungen bei der Werfthalle (Vordergrund)

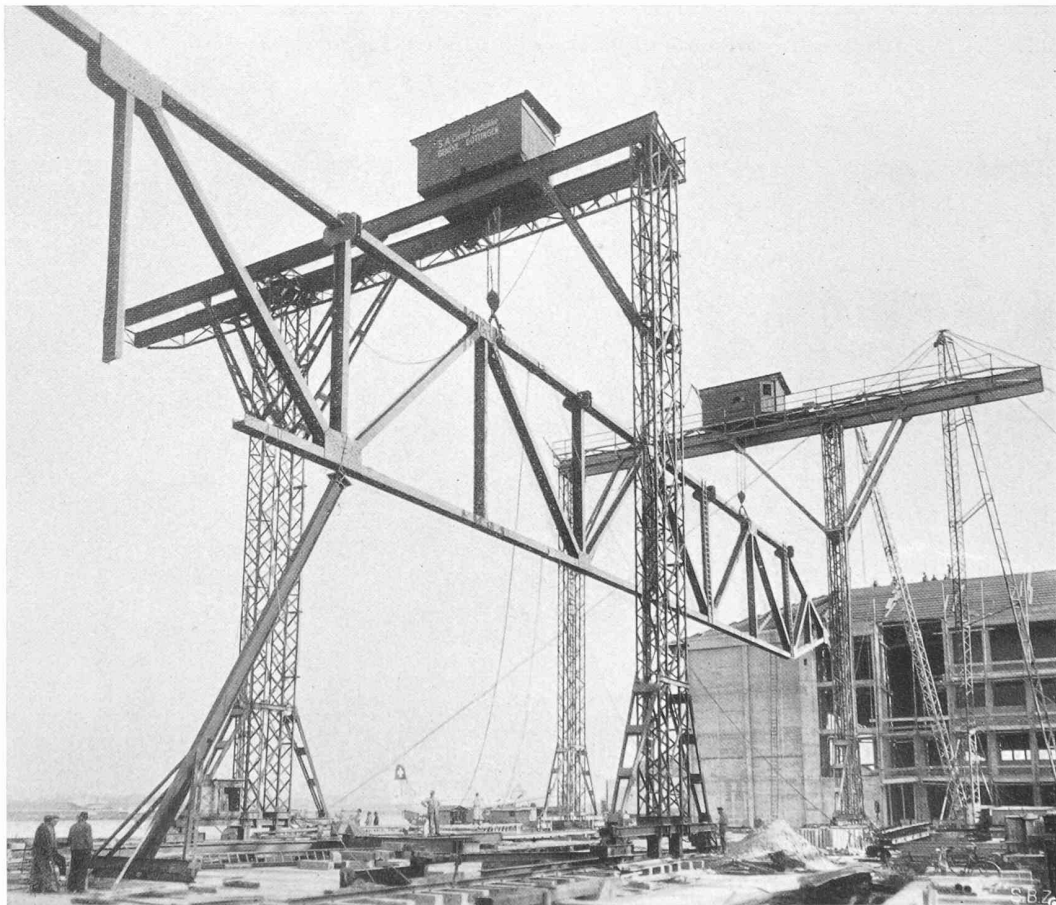


Bild 17. Teilstück des Hauptträgers der Werfthalle während des Hochziehens. Rechts der Hangar

Hallenbauten auf dem Flugplatz Genf-Cointrin

Eisenkonstruktion der A.-G. CONRAD ZSCHOKKE, Döttingen

starr verbunden werden. Das Dachgespärre wurde auf einen 70 cm hohen Pendel aufgelagert und kann so horizontal freispielen. Bild 23 zeigt das Windverbandlager bei der hinteren Windscheibe.

Die gesamte Stahlkonstruktion des Daches der Werft Kloten hat ein Gewicht von 50 kg/m² überdeckter Fläche.

Strömungen durch Schaufelgitter

DK 621-135

Von Ing. K. H. GROSSMANN, Arbon

Nachfolgend ist von Untersuchungen von P. de Haller und W. Traupel die Rede, denen die gegenwärtige Entwicklung der Gasturbine erhöhte Wichtigkeit verleiht.

P. de Haller hat vor längerer Zeit im Institut für Aerodynamik der E. T. H. die Vorarbeiten des elektrolytischen Tanks zur Untersuchung von Potentialströmungen durch ein (gerades, feststehendes) Schaufelgitter durchgeführt und die beiden möglichen Verfahren unlängst bekannt gegeben¹⁾. Man kann die elektrischen Potentiallinien entweder den hydrodynamischen Stromlinien oder den hydrodynamischen Potentiallinien entsprechen lassen. Auf die erste Art gelingt die mühsame elektrische Nachbildung jeder wirklichen, mit Zirkulation um die Schaufel verbundenen Potentialströmung, auf die zweite Art die ungleich bequemere Abbildung naturfremder Schaufelströmungen ohne Zirkulation. Gerade eine solche theoretische Strömung im elektrolytischen Tank zu erforschen, ist, wie de Haller hervorhebt, praktisch. In einer hervorragenden Arbeit²⁾ hat W. Traupel nämlich gezeigt, dass es genügt, eine einzige Potentialströmung durch ein gegebenes Gitter zu kennen, um daraus die Strömung bei jedem andern Anströmwinkel berechnen zu können. Die bekannte Strömung braucht nicht physikalisch möglich zu sein. Mit dem elektrisch erworbenen Bild einer wenn auch unwirklichen Strömung ausgerüstet, verschafft man sich nach Traupels Vorgang das Bild der interessierenden wirklichen Strömung.

1. Von einem geraden Schaufelgitter werde ein *m* mal grösseres Abbild angefertigt. Die Gitterabmessungen seien in der Längeneinheit *L*, die Modelldimensionen in der Einheit *L** = *mL* gemessen, sodass entsprechende Strecken gleiche Masszahlen erhalten. So sei *t* zugleich die Masszahl der in der Einheit *L* gemessenen Gitterteilung, wie auch jene der Modellteilung, gemessen in *L**.

Das Modell jeder Schaufel sei ein zylindrischer Isolator vom Schaufelprofil; eine Reihe solcher Isolatoren wird in eine elektrolytische Schicht von der Dicke *h* (*L**) und dem spezifischen Widerstand ρ (ΩL^*) gestellt, senkrecht zur Pfeilrichtung *n*, Bild 1. Genügend weit ober- und unterhalb des Isolatorengitters ist der Elektrolyt durch zwei gleichfalls zu *n* senkrechte Leiter I, II abgeschlossen. Setzt man sie unter Spannung, so stellt sich zwischen ihnen eine ebene elektrische Strömung im Elektrolyten ein. Die Stromlinien treten senkrecht aus dem Leiter I aus, schlüpfen zwischen den Isolatoren durch und münden senkrecht in den Leiter II. Eine Ausnahme machen jene Stromlinien, die je einen Isolator in einem Punkt *a* treffen, sich dort in zwei dessen Umriss entlang laufende Aeste verzweigen und im Vereinigungspunkt *b* der beiden Aeste das Schaufelprofil wieder verlassen. In Bild 1 sind allein diese besonderen Stromlinien, und zwar jede doppelt, eingezeichnet. Seitlich denken man sich den Elektrolyten durch zwei stromlinienförmig gedachte, stückweise gerade ausgeführte Isolatoren begrenzt. Diese Stilisierung der Stromlinienform wird das Feld in genügendem Abstand von der Berandung nicht merklich stören.

Da die Zirkulation der elektrischen Feldstärke um jede geschlossene, beliebig im Elektrolyten verlaufende Kurve verschwindet, ist nach angelegter Spannung das elektrische Potential Φ (Volt) im ganzen Elektrolyten eindeutig bestimmt und mittels Sonde, Wheatstone'scher Brücke und Nullspannungszeiger ausmessbar.

Längs der Leiter I und II hat die Feldstärke den merklich konstanten Wert

$$(1) \quad \frac{\partial \Phi}{\partial n^*} = \frac{\rho I}{h t}$$

¹⁾ Im «Bulletin Technique de la Suisse Romande» 1947, No. 3, inzwischen auch in der «Technischen Rundschau Sulzer» 1947, Nrn. 3/4.

²⁾ Vortrag am VI. Internationalen Kongress für angewandte Mechanik, Paris 1946. — In das Manuskript der demnächst in der «Technischen Rundschau Sulzer» erscheinenden Arbeit hat mir Dr. Traupel freundlicherweise Einsicht gewährt.

Hierin ist *I* die auf die Modellteilung entfallende Stromstärke (Amp.). Das Zeichen * erinnert daran, dass bei der Ableitung der Feldstärke aus Φ die Modelleinheit *L** zu benutzen ist.

2. Eine sich den Schaufeln anschmiegende, als inkompressibel, quellen- und wirbelfrei angenommene Gasströmung vom Geschwindigkeitspotential φ (*L*²/s) durch das Gitter habe weit stromauf und -abwärts die Richtung *n*, so dass die Zirkulation um jede Schaufel Null ist. Die Geschwindigkeit sei dort *c* (*L*/s):

$$(2) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial n} = c$$

Bei der Ableitung der Geschwindigkeit aus φ ist die Längeneinheit *L* zu benutzen.

In ähnlichen Koordinatensystemen erhalten entsprechende Punkte im Strömungsfeld und im Tank die nämlichen Koordinaten *x*, *y*. Der Vergleich von (1) mit (2) und der übrigen Randbedingungen zeigt, dass $\varphi(x, y)$ den selben Bedingungen unterliegt wie $k\Phi(x, y)$, wobei

$$k = \frac{h t c}{\rho I}$$

Mithin gilt für entsprechende Punkte

$$\varphi = k \Phi$$

Die so gefundene Potentialverteilung φ gestattet, in der Gitterebene ein Strömungsnetz zu entwerfen. Da *c* längs der Leiter I und II konstant ist, kann jeder Stromlinie der zugehörige Wert der Stromfunktion ψ (*L*²/s) ohne weiteres beigeschrieben werden. Die Gitterebene als komplexe Zahlenebene aufgefasst, ist damit das komplexe Potential $W = \varphi + i\psi$ der in Bild 1 angedeuteten Strömung in jedem Punkt *z* des Strömungsfeldes ermittelt:

$$(3) \quad W = F(z)$$

3. Unsere Strömung ist physikalisch nicht realisierbar, da sie der Abflussbedingung nicht genügt, derzufolge der hintere Staupunkt *b* in die Schaufelspitze fallen muss. Das schadet nichts: Die von Traupel der erforschten partikulären Strömung zugewiesene Aufgabe ist einzig die, als Gerüst einer konformen Abbildung der unbegrenzt ausgehenden, durch die Schaufelprofile durchlöchernten, den Punkt ∞ nicht enthaltenden *z*-Ebene (Gebiet *G*) auf ein jetzt zu beschreibendes Gebiet *G** zu dienen.

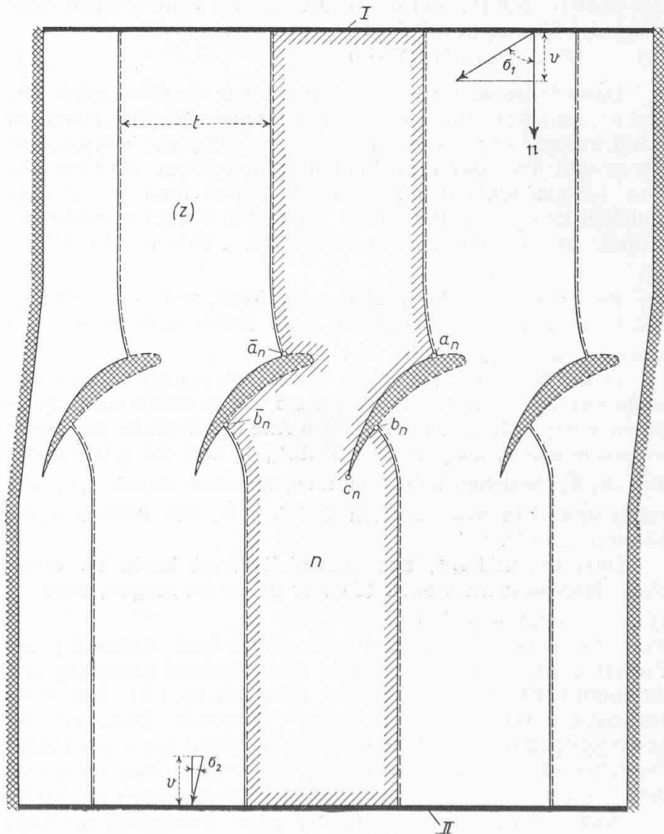


Bild 1