Leichtmetallkonstruktionen im Hochbau

Autor(en): **Stadelmann, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69 (1951)**

Heft 41

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-58935

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

69. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nummer 41

Leichtmetallkonstruktionen im Hochbau

Von Dipl. Ing. W. STADELMANN, St. Gallen

DK 624.9.014.9

Schluss von Seite 564

[Die in letzter Nummer gezeigte Arvida-Brücke wird ausführlich beschrieben in der «Schweiz. Techn. Zeitschrift» 1951, Nr. 38.]

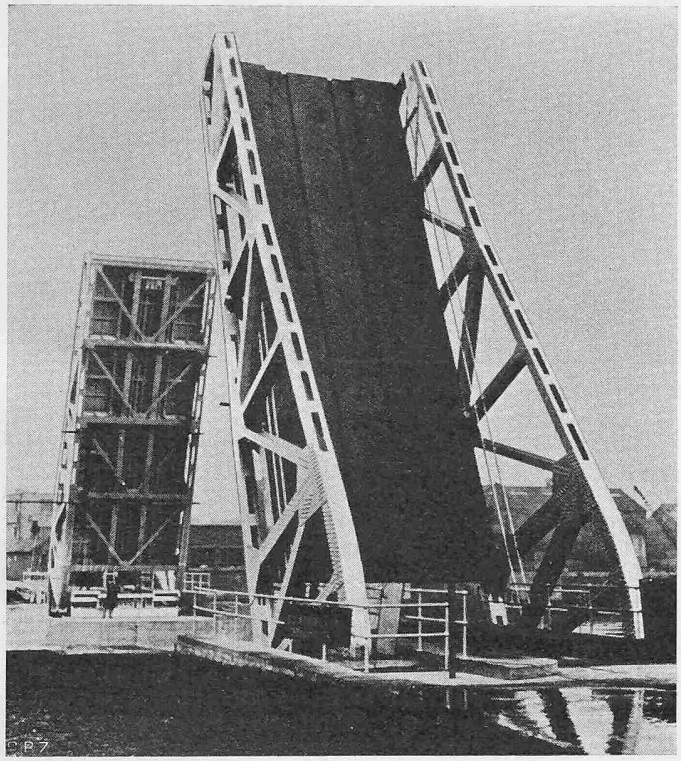


Bild 18. Klappbrücke in Leichtmetall im Hafen von Sunderland (England)

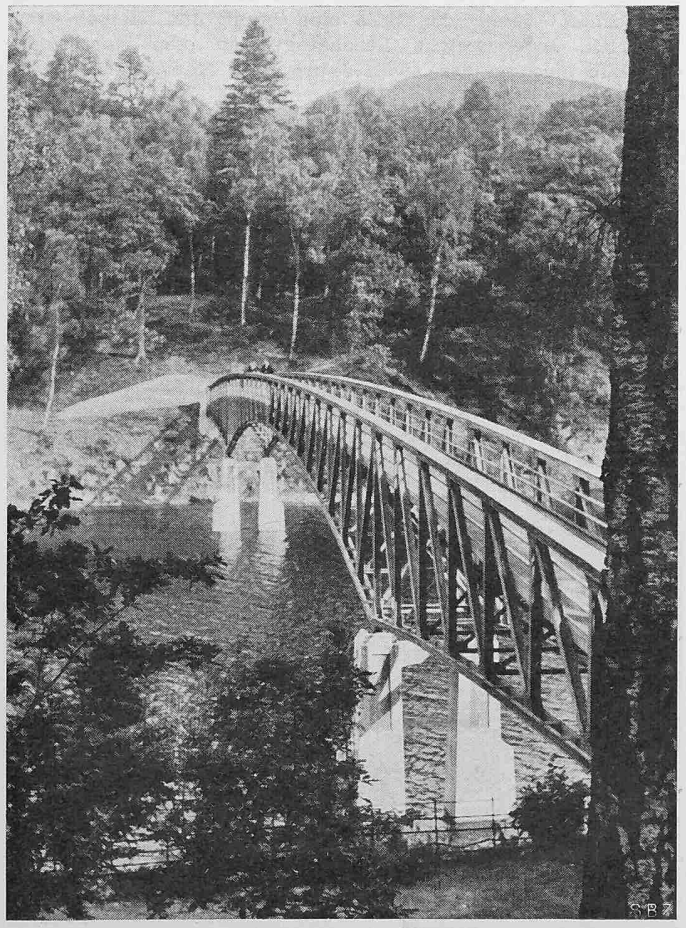


Bild 19. Fussgängerbrücke in Leichtmetall in Schottland

5. Weitere Brückenbauten

Im Hafen von Sunderland in England wurde im November 1948 die erste *Klappbrücke* in Leichtmetall dem Verkehr übergeben (Bild 18). Sie ist für einspurigen Strassen- und Bahnverkehr bestimmt und für eine Last von 70 t auf zwei Axen berechnet. Ihre Hauptdaten sind:

Spannweite	36,92 m
Lichte Durchfahrtweite	27,43 m
Breite der Fahrbahn	2,74 m
Breite der beidseitigen Gehstege	1,45 m
Totale Breite	5,64 m
Abstand der Hauptträger	5,95 m

Als Material wurde eine vergütbare Legierung von der Gattung Al-Cu-Mg (ähnlich unserem Avional) verwendet. Die Bleche sind mit Rein-Aluminium plattiert. Das Gewicht der Leichtmetall-Konstruktion beträgt 51,5 t. Gegenüber einer Ausführung in Stahl ergab sich eine Gewichtsersparnis von 40 %, was wirtschaftliche Vorteile in bezug auf die Lagerung, den Antrieb und die Fundamente brachte. Der Fahrbahnrost besteht aus Quer- und Längsträgern, die als Blechträger konstruiert sind. Die Fahrbahntafel ist ein Blech mit darüber ausgegossenem Asphalt. Die Fachwerk-Hauptträger weisen einen Obergurt aus zwei U-Profilen auf; die Streben und Pfosten sind gepresste I-Profile. Das grösste gepresste U-Profil ist 305 mm hoch, 102 mm breit und hat ein Gewicht von 19 kg/m.

Vor zwei Jahren wurde in Schottland eine Fussgängerbrücke vollständig in Aluminium-Konstruktion erstellt (Bild 19). Das Bauwerk stellt einen kontinuierlichen Fachwerkträger mit folgenden Daten dar:

Totale Länge	95,0 m
Seitenöffnungen	21,0 m
Mittelöffnungen	52,6 m
Breite	2,3 m
Belastung	410 kg/m²

Die Gurtungen bestehen aus zwei U-Profilen, während die Streben, die Pfosten und die Querträger Spezial-I-Profile sind. Die Querverbände werden durch U-Profile gebildet. Nach sehr eingehenden Versuchen wurde den Aluminium-Nieten der Vorzug gegeben. Der Brückenbelag besteht aus einem ausgesteiften Aluminiumblech, über dem ein Asphaltbelag liegt, der aussen 19 mm und in der Mitte 38 mm stark ist, so dass das nötige Gefälle entsteht.

Im Jahre 1946 bearbeitete Dipl. Ing. Dr. *O. H. Ammann* in New York das Projekt für eine Bogenbrücke in Leichtmetall von 185 m Spannweite über den Canimar-River in Kuba [1]). Der Vollwandbogen hat eine sehr schöne Form und wäre als blanke Aluminium-Konstruktion von guter ästhetischer Wirkung gewesen. Obwohl diese Ausführung teurer als Stahl zu stehen gekommen wäre, so schien doch für dieses Bauwerk Aluminium gerechtfertigt wegen der in jener Gegend herrschenden salzigen Atmosphäre und der Gewohnheit der Kubaner, den Unterhalt ihrer Brücken zu vernachlässigen. Leider hat die neue Regierung sich nicht dazu entschliessen können, die Brücke ausführen zu lassen.

6. Freiluft-Anlagen und Masten

Der Unterhalt von elektrischen Freiluft-Anlagen verursacht oft bedeutende Auslagen. In Industriegebieten, wo schweflige und korrosive Gase ihre zerstörende Wirkung ausüben, werden auch verzinkte Konstruktionen in wenigen Jahren angegriffen. In den meisten Fällen verursacht eine Renovation wegen dem damit verbundenen Betriebsunterbruch bedeutende Schwierigkeiten und Kosten. Das Industriegebiet von Pennsylvanien in den USA ist eine Gegend mit besonders feuchter Luft. Man entschloss sich daher, für die Erstellung einer ersten 15-kV-Anlage Leichtmetall zu verwenden. Als Legierung wählte man 61 ST 6 von der Gattung Al-Si-Mg, ähnlich unserem vergüteten Anticorodal. Neben dem Vorteil absoluter Korrosionsbeständigkeit ergaben sich wegen dem geringen Gewicht Ersparnisse bei der Montage. Die gesamte

[1]) SBZ 1948, Nr. 39, S. 535*, Tafel 25, Bild 2.

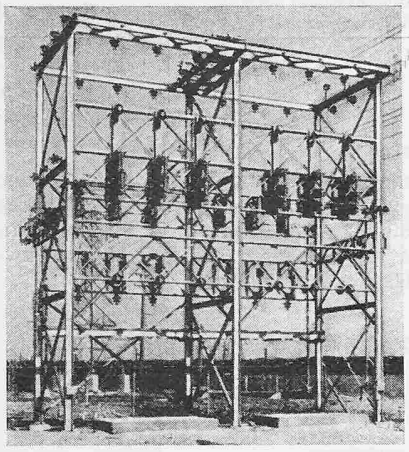


Bild 20. Elektrische Freiluft-Schaltanlage in Leichtmetall

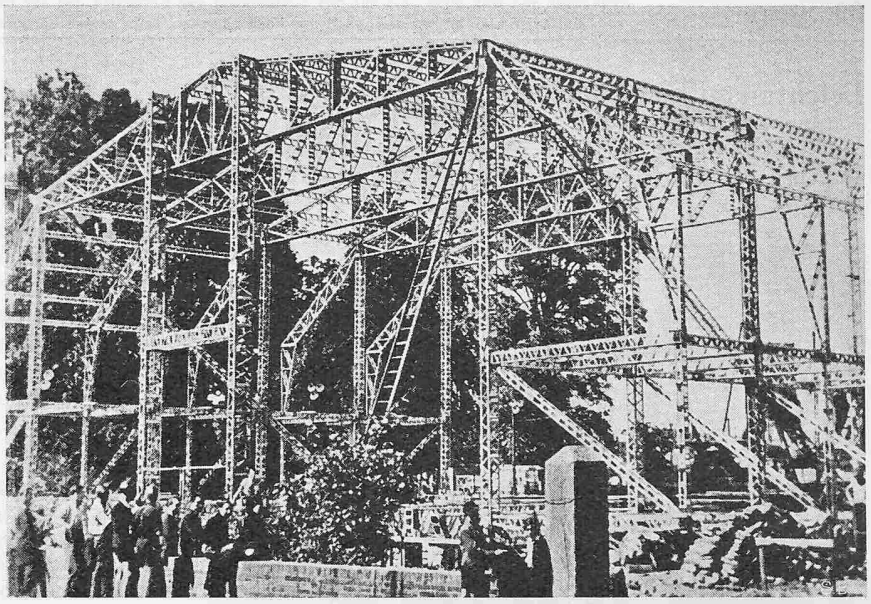


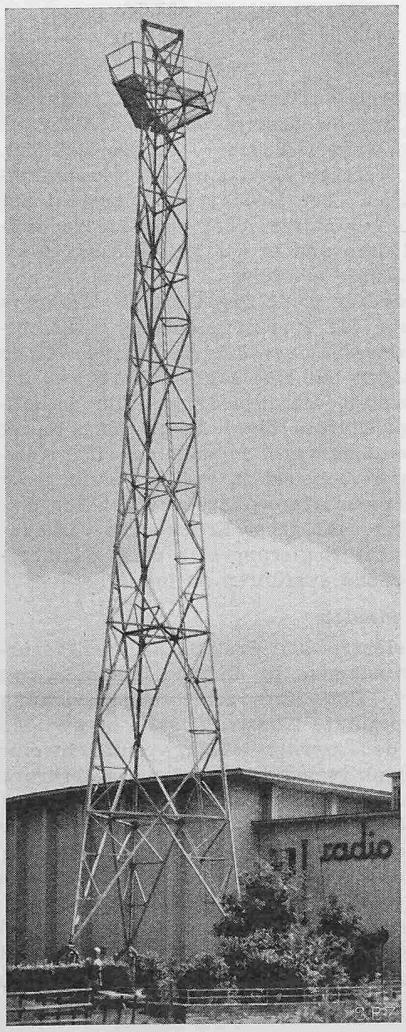
Bild 24. Demontierbare Theaterhalle in Duraluminium

vierfeldrige Anlage wurde durch acht Mann und einen Chef in acht Stunden fertig aufgestellt. Eine entsprechende Stahlkonstruktion hätte einen Arbeitsaufwand von acht bis zehn Tagen erfordert. Die sehr befriedigenden Ergebnisse veranlassten die massgebenden Instanzen, eine weitere Anlage für 7,5 kV mit drei Feldern ebenfalls in Leichtmetall ausführen zu lassen. Sie wurde in nur sechs Stunden fertig montiert.

Für die Schweizerische Landesausstellung, die 1939 in Zürich stattfand, wurde ein Antennenmast aus Anticorodal B erstellt, der nach Beendigung der Ausstellung nach dem Studio des Radio Zürich disloziert wurde (Bild 21). Der Mast hat eine Höhe von 45 m und wiegt total 1940 kg. Der Querschnitt ist dreieckförmig. Für die Verwendung von Leichtmetall waren folgende Gesichtspunkte massgebend:

a) Das geringe Gewicht verursacht kleine Transport- und Montagekosten, was im Hinblick auf das Zerlegen und den Wiederaufbau an anderer Stelle von Bedeutung war.

b) Aus den gleichen Gründen ergaben sich einfachere Fundamente sowie die Möglichkeit, den Turm auf einem Gebäude aufzustellen. Die Isolatoren, auf denen die Mastenfüsse lagern, konnten kleiner gehalten werden.



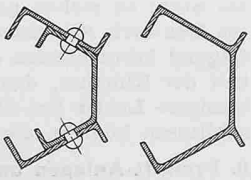


Bild 21 (links). 45 m hoher Antennenmast aus Anticorodal, Radio Zürich

Bild 22 (oben) Profile für den dreieckförmigen Antennenmast. Links zusammengesetztes Profil, rechts Pressprofil aus einem Querschnitt

Bild 23 (rechts) Zusammenbau des Antennenmastes in der Werkstatt

c) Die Korrosionsbeständigkeit des Anticorodals ersparte einen Anstrich sowie seine spätere Erneuerung.

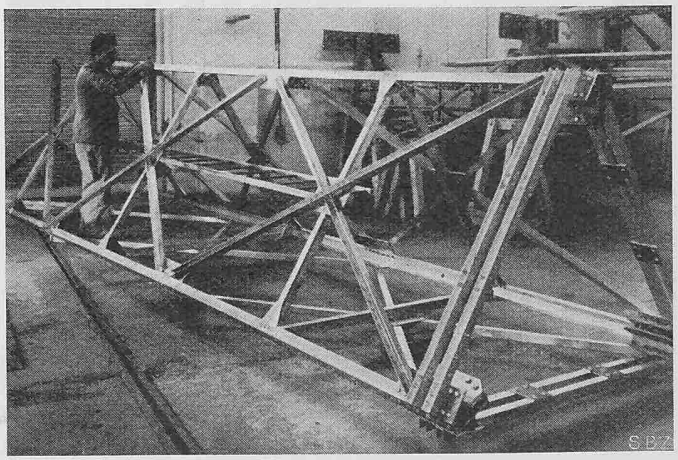
d) Aluminium ist nicht magnetisch, so dass der Mast frei von radiotechnischen Nachteilen ist.

Ein dreieckförmiger Winkelmast in Stahlkonstruktion kann wegen dem Fehlen der entsprechenden Profile für die Gurtungen nicht erstellt werden. In Anticorodal dagegen lassen sich beliebig geformte Pressprofile herstellen, die zudem vom Presswerk auf genaue Länge geschnitten angeliefert werden, so dass jeder Abfall wegfällt. Die Gurtungen wurden aus Einzelprofilen zusammengesetzt, um für das Knikken einen günstigeren Querschnitt zu erhalten (Bild 22). Da heute die Herstellung von Pressprofilen weiter fortgeschritten ist, könnte man das Gurtprofil aus einem Stück herstellen, wodurch Gewicht und Arbeitsaufwand eingespart werden könnten. Die Streben bestehen teils aus Winkeln, teils aus Z-Profilen. Sämtliche Teile sind blank und bleiben ohne Anstrich. Irgendwelche Beschädigungen oder Korrosionseinflüsse sind an der zwölf Jahre alten Konstruktion nicht zu erkennen.

7. Hochbauten

In Deutschland wurden im Jahre 1942 und 1947 zwei demontierbare Theaterhallen in hochwertigem Duraluminium erstellt. Durch die Verwendung von Leichtmetall war es möglich, Konstruktionen zu erhalten, die bei grosser Festigkeit rasch montiert und demontiert werden können (Bilder 24 und 25).

Das im Jahre 1927 in Cleveland (Ohio) erstellte Lokomotivdepot erforderte sehr grosse Unterhaltkosten, indem die Rauchgase, verbunden mit dem dort herrschenden feuchten Klima, die eisernen Fachwerkträger so stark korrodierten, dass die Querschnitte teils um 20 bis 50 % abgerostet waren. Die Tore dagegen, die in einer Aluminium-Legierung erstellt waren, zeigten nach 22-jährigem Gebrauch keinerlei



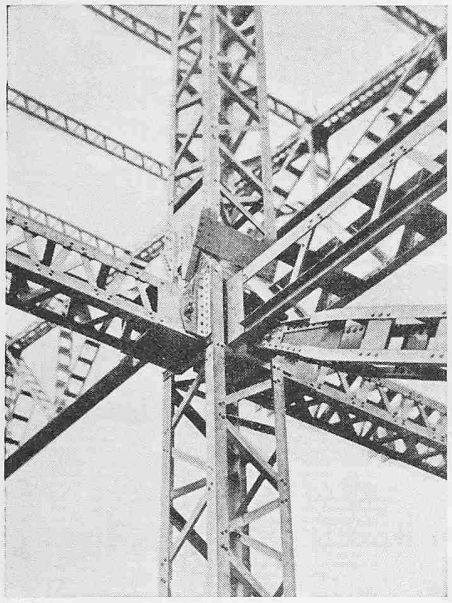


Bild 25. Knotenpunkt der Halle von Bild 24

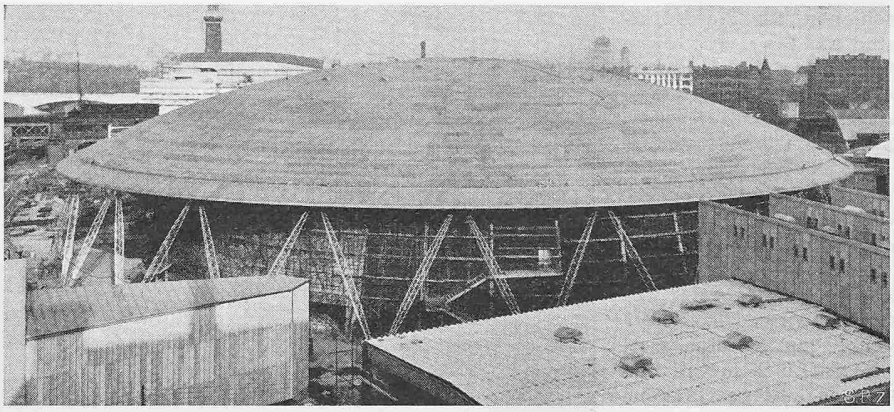


Bild 26. Selbsttragende Kuppel von 110 m Durchmesser des «Dome of Discovery» auf dem Ausstellungsgelände des Festival of Britain

Schäden. Auf Grund dieser Erfahrungen wurde der im Jahre 1948 unumgänglich gewordene Neubau in einer Leichtmetall-Konstruktion erstellt, wobei eine Legierung ähnlich dem voll vergüteten Anticorodal Verwendung fand. Die höheren Gestehungskosten hofft man durch kleineren Unterhalt und grössere Lebensdauer auszugleichen.

Das grösste bis heute in Leichtmetall ausgeführte Bauwerk ist die selbsttragende Kuppel von 110 m Durchmesser für den «Dome of Discovery» des «Festival of Britain» in London (Bilder 26 bis 28). Für die Konstruktion der Bogenrippen, Pfetten und Sparren sowie für das Bedachungsblech und das Vordach wurden 232 t Leichtmetall benötigt. Die Form der verwendeten Pressprofile ist konsequent den statischen Bedürfnissen angepasst. Bild 28 zeigt die am meisten verwendeten Profilformen.

Die vollständig in Leichtmetall ausgeführte dreiteilige Flugzeughalle (Bild 30) auf dem Flughafen von London liefert den Beweis, dass es heute bei richtiger Ausnützung des Materials möglich ist, auch Hochbauten wirtschaftlich in Aluminium zu konstruieren. Jeder der drei einzelnen Hangars hat eine Grundfläche von 45,7 × 33,5 m und eine lichte Höhe von 9,1 m. Die sechs im Abstand von 6,1 m aufgestellten Fachwerkbinder sind in den Fundamenten gelenkig gelagert. Auch die Pfetten und die Fassaden sind in Leichtmetall ausgeführt. Die Dachabdeckung und die Verschalung der Wände und Giebel bestehen aus Aluminium-Wellblech, das mit einer Isolierplatte geschützt ist.

Eine interessante Konstruktion bilden die in Leichtmetall ausgeführten Schiebetore (Bild 29) der Flugzeughalle in Filton (Bristol). Die 320 m lange Südfront der dreischiffigen Halle wird durch drei Schiebetor-Paare von 19,8 m Höhe abgeschlossen. Das totale Gewicht der Hallenkonstruktion beträgt 200 t[2]).

8. Kran-Anlagen

Ein erprobtes Anwendungsgebiet für Leichtmetall ist der Kranbau. Auf diesem Gebiet kann die grosse Festigkeit bei kleinstem Konstruktions-Eigengewicht äusserst vorteilhaft ausgenützt werden. Die Gewichtverminderung ermöglicht die Verwendung von Antriebsmotoren kleinerer Leistung und damit eine Senkung der Kosten für den Stromverbrauch. Bei langen Kranbahnen werden Ersparnisse in den Kranbahnträgern, Stützen und Fundamenten erzielt. Soll die Tragkraft einer Krananlage nachträglich vergrössert werden, so kann man mit einer Leichtmetall-Konstruktion die kostspieligen und betriebstörenden Verstärkungen der Kranbahnträger, Stützen und Fundamente umgehen.

Der erste Kran in Leichtmetall wurde im Jahre 1930 in Amerika gebaut und war damals das grösste in Aluminium ausgeführte Objekt. In Deutschland ist der erste Kran in Leichtmetall im Jahre 1940 für den Flughafen Berlin-Tempelhof erstellt worden. Unter dem weit auskragenden Dach der Flugzeughalle mussten die Laufkranen von 3 t Tragkraft durch solche von 10 t ersetzt werden. Nur dank der Verwendung

[2]) Die Halle diente dem Zusammenbau des Verkehrsflugzeuges Brabazon, das in SBZ 1950, Nr. 6, S. 66* beschrieben wurde.

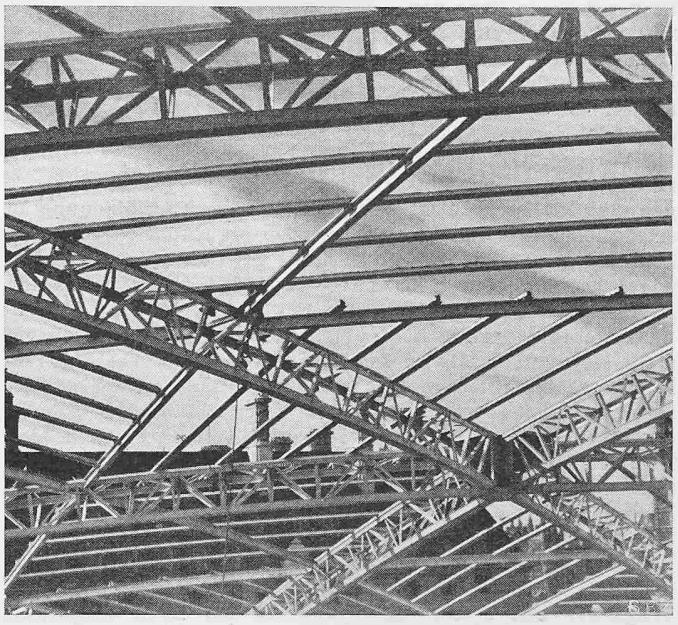


Bild 27. Einzelheiten der Kuppelkonstruktion zu Bild 26

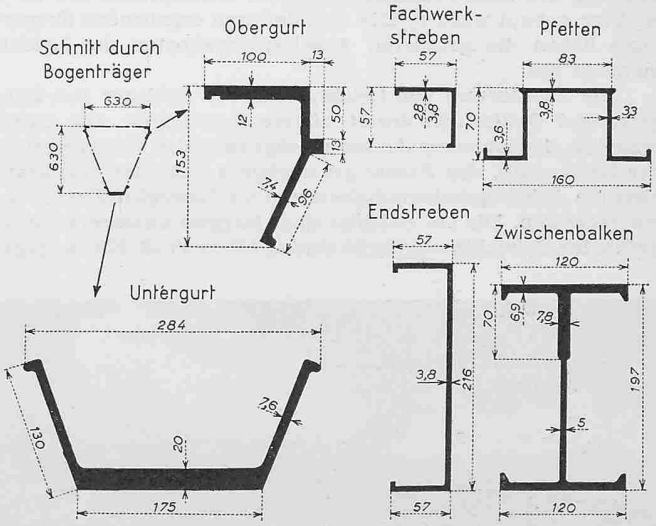


Bild 28. Pressprofile für die Konstruktion der Kuppel zu Bild 26

eines Werkstoffes von hoher Festigkeit und von geringem spezifischem Gewicht konnte das Eigengewicht der Kranbrücken so niedrig gehalten werden, dass eine Ueberbeanspruchung der Dachträger, an denen die Kranbahn aufgehängt ist, vermieden werden konnte. Der neue Kran in Leichtmetall, der auf Bild 31 dargestellt ist, besteht aus zwei Hauptträgern und zwei Galerieträgern. Die Höhe der Fachwerkträger beträgt 2,2 m, also $^1/_{12}$ der Spannweite von 27,4 m. Die Obergurte besteht aus zwei U-Profilen 200 × 85 × 10 × 14 mm, die Untergurte aus zwei Winkeln von 90 × 90 × 10 mm und die Füllstäbe aus Winkeln von verschiedener Grösse. Die Lauf-

schienen für die Katze sind aus Stahl und wurden auf der Obergurte der Hauptträger befestigt. Als isolierende Zwischenschicht diente ein Anstrich aus säurefreier Oelfarbe. Das Gewicht der Kranbrücke beträgt 6 t, während eine Ausführung in Stahl zwölf Tonnen schwer geworden wäre. Die Nieten von 13 mm Durchmesser sind aus Leichtmetall und wurden kalt geschlagen.

In den Werken der Aluminium Company of Canada ist schon seit langer Zeit ein Kran von 29,4 m Spannweite und 15 t Tragkraft aus Leichtmetall im Betrieb (Bild 32). Als Legierung wurde eine hochwertige Al-Cu-Mg-Verbindung gewählt. Die zulässigen Spannungen sind gleich hoch wie für Stahl. Um die Durchbiegung in erträglicher Grenze zu halten, wurden die Hauptträger höher konstruiert, als dies bei Stahl nötig gewesen wäre. Das Gewicht des kompletten Krans beträgt 23,5 t, also etwa die Hälfte einer Ausführung in Stahl.

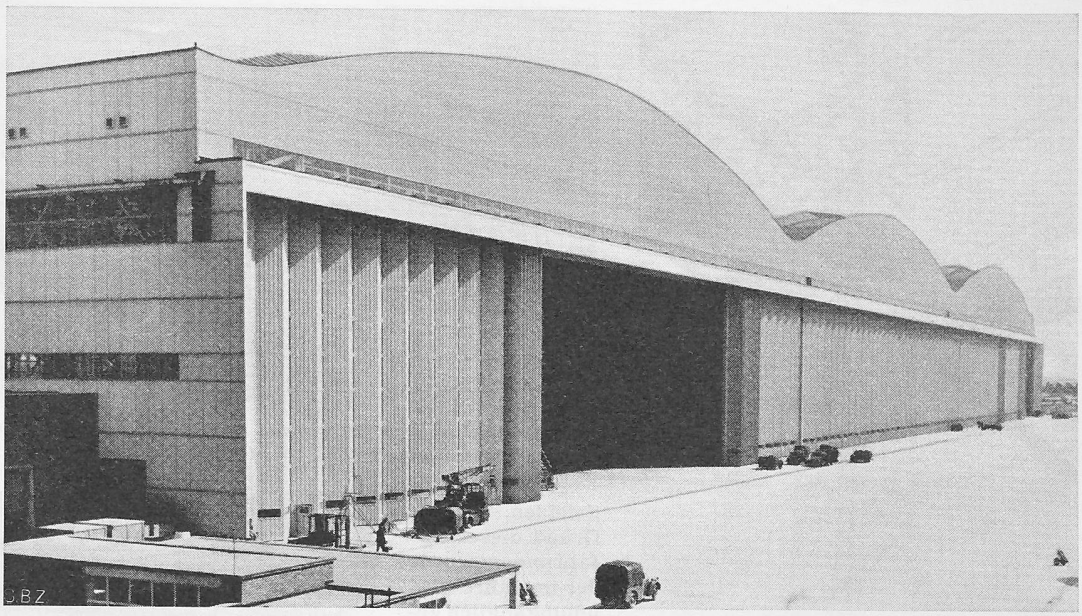


Bild 29. Flugzeughangar in Filton (England) mit Falttoren aus Aluminium

Eine interessante in Deutschland erbaute Konstruktion stellt eine vollständig in Leichtmetall ausgeführte Greifer-Laufkatze für eine Nutzlast von 3 t dar. Das Gewicht beträgt 2895 kg, während die Ausführung in Stahl 5150 kg schwer geworden wäre. Die Gewichtersparnis von 44 % wirkt sich in einer Verbilligung der Kranschienen und der Aufhänge-Konstruktionen aus. Zu beachten ist, dass auch die Getriebekasten, Seiltrommeln usw. in Leichtmetall teils gegossen, teils geschweisst, ausgeführt wurden.

In den Werken der Northern Aluminium Company, Rogerstone, wurden verschiedene Laufkranen von 5 bis 40 t Tragkraft mit Spannweiten von 12 bis 21 m eingebaut. Durch die Verkleinerung der Eigengewichte der Kranen konnten die Stahlkonstruktionen der Hochbauten um 7,5 % leichter gebaut werden. Die sich dadurch ergebenden Ersparnisse heben die grösseren Anschaffungskosten des Leichtmetalles auf.

Die Einführung von Leichtmetall für Ausleger von Baggern und Baukranen ergibt höhere Leistungen. Die damit erzielten Gewichtsersparnisse ermöglichen die Vergrösserung der Reichweite, des Fassungsvermögens bzw. der Tragkraft, ohne die Arbeitsgeschwindigkeit und die Beweglichkeit zu beeinträchtigen. Die am Beispiel eines Bagger-Auslegers durchgeführten Gewichtsvergleiche sind auf Bild 33 (S. 578) angegeben. Daraus geht hervor, dass allein schon die Einsparung an Materialkosten den Mehrpreis für den Leichtmetall-Ausleger um ein Vielfaches übertrifft. Bild 34 (S. 578) zeigt einen Halbportal-Kran in Port Alfred mit einem Ausleger aus Leichtmetall.

9. Verwendung von Leichtmetall im Wasserbau

Das geringe Gewicht und die gute Korrosionsbeständigkeit ermöglichen eine Verwendung von Leichtmetall auch im Wasserbau. Die erste bekannte Ausführung sind die 39 m langen Dammbalken eines Walzenwehres am Ohio-Damm. Da das Material auch gegen aggressive Wasser korrosionsbeständig ist, mussten keine Materialzuschläge gemacht werden, wie das bei einer Ausführung in Stahl in Form eines Rostzuschlages üblich ist.

Gewicht eines Leichtmetallbalkens 28 t
Vergleichsgewicht in Stahl ST 37 78 t (Ersparnis 64 %)
Vergleichsgewicht in Nickelstahl 44 t (Ersparnis 36 %)

Das kleine Gewicht ermöglichte das Einsetzen der Dammbalken mit einem vorhandenen Schwimmkran, während bei einer Ausführung in Stahl eine neue Brücke mit Kranen erforderlich gewesen wäre. Auf diese Weise konnten die Mehrkosten für Leichtmetall durch die baulichen Ersparnisse mehr als ausgeglichen werden.

Auf dem Gebiet der Stadtentwässerung macht man ebenfalls häufig Gebrauch von Aluminium. Günstig wirkt sich hier die Widerstandsfähigkeit gegen die sich aus dem Abwasser entwickelnden Gase wie Schwefelwasserstoff, Me-

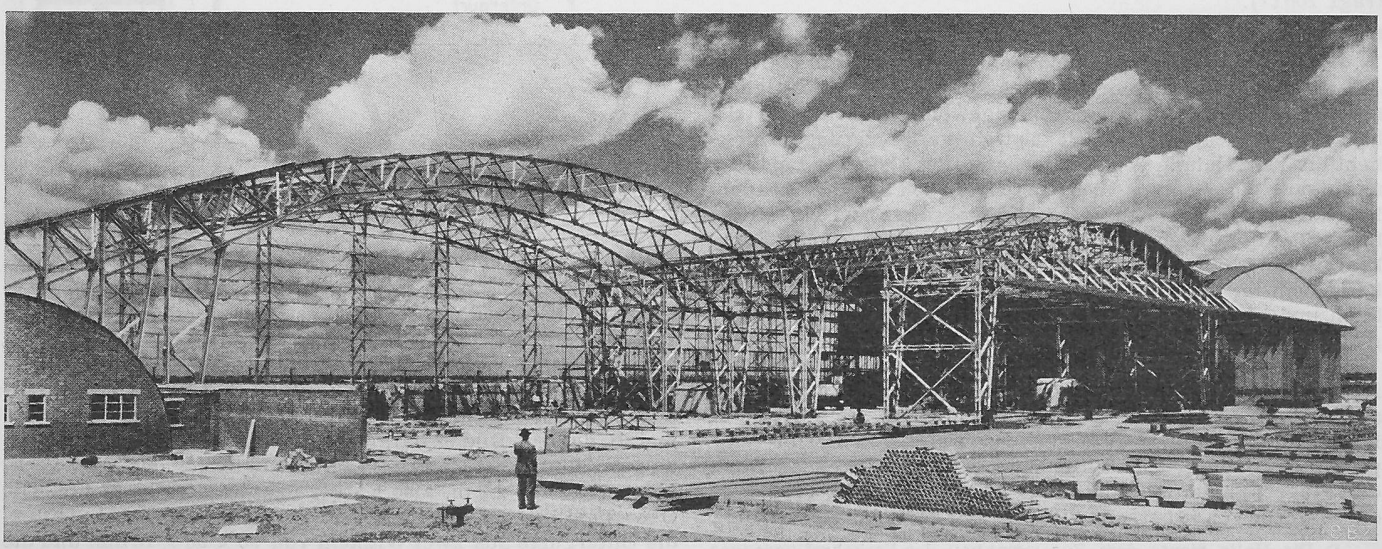


Bild 30. Hangars aus Aluminium auf dem Flugplatz von London

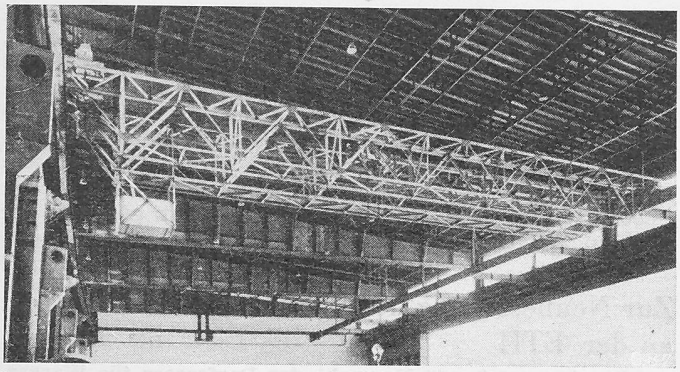


Bild 31. Laufkran aus Leichtmetall in der Flugzeughalle in Berlin-Tempelhof, Tragkraft 10 t, Spannweite 27,4 m

than, Ammoniak usw. aus. An derartigen Konstruktionen kommen in Frage: Siebkammer-Rechen, Schützen, Trommelbleche für Vorklärbecken, Schieber usw.

10. Ausblick

Die beschriebenen Beispiele stammen zum grössten Teil aus Amerika, also aus einem Lande, in dem man gewohnt ist, wirtschaftlich zu denken. Bei den dargestellten Konstruktionen waren immer technische und wirtschaftliche Ueberlegungen für die Wahl von Leichtmetall bestimmend. In der Schweiz sind bis heute noch wenig Konstruktionen in Leichtmetall zu finden, obwohl das Aluminium auf anderen Gebieten, vor allem in der Architektur und im Fahrzeugbau, eine Verbreitung gefunden hat wie sonst in keinem anderen Land. Die Verwendung von Leichtmetall stellt an den projektierenden Ingenieur keine grösseren Probleme als die anderen Baustoffe.

Die in den letzten 20 Jahren gemachte Entwicklung ist gewaltig und wird auch auf die Schweiz von Einfluss sein. Sobald die in anderen Ländern gemachten Erfahrungen über Konstruktion, Unterhalt und Lebensdauer allgemein bekannt werden, gelangen bei uns bestimmt vermehrt Leichtmetall-Konstruktionen zur Ausführung. Bei einer gestellten Bauaufgabe ist in erster Linie die Wahl der Baustoffe abzuklären, und in Zukunft werden wir auch das Leichtmetall in unsere Ueberlegungen einbeziehen. Die Wahl wird immer dann auf Aluminium und seine Legierungen fallen, wenn kleines Gewicht und gute Korrosionsbeständigkeit, verbunden mit grosser Festigkeit, verlangt werden. Es wird aber auch Fälle geben, bei denen die Möglichkeit der freien Gestaltung des Pressprofils den Konstrukteur veranlasst, das Leichtmetall zu bevorzugen, da nur hier diese Möglichkeit besteht. Manche Aufgabe wird in der Zukunft durch das Leichtmetall besser und wirtschaftlicher gelöst werden können. Das Bauen wird nicht nur durch neue Konstruktionen sondern auch durch den neuen Baustoff bereichert werden. Die Aluminium-Legierungen werden die anderen Baustoffe, wie Holz, Stahl usw., nicht verdrängen, sondern mit ihnen zusammen uns helfen, wirtschaftlich und technisch gut zu konstruieren.

Bild 32. Laufkran von 15 t Tragkraft und 29,4 m Spannweite, Al. Comp. of Canada

Die Prüfung von Stählen auf Sprödbruch

DK 620.178.786 : 669.14

Diesem Thema war der 176. Diskussionstag des SVMT gewidmet, der am 27. August 1951 stattfand. Der erste Referent, Prof. *Ed. Amstutz*, erinnerte zunächst daran, dass sich in den letzten Jahrzehnten mehrere Brüche bedeutsamer Konstruktionen (an geschweissten Brücken, Liberty-Schiffen usw.) ereigneten, was zum Aufsehen mahnt und eine weitere Abklärung über das Auftreten von Sprödbruch (Trennbruch) erfordert. Man spricht von einem Sprödbruch bekanntlich dann, wenn er von keinen Formänderungen begleitet ist, wenn z.B. beim Zugversuch praktisch keine Einschnürung und keine Längung eintritt. Der Referent ging dann näher auf das Spannungs-Dehnungsdiagramm bei einaxigem Zug, bei dreiaxigem Zug und bei gemischtem Spannungszustand ein und zeigte anschaulich, dass der dreiaxige Zug (auch Druck) die Verformung behindert und infolgedessen Veranlassung zu Sprödbruch gibt, weshalb der Konstrukteur derartige Spannungszustände möglichst vermeiden soll. Der Materialprüfer anderseits sollte in der Lage sein, die verschiedensten Spannungszustände nachzuahmen, da zwei Stähle bei einaxiger Beanspruchung qualitativ gleich, bei mehraxiger Beanspruchung aber qualitativ sehr verschieden sein können. Da dies aber komplizierte Maschinen und Prüfkörper bedingt, behilft er sich durch Anbringen von Kerben, muss dabei aber eine neue Komplikation, nämlich das Auftreten einer ungleichförmigen Spannungsverteilung mit Spannungsspitzen in Kauf nehmen.

Noch komplizierter werden die Verhältnisse bei schlagartiger Beanspruchung und bei tiefen Temperaturen, da hier sehr viele Faktoren wie Grösse des Prüflings, Schlag- und Verformungsgeschwindigkeit und dgl. eine Rolle spielen. Der Referent bekannte sich abschliessend zur Auffassung, dass nur das Gesamtbild aller Ergebnisse der heute üblichen Prüfverfahren zu einer richtigen Beurteilung einer Konstruktion hinsichtlich Sprödbruchanfälligkeit führen kann. Im besonderen verwahrte er sich entschieden gegen die Auffassung, dass allein durch Kerbschlagversuche in einem breiten Temperaturbereich und einer Serie zunehmend schärfer gekerbter Proben, wie sie z.B. von Ing. Henri M. Schnadt, Zug, empfohlen werden, alle andern Prüfarten hinfällig würden, und dass eine mit Fehlern (Rissen, Einschlüssen, Poren und dgl.) behaftete Konstruktion in Betrieb genommen bzw. in Betrieb belassen bleiben könne, wenn das Material einen bestimmten genügenden Schnadt-Probenwert aufweise, wie dies neuerdings behauptet wird.

Der zweite Referent, Dipl. Ing. *W. Felix*, behandelte als Vertreter der Firma Gebrüder Sulzer, Winterthur, den selben Fragenkomplex unter besonderer Berücksichtigung der Schweissbarkeit des Stahls. Zu der Inhomogenität des Spannungszustandes kommt hier die Inhomogenität des Materials in dem Sinne hinzu, dass das unbeeinflusste Muttermaterial, das Muttermaterial in der thermisch beeinflussten Zone und das Schweissgut qualitativ voneinander verschieden sind und diese Umstände unter Umständen Anlass zu Sprödbruch geben können. Als praktische Methoden zur Ueberprüfung von Schweisstählen auf Trennbruchsicherheit bezeichnete der Referent die Aufschweiss-Biegeprobe, die Kinzelprobe, die Scheerprobe («teartest») und die Kerbschlagprobe bei verschiedenen Temperaturen, wo sich ein Steilabfall zeigt, dessen besonderer Verlauf charakteristisch für die Sprödbruchanfälligkeit sein soll. Fünf für hochbeanspruchte Schweisskonstruktionen in nähere Wahl gezogene Stahlsorten wurden nun einzeln vom Referenten auf die erwähnten Kriterien hin untersucht und untereinander verglichen.

In der sehr anregenden

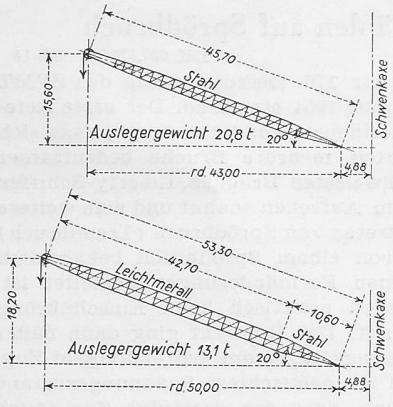


Bild 33. Vergleich eines Kran- oder Baggerauslegers in Stahl (oben) bzw. Leichtmetall (unten)

Diskussion kamen Stahlerzeuger und Stahlverbraucher, Materialprüfer sowie Festigkeitstheoretiker zum Wort. Sehr bald zeigte es sich, dass Ing. H. M. Schnadt nicht nur besondere Formen von Kerbschlagproben, sondern um diese herum eine «neue» Materialprüf- und Festigkeitslehre entwickelt hat, die dann zum Mittelpunkt der Diskussion wurde. Sie war deshalb etwas einseitig, weil nur verhältnismässig wenig Anwesende auf diese Wendung der Dinge gefasst und mit der Natur der neuen Theorien Schnadts vertraut waren. Nach diesen soll «Alles» (Erzeugung bzw. Auswahl «sicher» trennbruchsicherer Stähle, «richtige» Materialprüfung, «zuverlässige» Berechnung von Konstruktionen usw.) überaus einfach sein, vorausgesetzt, dass man den Sinn von zahlreichen merkwürdigen, von H. M. Schnadt neu eingeführten Fremdwörtern richtig erfasst, dass das sogenannte «Grunddiagramm» [1]) für die zur Wahl stehenden Stähle auf Grund einer Reihe immer schärfer gekerbter Proben nach Schnadt ermittelt und die sämtlichen in der Konstruktion auftretenden Hauptspannungen bzw. Spannungsverhältnisse σ_g/σ_1 in das Grunddiagramm in Form eines Gebietes G eingetragen hat. Trennbruchsicherheit soll dann vorhanden sein, wenn G im «sicheren» Teil des Grunddiagrammes liegt [2]). Wie man die zwei, bzw. drei bei den Schnadtschen Kerbschlagversuchen auftretenden Hauptspannungen wissenschaftlich zuverlässig zu bestimmen hat, damit man sie als Kurve A in das Grunddiagramm auftragen kann, wie man ferner die drei, von Punkt zu Punkt einer beanspruchten Konstruktion ändernden, unbekannten Hauptspannungen zuverlässig ermittelt, um sie als Gebiet G in das Grunddiagramm einzutragen und wie man schliesslich die Interpretation bei den zahlreichen möglichen Fällen der Ueberschneidung der Gebiete vorzunehmen hat, ging aus der Diskussion bedauerlicherweise nicht hervor. R. V. Baud

[1]) Im «Grunddiagramm» wird die grösste Hauptspannung σ_1 als Abszisse und der Quotient σ_g/σ_1 als Ordinate aufgetragen, wobei für die Vergleichsspannung σ_g zu setzen ist:

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3 - \sigma_2\sigma_3}$$

Es weist im wesentlichen zwei, für einen bestimmten Stahl charakteristische, hyperbelähnliche Kurven A und B auf, wovon A das Gebiet zwischen elastischem und plastischem Verhalten und B das Gebiet zwischen plastischem Verhalten und Bruch abgrenzt.

[2]) Der Umstand, dass in den Schnadtschen Theorien gewisse Gebiete betreffende Betrachtungen für das Verhalten von Stählen angestellt werden, scheint auf eine gewisse Aehnlichkeit der Auffassung mit den diesbezüglichen Anschauungen von *Baud* über den Momentanzustand bei Fliessbeginn inhomogener Spannungszustände hinzudeuten, vgl. Kapitel IV Festigkeitstheoretische Betrachtungen der Veröffentlichung: Die Berechnung fester Flanschverbindungen von Autoklaven, Rohrleitungen u. dgl., «Schweizer Archiv», 8. Jahrgang, Nr. 9, Sept. 1942.

Bild 34. Halbportalkran mit Ausleger aus Aluminium von 4,5 t Tragkraft im Hafen von Port Alfred

Zur Neubesetzung der Professur für Wasserbau an der ETH

DK 378.962 (494)

Die bevorstehende Neuwahl des Professors für Wasserbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule beschäftigt einen weiten Kreis ehemaliger Polytechniker umsomehr, als die letzten Wahlen in die Bauabteilung bei verschiedenen Berufskollegen nicht ungeteilte Zustimmung gefunden haben.

Es sei daher hier wieder einmal darauf hingewiesen, dass die Auswahl der Professoren für die oberen Semester der ETH nicht nach den gleichen Kriterien erfolgen kann wie diejenige der Dozenten für die rein theoretischen Fächer der unteren Stufe. Während nämlich diese in abstrakter, rein wissenschaftlicher Weise die allgemeinen theoretischen Grundlagen des gesamten technischen Studiums zu vermitteln haben, fällt jenen die Aufgabe zu, die Studierenden in die konkreten Lehren ihrer zukünftigen praktischen Tätigkeit einzuführen und damit einen Uebergang von der reinen Theorie zu dem zu schlagen, was später ihr Beruf und damit ihre Berufung sein soll.

Selbstverständlich sind die theoretischen und technischen Fähigkeiten auch für die Wahl der Professoren der oberen Semester Grundvoraussetzung. Allein daneben braucht es ein weiteres unerlässliches Element, das in der Persönlichkeit des Dozenten seinen Ausdruck findet. Eine in Amerika unter Ingenieuren durchgeführte Umfrage der Carnegie-Stiftung für Lehrfortschritt hat ergeben, dass die Grundlage des Berufserfolges nur zu 25 % auf technischen Kenntnissen, zu den übrigen 75 % aber auf Charaktereigenschaften wie Verantwortungsbewusstsein, Initiative, Urteilskraft und Menschenkenntnis beruhen. Diese Tatsache sollte bei der Wahl der Lehrer und Berater zukünftiger Ingenieure nicht übersehen werden.

Richtungsgebend für die Studierenden der oberen Semester kann nur eine starke Persönlichkeit sein, die nicht nur lehren, sondern vor allem auch anregen und begeistern kann. Dies ist nur möglich bei einem konstruktiv schöpferischen Geist, der zudem nicht einseitig in der Technik lebt. Diese Momente des Konstruktiven und Vielseitigen dürfen bei der Wahl der Lehrer der oberen Semester nicht vernachlässigt werden. Es war seinerzeit für die ETH ein ausserordentlicher Glücksfall, in Prof. Narutowicz einen schöpferischen Ingenieur mit den Eigenschaften eines Staatsmannes zu besitzen. Wer unter diesem grossen Lehrer Wasserbau gehört hat, dem ist der Sinn für diesen Teil der Ingenieurkunst und ganz allgemein der Sinn des Ingenieurberufes intuitiv klar geworden.

Die Professoren der oberen Semester sollten zudem die Möglichkeit haben, ihren früheren praktischen Beruf teilweise weiter ausüben zu können, denn sonst verlieren sie zu ihrem Schaden, vor allem aber zum Nachteil der Studenten und des Landes, die Verbindung mit den rasch wechselnden technischen und wirtschaftlichen Verhältnissen. Gerade die Aufgeschlossenheit gegenüber den wirtschaftlichen Aspekten jeder technischen Tätigkeit ist überaus wichtig. Dabei möchte ich den Begriff «wirtschaftlich» nicht so engherzig ausgelegt wissen, wie dies leider oft geschieht, indem man die Intensität der «Wirtschaftlichkeit» lediglich am Nutzen eines kleinen Kreises an einem technischen Werk direkt Interessierter bemisst. Vielmehr sollte der Ausdruck «wirtschaftlich» und damit insbesondere auch derjenige von «Wasserwirtschaft» im weitesten Sinne aufgefasst werden und auf das aus der gegenseitigen Abwägung der verschiedensten Sonderinteressen entstehende Gesamtinteresse des ganzen Landes hinweisen.

Wir haben unter Ingenieuren und auch im Gespräch mit

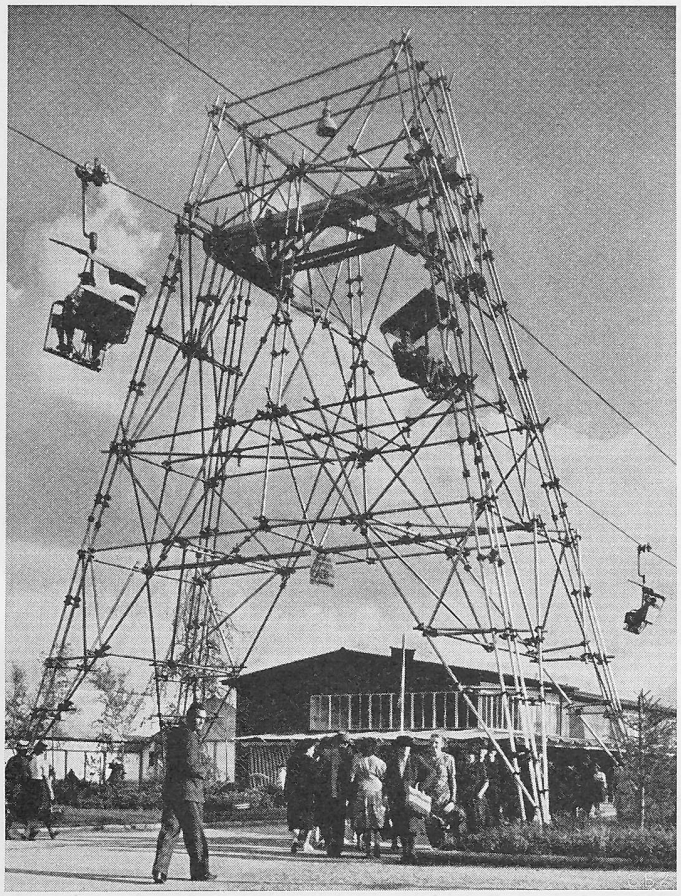


Bild 35. Sesselbahn-Mast aus Leichtmetall, System Aebi, an der KABA in Thun 1949

Juristen schon verschiedentlich die Frage erörtert, weshalb die oberste Leitung von grossen Industriegesellschaften, insbesondere von Elektrizitätsgesellschaften, aber auch diejenige der Staatsverwaltung vornehmlich und mit Vorteil bei Nicht-Ingenieuren liegt. Die Ursache liegt in der Schwierigkeit des Technikers, den Blick für Allgemeinprobleme frei zu halten. Weil diese Gefahr an und für sich so gross ist, sollten an unsere Technische Hochschule Persönlichkeiten berufen werden, die den Beruf des Ingenieurs in der ganzen inneren Bedeutung des Wortes, in technischem und menschlichem Sinne, voll erfassen und weitergeben. A. Lüchinger, Ing.

Britische Propellergasturbinen

Von ROLF WILD, Zürich DK 621.438 : 629.135

Mit der Entwicklung der Propellergasturbine, die heute als Flugzeugtriebwerk eingeführt wird, begann man am Ende des letzten Krieges [1]). Bei diesem Triebwerk wird bekanntlich in der Turbine fast das ganze Druckgefälle ausgenützt und die Differenz zwischen Turbinenleistung und Leistungsbedarf des Kompressors zum Antrieb einer Luftschraube benützt. Die Gase treten nach dem Verlassen der Turbine durch eine Düse nach hinten ins Freie aus und erzeugen dabei noch einen zusätzlichen Strahlschub. Da die Drehzahl der Turbine verhältnismässig hoch ist, wird die Luftschraube stets über ein Reduktionsgetriebe angetrieben, was die Propellerturbine komplizierter und schwerer macht als ein entsprechendes Strahltriebwerk. Sie ergibt aber bei niedrigen und mittleren Fluggeschwindigkeiten bedeutend bessere Vortriebswirkungsgrade als das Strahltriebwerk, weshalb Flugzeuge mit Propellerturbinen bedeutend bessere Start- und Steigeigenschaften aufweisen als solche mit Strahltriebwerken.

Die Hauptvorteile, die die Propellerturbine gegenüber dem Kolbenmotor aufweist, sind geringeres Gewicht, kleinere Stirnfläche, das Fehlen eines Kühlsystems, die dadurch erzielte Verringerung des Luftwiderstandes, der einfache Aufbau, die einfachere Wartung und der erschütterungsfreie Lauf. Im allgemeinen dürfte ihr Anwendungsbereich bei Flugzeugen mit Reisegeschwindigkeiten zwischen 500 und 750 km/h und Reisehöhen von 6000 bis 10000 m liegen (Vgl. hierzu Bild 16 in Fussnote [1]).

Von grosser Bedeutung ist die Propellerturbine für Verkehrsflugzeuge. Dabei fallen neben den rein leistungsmässigen Vorzügen die Vibrationsfreiheit und der geringere Triebwerklärm ins Gewicht, durch die der Reisekomfort bedeutend verbessert wird. Eingehende Studien [2]), die sich auf Erfahrungen mit den ersten Verkehrsflugzeugen mit Propellerturbinen stützen, zeigen, dass ein solches Flugzeug auf grossen Strecken bedeutend wirtschaftlicher sein kann als ein Flugzeug gleicher Verkehrsleistung mit Kolbenmotoren. Auch auf kürzeren Strecken lassen sich bei Verwendung von Propellerturbinen wirtschaftliche Vorteile erzielen, die allerdings nicht so gross sind wie auf langen Strecken. Dabei ist besonders bedeutungsvoll, dass die Reisegeschwindigkeit der Verkehrsflugzeuge mit Propellerturbinen um ungefähr 30 % höher sein kann als bei solchen mit Kolbenmotoren.

Auf grossen Strecken ist das Verkehrsflugzeug mit Propellerturbinen etwa gleich wirtschaftlich wie das entsprechende Modell mit Strahlantrieb; es weist aber eine bedeutend kleinere Geschwindigkeit auf. Die grosse Reisehöhe, die von Flugzeugen mit Strahlantrieb eingehalten werden muss, stellt jedoch hohe Anforderungen an die Sicherheit der Druck-Belüftungsanlage, während zugleich die Böenwirkung bei grossen Geschwindigkeiten derart zunimmt, dass sie nicht nur für die Passagiere unangenehm, sondern unter Umständen für das Flugzeug selbst verhängnisvoll werden kann. Aus diesen Gründen kann das Verkehrsflugzeug mit Strahlantrieb vorderhand noch nicht den Platz einnehmen, der ihm im Luftverkehr wahrscheinlich später einmal zukommen wird. Das Verkehrsflugzeug mit Propellerturbinen ist dagegen schon heute zum Einsatz in den Luftverkehr bereit.

An der Entwicklung der Propellerturbine beteiligten sich bis vor kurzem fast ausschliesslich nur britische Firmen. Im Jahre 1945 erteilte das damalige Ministry of Aircraft Production Entwicklungsaufträge für sechs verschiedene Typen von Propellerturbinen, davon zwei für grosse Leistungen, nämlich die Typen «Armstrong Siddeley Python» und «Rolls Royce Clyde», sowie vier andere, für kleinere Leistungen berechnete Typen, nämlich: «Bristol Theseus», «Napier Naiad», «Armstrong Siddeley Mamba» und «Rolls Royce Dart». Zu den in diesem Programm genannten Typen kam später noch das Modell «Bristol Proteus», das zur gleichen Klasse gehört wie die Typen «Python» und «Clyde». Damit befinden sich heute in England nicht weniger als sieben Propellerturbinen-Typen, zum Teil in der Entwicklung, zum Teil schon in der Serieproduktion. Mit diesen neuen Triebwerken wurden bereits einige Flugzeugtypen ausgerüstet, die bis heute immer noch die einzigen Flugzeuge mit Propellerturbinen auf der ganzen Welt darstellen, nämlich fünf Verkehrsflugzeugtypen, zwei Ausbildungstypen und ein Jägertyp.

Die erste Propellerturbine der Welt wurde gegen Kriegsende von der Firma *Rolls Royce Ltd.* in Derby gebaut. Es handelt sich dabei um eine modifizierte Ausführung des Strahltriebwerkes «Rolls Royce Derwent», die die Bezeichnung «Trent» erhielt. Die «Trent» war ursprünglich für eine Wellenleistung von 600 PS vorgesehen. Im Laufe der Entwicklung konnte die Leistung jedoch bis auf 800 PS gesteigert werden. Dazu kam der von den austretenden Gasen erzeugte Strahlschub von etwa 450 kg. Das Triebwerk wurde versuchsweise beim Jagdflugzeug «Gloster Meteor» eingebaut und im Fluge erprobt, später aber aufgegeben. Die dabei gemachten Erfahrungen sind beim Bau der Propellerturbine «Dart» (Bild 1) ausgenützt worden. Ursprünglich betrug die Wellenleistung der «Dart» 1250 PS, konnte aber durch konstruktive Verbesserungen später bis auf 1400 PS gesteigert werden. Der Strahlschub betrug dabei 134 kg. Die «Dart» arbeitet als bisher einzige Propellerturbine mit einem zweistufigen Radialverdichter, der bei Volldrehzahl und einem Druckverhältnis von rund 1:5, 8,2 kg/s Luft fördert. Dieser Verdichter ermöglicht eine sehr geringe Baulänge des Triebwerkes und macht es gegenüber Dichteänderungen der angesaugten Luft und gegenüber Vereisungen weitgehend unempfindlich. Hinter dem Verdichter liegen sieben Brennkammern, die auf einem Kegelmantel windschief zur Triebwerkaxe derart angeordnet sind, dass der Luftstrom um einen

[1]) Vgl. hierzu den Aufsatz Ueber Rückstoss-Triebwerke für Flugzeuge von Dipl. Ing. A. von der Mühll, in der SBZ 1947, Nr. 43 und 44, speziell Abschnitt 4, S. 599

[2]) Vgl. z. B. G. R. EDWARDS: Turbine-Engined Transport Aircraft, in «Proceedings» of the Second International Aeronautical Conference, Institute of the Aeronautical Sciences, New York 1949.