

DER STAHLBAU

Verantwortliche Schriftleitung: Dr.-Ing. A. Hertwig, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin
Berlin-Charlottenburg 2, Technische Hochschule. — Fernspr.: Steinplatz 0011

Beilage
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 R.-M. und Postgeld

3. Jahrgang

BERLIN, 21. März 1930

Heft 6

Alle Rechte vorbehalten.

Die neue Luftschiffhalle in Friedrichshafen.

Von Dr.-Ing. C Scharnow, Sterkrade.

Im Kriege wurde aus militärischen Gründen eine starke Luftschiff-
flotte geschaffen; Hand in Hand damit ging die Anlage von Luftschiff-
häfen, die dem Hallenbau große, bisher unbekannt Aufgaben stellte. Es
sind die verschiedenartigsten Vorschläge für die Anlage solcher Häfen
gemacht worden — drehbare Hallen, Rundhallen, Sternhallen und zu-
sammengesetzte Systeme. Bewährt haben sich bis heute die festen Lang-
hallen, und der „Graf Zeppelin“ hat den Beweis erbracht, daß selbst bei
dem geringen Spielraum von 1 m zwischen Schiff und Halle mit gut ein-
gespielter Fahrleitung, Besatzung und Bedienung ein zuverlässiger Fahr-
betrieb möglich ist.

Bilder von einigen Hallen,
die von der Gutehoffnungs-
hütte Oberhausen AG. erbaut
wurden, werden kurz einen be-
deutungsvollen Abschnitt aus der
Entwicklung der Luftschiffhallen
kennzeichnen.

Abb. 1 zeigt die Luftschiff-
halle Frankfurt, erbaut 1911, Länge
160 m, nutzbare Breite 30 m, nutz-
bare Höhe 24 m, Gewicht 540 t;

Abb. 2: 3 Luftschiffdoppel-
hallen Seddin, erbaut 1915/16,
Länge 242 m, nutzbare Breite 60 m,
nutzbare Höhe 35 m, Gewicht
2820 t je Halle;

Abb. 3: 2 Luftschiffdoppel-
hallen Ahlhorn, erbaut 1916/17,
Länge 260 m, nutzbare Breite
75 m, nutzbare Höhe 36 m, Ge-
wicht 4400 t je Halle.

Waren bei der Frankfurter Halle noch zweiflügelige Drehtore vor-
gesehen, so hatten die während des Krieges erbauten Hallen ausnahms-
los Schiebetore, die auf oberen und unteren Bahnen liefen und die in
baulicher Durchbildung und Betriebsicherheit zweifellos die günstigste
Lösung darstellen; leider verursachen die großen quer zur Halle stehenden
Flächen unangenehme Windwirbel, die das Ein- und Ausbringen der
Schiffe bei Wind erschweren.

Der unglückliche Ausgang des Krieges machte zunächst dieser Ent-
wicklung ein Ende. Alles, was geschaffen war und auch friedlichen
Zwecken hätte dienen können, wurde verschleppt oder zerstört, in
Deutschland blieb nur ein Trümmerhaufen übrig.

Unterdessen griffen England und Amerika hauptsächlich aus mili-
tärischen Gründen den Gedanken des Großluftschiffes auf. England ver-
größerte die Halle von Cardington (Abb. 4), die von der Flottenleitung
im Jahre 1916/17 erbaut war. Diese Halle, die ursprünglich für zwei
kleinere Schiffe bestimmt war und eine Nutzbreite von etwa 55 m, eine
Nutzhöhe von 33 m und eine nutzbare Länge von 210 m hatte, gleicht
in ihrer Form den Hallen von Tegel und Metz. Durch Erhöhung der
portalartigen Seitenschiffe von 63,3' auf 98,3' und durch Höherlegen
der Giebelwandabschlüsse am Hallenfirst wurde die Nutzhöhe auf rd. 47,8 m
gebracht. Die Länge wurde durch vier neue Binderfelder auf rd. 250 m
vergrößert. Der Umbau wurde durchgeführt von der Cleveland Bridge
& Engineering Co. Ltd. in Darlington in der Zeit von Oktober 1924 bis

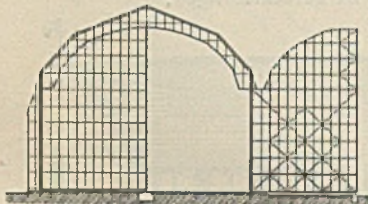


Abb. 1.
Luftschiffhalle Frankfurt.

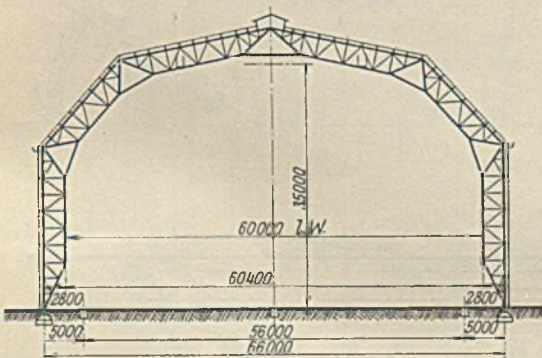
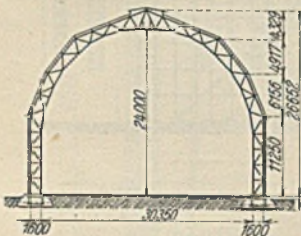


Abb. 2. Luftschiffdoppelhallen Seddin.

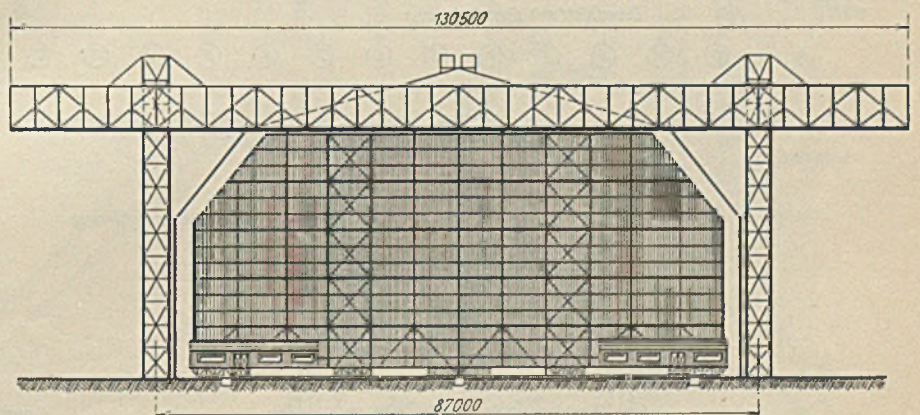
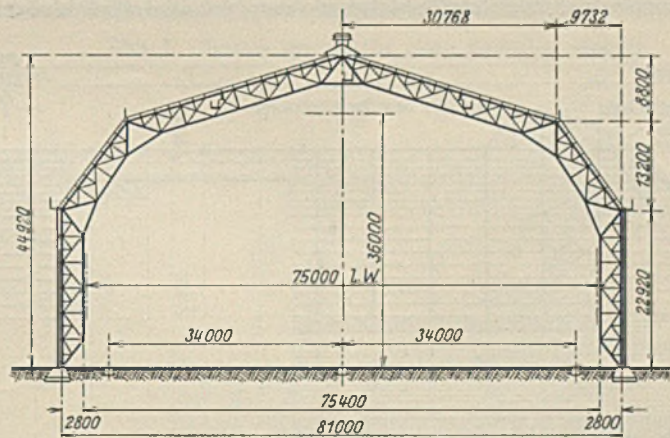


Abb. 3. Luftschiffdoppelhallen Ahlhorn.

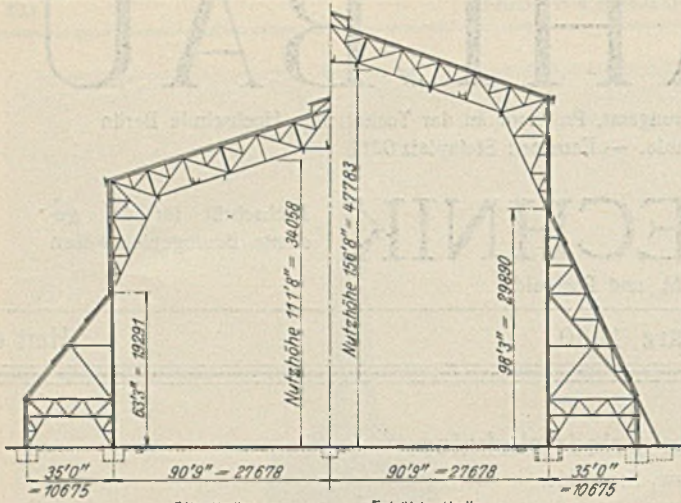


Abb. 4. Luftschiffhalle Cardington.

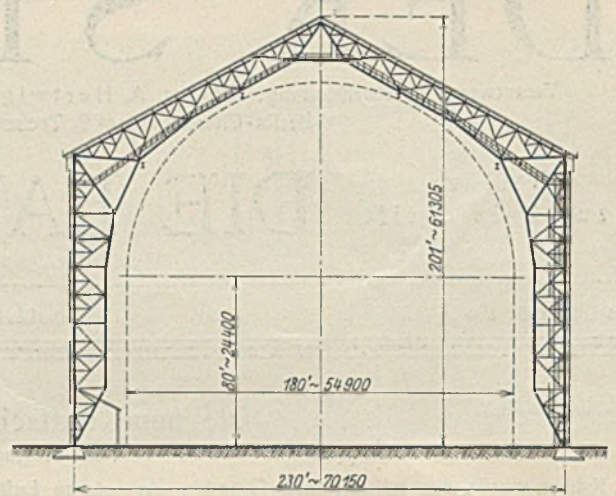


Abb. 5. Luftschiffhalle in Karachi (Indien).

Mai 1926, wobei die ganze Halle abgebrochen und neu aufgestellt wurde. Das Gesamtgewicht des Stahlbauwerkes beträgt 3720 t. Der Bau einer zweiten Halle für Karachi (Indien) wurde im Jahre 1925 der Armstrong Construction Co. Ltd. in Glasgow von der Marineleitung übertragen, und zwar auf Grund eines Entwurfes, der von der Gutehoffnungshütte aufgestellt war (Abb. 5). Diese Halle mit den Gesamtmaßen von 230' Breite, 201' Höhe und 850' Länge nennen die Engländer mit Stolz die größte des englischen Weltreiches. Das Gewicht war zu etwa 4200 t ermittelt. Zum

Vergleich mit deutschen Verhältnissen seien noch die Belastungen und Beanspruchungen angegeben:

- für Cardington:
- Wind auf das Dach 171 kg/m²,
- Wind auf Seitenwände und Tore 147 kg/m²,
- Schnee 24 kg/m²,
- Saugwirkung war nicht zu berücksichtigen;

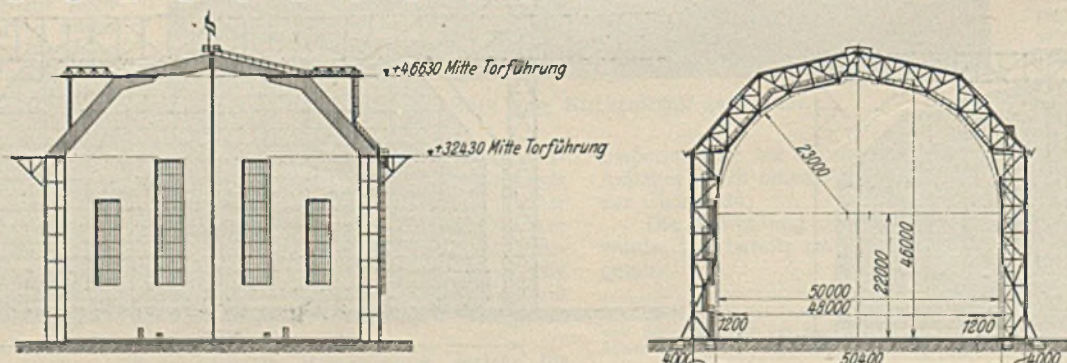
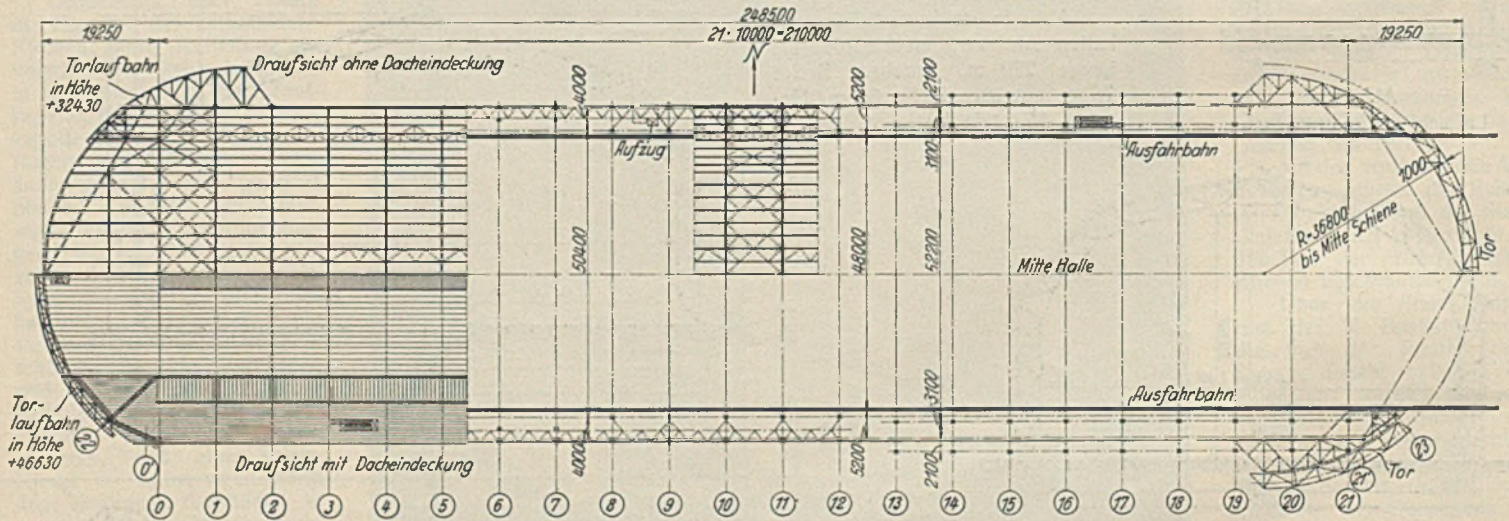
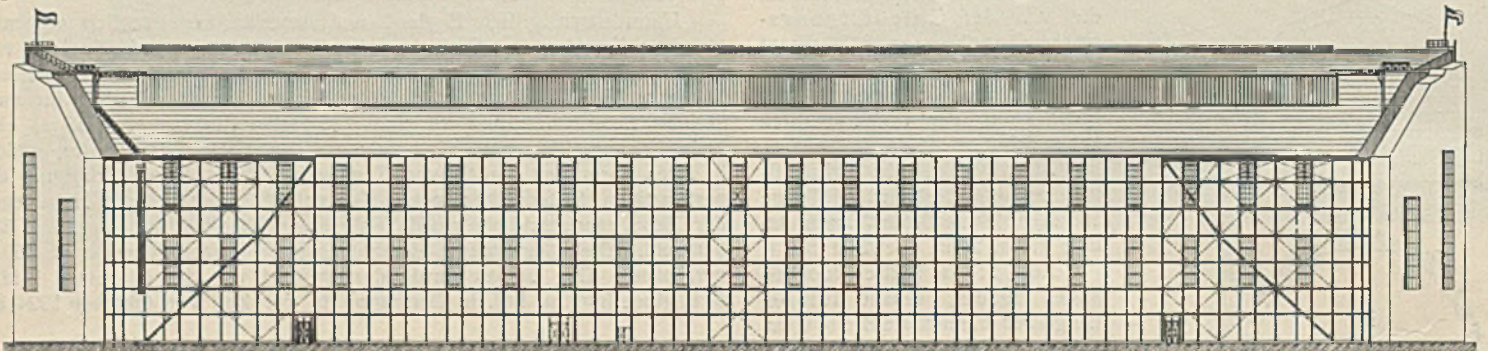


Abb. 6. Luftschiffhalle Friedrichshafen. Längsansicht, Grundriß, Toransicht und Querschnitt.

für Karachi:

- Wind auf das Dach 171 kg/m²,
- Wind auf Seitenwände und Tore 147 kg/m²,
- Wind von innen (Saugwirkung) 74 kg/m².

Als Beanspruchungen waren zugelassen:

- auf Zug 1100 kg/cm² für lotrechte Lasten ohne Wind und Schnee,
- 1260 kg/cm² für lotrechte Lasten mit Wind und Schnee,
- auf Druck 85% dieser Spannungen, jedoch nicht mehr, als sich nach der Claxton-Fidler-Formel ergibt.

Weiter war für Wechselstäbe der Spannungsspielraum mit 1890 kg/cm² begrenzt. Der verwandte Baustahl nach der British Standard Spezifikation hat 44 bis 52 kg/m² Festigkeit, 20% Dehnung. Diese Spannungen sind im Vergleich zu den bei uns zugelassenen Arten sehr niedrig gehalten.

Beide Hallen haben senkrecht zur Hallenachse verfahrbare Schiebetore, bei der Halle Karachi in der in Deutschland üblichen Form mit einem oberen, waagerechten Führungsträger. Bei der Halle Cardington sind es Ballasttore, d. h. die Tore haben am Fuß eine breite Grundfläche, und

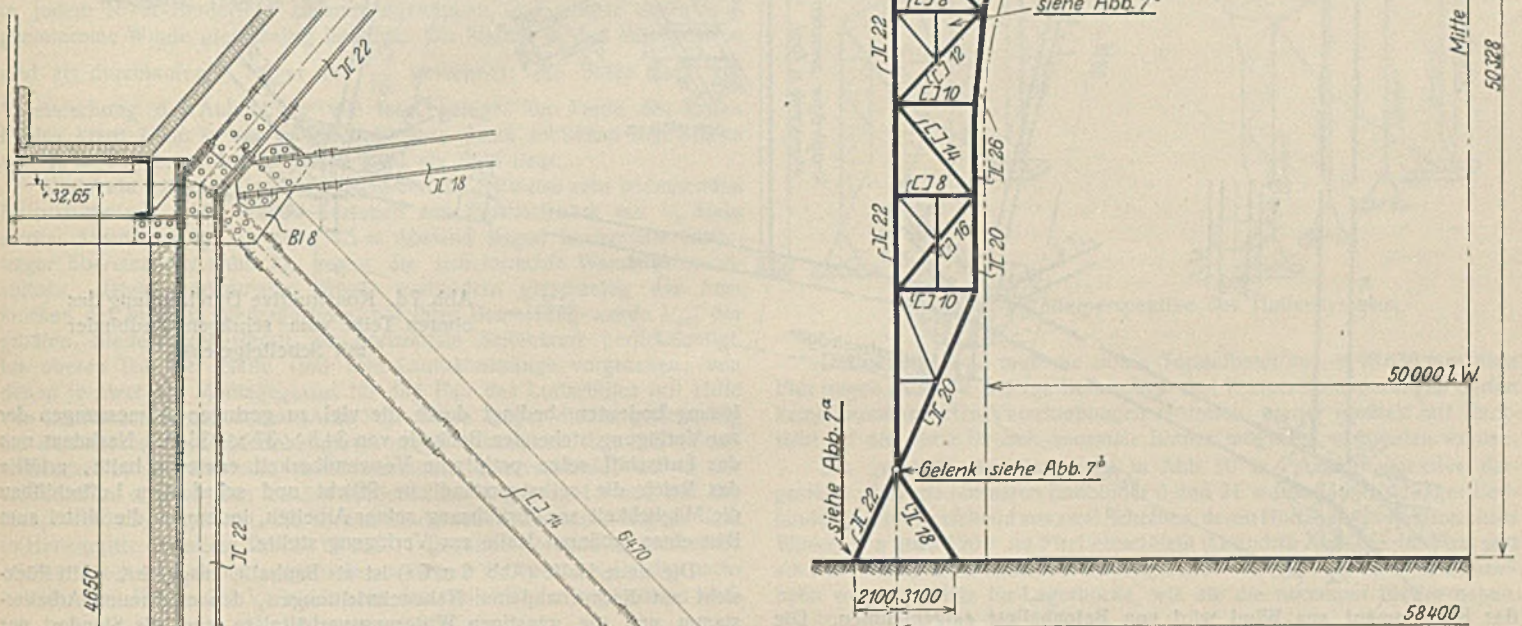
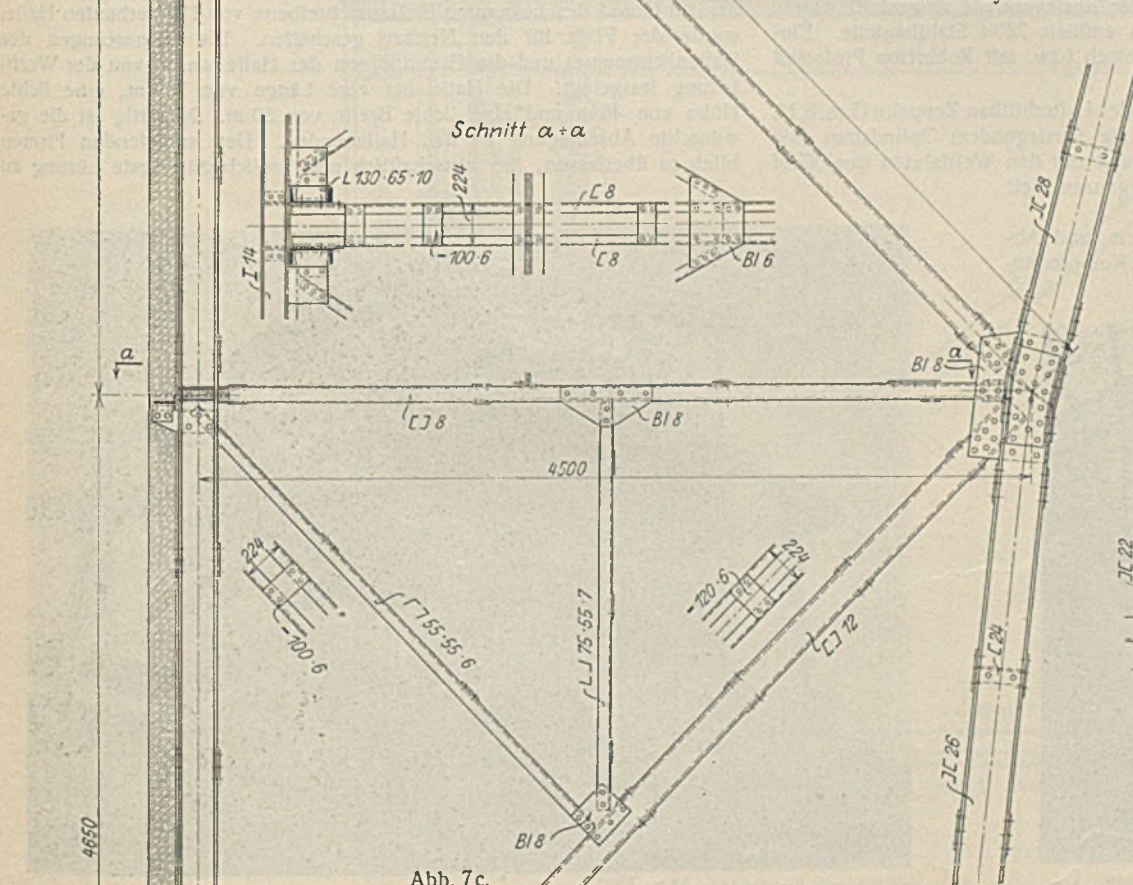
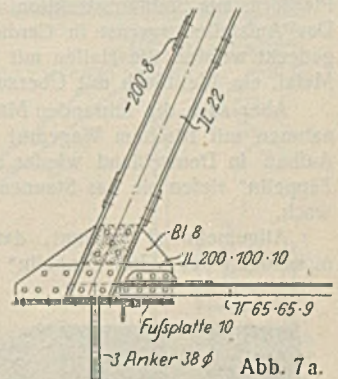


Abb. 7. System und Profile eines normalen Binders.



Konstruktive Durchbildung des normalen Binders am Übergang von der Längswand in die Dachschräge.



Verankerung des Stabdreiecks, welches das Fußgelenk trägt.

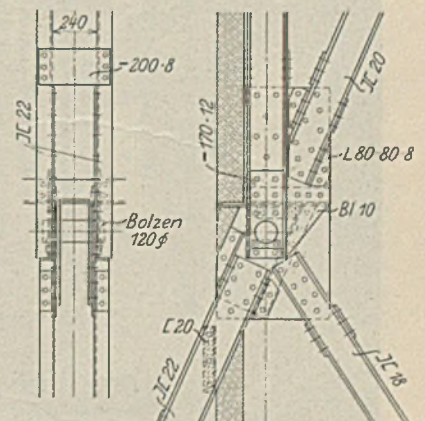


Abb. 7b. Konstruktive Durchbildung des Fußgelenkes.

finden. Unter starkem Wettbewerb erhielt im Februar 1929 die Gutehoffnungshütte Oberhausen AG. den Auftrag auf die Ausführung einschließlich aller Bau- und Nebenarbeiten, also auf den schlüsselfertigen Bau.

Stahlbauwerk.

Die normalen Binder (Abb. 7) haben eine gegenseitige Entfernung von 10 m und sind als doppelwandige Dreigelenkbogen mit Bolzengelenken ausgebildet. Die Fußgelenke liegen zur Verringerung des Stahlgewichtes etwa 4,5 m über dem Erdboden. Die Bindergurte bestehen aus St 48, die Füllungsstäbe aus St 37. Das Stabdreieck, das das Fußgelenk trägt, wurde so gelegt, daß in allen Fällen die resultierende Kraft zwischen den Schrägen liegt, so daß größere Verankerungen vermieden wurden und die Fundamente klein blieben. Das Fußgelenk des normalen Binders ist in Abb. 7a dargestellt. Abb. 7b veranschaulicht die Verankerung des Stabdreiecks. Aus Abb. 7c u. 7d sind weitere konstruktive Einzelheiten des normalen Binders zu erkennen. Im Hallenfirst ist ein Dachaufsatz angeordnet, der an beiden Seiten ein durchlaufendes Band von Lüftungsclappen aus gepreßtem Stahlblech trägt. Die Größe dieser einzelnen Klappen beträgt $0,6 \times 1,25$ m. Je acht sind in jedem 10-m-Binderfeld zusammengekuppelt und werden durch eine gemeinsame Winde gleichzeitig betätigt. Die Pfetten in den Mittelfeldern sind als durchlaufende Träger mit $\frac{Pl}{16}$ gerechnet; die Stöße sind zur Vereinfachung der Aufstellung wie folgt gelegt: Die Pfette des ersten Feldes krägt 1,7 m in das zweite Feld vor; daran schließen sich Stücke von 10 m Länge, so daß in jedem Feld ein Stoß liegt.

Verbände in jeder Dachebene nehmen die teilweise sehr bedeutenden Dachschübe auf. Die Wände bestehen aus Stahlfachwerk mit $\frac{1}{2}$ Stein starker Ausmauerung. In etwa 4,5 m Abstand liegen horizontale Gitterträger übereinander (Abb. 8), gegen die sich lotrechte Wandpfosten abstützen. Diese horizontalen Träger verhindern gleichzeitig das Ausknicken der inneren Bindergurtung; bei ihrer Bemessung wurde $\frac{1}{100}$ der größten Binderuntergurtkraft als horizontale Seitenkraft berücksichtigt. Im oberen Teil der Halle sind acht Laufbahnstränge vorgesehen, von denen je zwei ein Montagegerüst für den Bau des Luftschiffes mit Hilfe von Laufkatzen tragen sollen (Abb. 7d). Diese Träger dienen gleichzeitig zur Aussteifung des Binderinnengurtes gegen Ausknicken. Die hierbei entstehenden Längskräfte sind durch besondere Querverbände, die in der Hallenmitte und an den beiden Hallenenden angeordnet sind, auf die Hauptverbände abgeleitet, die in den Binderaußengurtebenen liegen. Der in Hallenmitte zwischen Binder 10 und 11 liegende Verband ist hierbei als leichter Montageverband ausgebildet, während die rechnermäßig nachzuweisenden Kräfte den Verbänden an den Hallenköpfen zugewiesen sind.

Mit Rücksicht auf die Windströmungen wurden die Hallenköpfe rund ausgeführt. Die Tore, die von der Firma Seibert, Saarbrücken, als Unterlieferer, entworfen, geliefert und aufgestellt wurden, laufen auf kreisförmigen Bahnen und schieben sich in geöffnetem Zustand neben die Seitenwände der Halle. Abb. 9 zeigt den östlichen Hallenkopf mit den Torflügeln und den Laufbahnen. Bei der allgemeinen Anordnung des Traggerippes der Hallenköpfe war folgendes zu beachten:

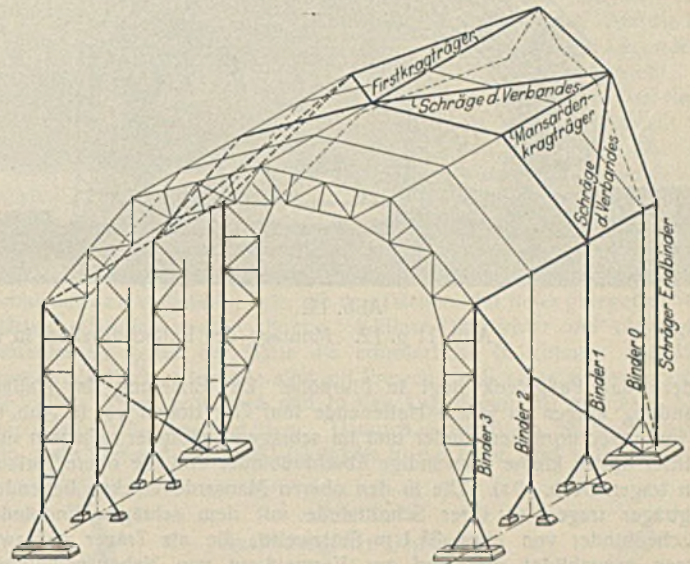


Abb. 10. Parallelperspektive des Hallensystems.

Das Stahgerippe muß die obere Torlaufbahn auf + 46 630 mm über Flur tragen (Abb. 6). Infolge Belastungs- und Temperaturänderungen dürfen keine nennenswerten Verschiebungen eintreten; weiter mußten mit Rücksicht auf die kurze Bauzeit anormale Binder möglichst vermieden werden.

Die gewählte Anordnung ist in Abb. 10 in Parallelperspektive dargestellt. Vor die normalen Endbinder 0 und 21 wurde je ein schräger Endbinder gesetzt, bestehend aus zwei Scheiben, deren Horizontalprojektion einen Winkel von etwa 120° im First einschließt (Grundriß Abb. 6). Im First und am Fuß haben diese Scheiben Bolzengelenke. Wegen der unteren Torlaufbahn war kein Platz für Lagerböcke, wie sie die normalen Binder haben,

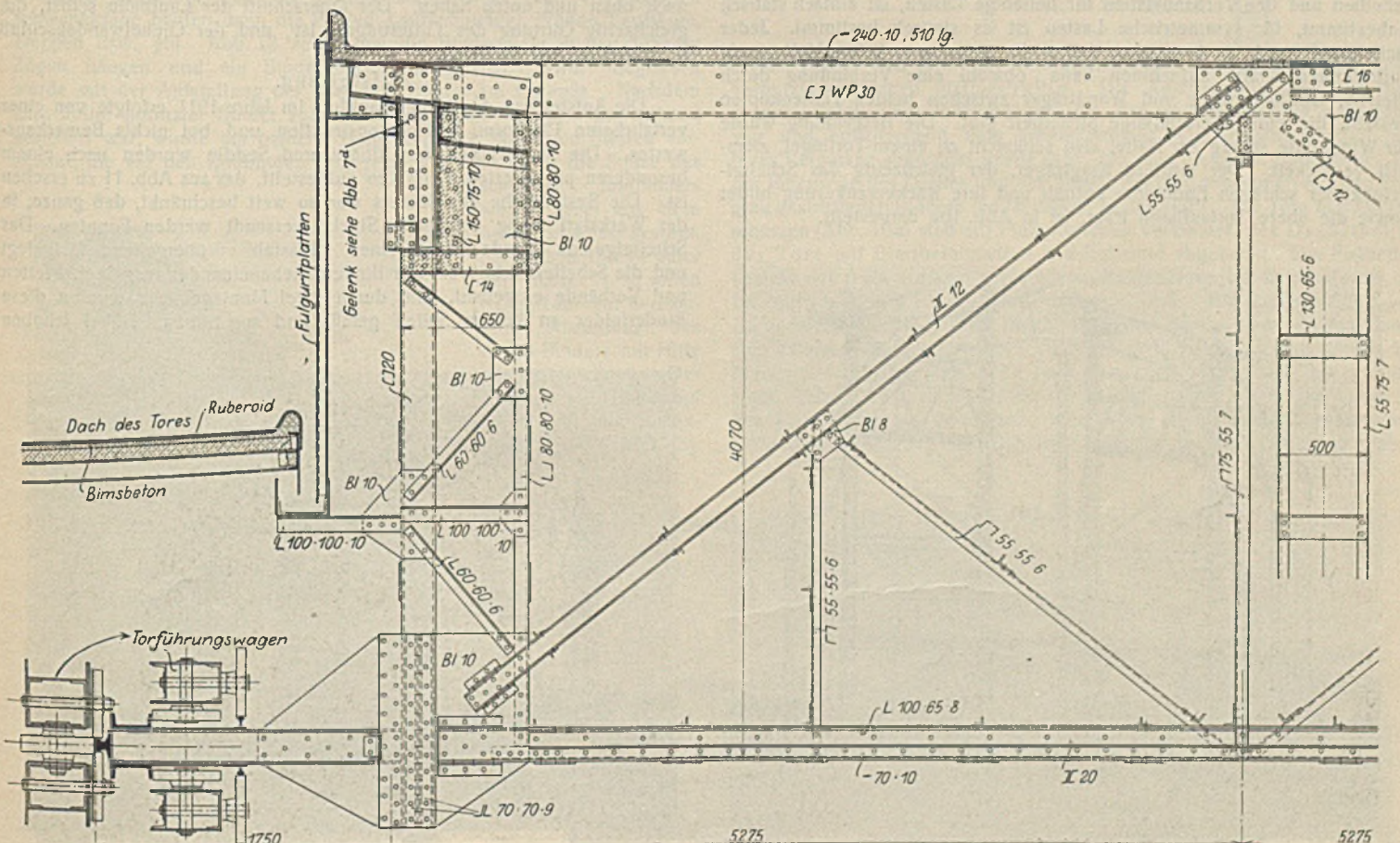


Abb. 10a. Mittlerer Kragträger.

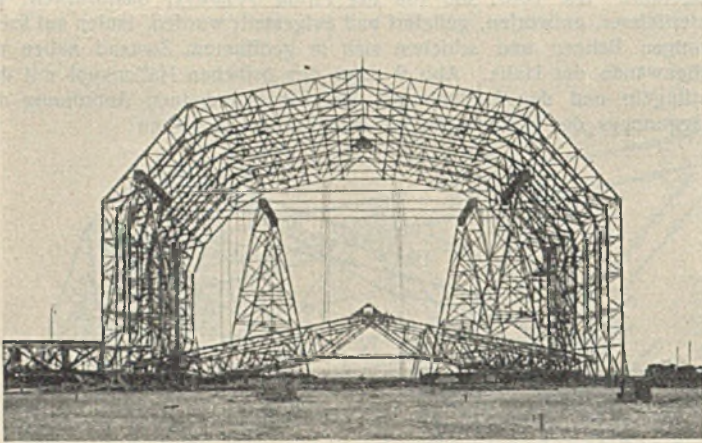


Abb. 11.

Abb. 11 u. 12. Montage der Luftschiffhallen in Ahlhorn und Seddin nach einem patentierten Verfahren.

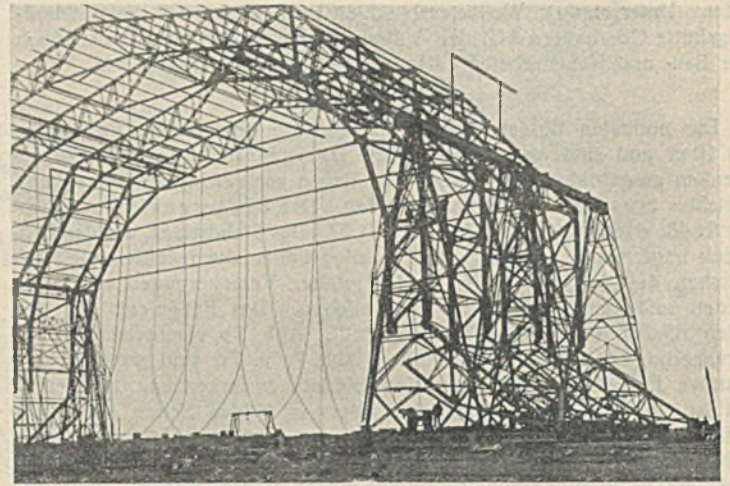


Abb. 12.

sondern das Fußgelenk liegt in Flurhöhe. Zur Erzielung der Hallenabrundung kragen an jedem Hallenende fünf Gitterträger vor (s. Abb. 6), die im letzten normalen Binder und im schrägen Endbinder auflagern und an ihrer Spitze kleine einwandige Abschlußbinder und die obere Torlaufbahn tragen (Abb. 10a). Die in den oberen Mansardenknicken liegenden Kragträger tragen an ihrer Schnittstelle mit dem schrägen Endbinder Zwischenbinder von etwa 35,1 m Stützweite, die als Träger auf zwei Stützen ausgebildet sind und zur Vermeidung von Nebenspannungen Rollenlager haben (Abb. 6). Dadurch wurde erreicht, daß die Stützweite der Pfetten auch in den Endfeldern 10 m nicht überschreitet und die letzten Normalbinder ebenso belastet werden wie die mittleren Binder.

Zwischen den Außengurten der schrägen Endbinder und des Binders 1 bzw. 20 sind Verbände gespannt, die die Windkräfte aus den Torträgern und aus der Giebelwand aufnehmen und gleichzeitig die Rückverankerung des vorkragenden schrägen Endbinders bilden. Durch Horizontalstäbe in der Traufe und Diagonalen auf der Innenseite der Wände werden die Kräfte in die Fundamente abgeleitet. Die Stäbe dieser Verbände sind knicksicher ausgebildet und nehmen auch Druckkräfte auf. Die vorher erwähnten Kragträger fügen sich als Systemstäbe diesen Verbänden ein (s. Abb. 10). Das Gesamtsystem der Hallenköpfe, bestehend aus vier starren Binderscheiben und den Verbandstäben für beliebige Lasten, ist einfach statisch unbestimmt, für symmetrische Lasten ist es statisch bestimmt. Jeder Hallenkopf wurde so bemessen, daß er für sich die an jedem Hallenende auftretenden Kräfte aufnehmen kann, obwohl eine Verbindung durch Pfetten, Laufbahnträger und Wandträger zwischen beiden Hallenköpfen besteht, die eine überschüssige Sicherheit gibt. Die Berechnung wurde für Windkräfte schräg zur Halle, also senkrecht zu einem Torflügel, ziemlich verwickelt. Der mittlere Kragträger, der gleichzeitig das Scheitgelenk der schrägen Endbinder enthält und ihre Rückverankerung bildet sowie die obere Torlaufbahn trägt, ist in Abb. 10a dargestellt.

Die Torflügel laufen am Fuß auf einer Kranschiene mit 90 mm Kopfbreite, die zur Druckverteilung auf einen Breitflanschträger IP22 aufgenietet ist. Dieser Träger ist kräftig in dem Fundamentbeton verankert. Oben ist jeder Torflügel horizontal geführt auf zwei Gitterträgern, von denen der tiefere an der Traufe 32 430 über dem Fußboden liegt und, soweit es der lichte Raum zuläßt, um die Giebelwand herumgreift (s. Abb. 6). Der obere Träger liegt über dem lichten Raum vor dem Hallengiebel 46 630 über dem Fußboden und ragt noch teilweise in den Luftraum über der Dachmansarde. Hier ist er durch eine lotrechte Stütze abgestützt und durch horizontale Streben an den Horizontalverband in den Mansardenknickpunkten der Binder 0 und 21 angeschlossen. Dieser Torträger ist in der Mitte durchschnitten, damit er den Formänderungen des Endbinders folgen kann. Alle Laufbahnträger waren bei der Montage nachstellbar eingerichtet, um Unstimmigkeiten in der Durchbiegung der Binder ausgleichen zu können. Nach beendeter Aufstellung und Aufbringen der Dacheindeckung ergab sich übrigens, daß die eingetretene Durchbiegung im First der schrägen Endbinder bis auf 9 mm mit der errechneten übereinstimmte. Die durch Schnee- und Temperaturänderungen zu erwartenden lotrechten Verschiebungen werden durch verschiebbliche Lagerung der oberen Führungswagen ausgeglichen, die einen Spielraum von 75 mm nach oben und unten haben. Der Querschnitt der Laufbahn selbst, die gleichzeitig Gurtung des Gitterträgers ist, und der Giebelwandabschluß ist aus Abb. 10a zu ersehen.

Aufstellung.

Die Aufstellung der Halle Frankfurt im Jahre 1911 erfolgte von einer verfahrenbaren Plattform in Holzkonstruktion und bot nichts Bemerkenswertes. Die vier Hallen in Ahlhorn und Seddin wurden nach einem besonderen patentierten Verfahren aufgestellt, das aus Abb. 11 zu ersehen ist. Die Systemhöhe des Binders war so weit beschränkt, daß ganze, in der Werkstatt fertig vernietete Stücke versandt werden konnten. Das Scheitgelenk wurde durch einen Hilfsstab vorübergehend festgelegt und die Scheitelstücke von vier Bindern nebeneinander ausgelegt, Pfetten und Verbände eingebaut, und durch zwei Montageböcke wurden diese Binderfelder an beiden Seiten gefaßt und angehoben. Dabei schoben

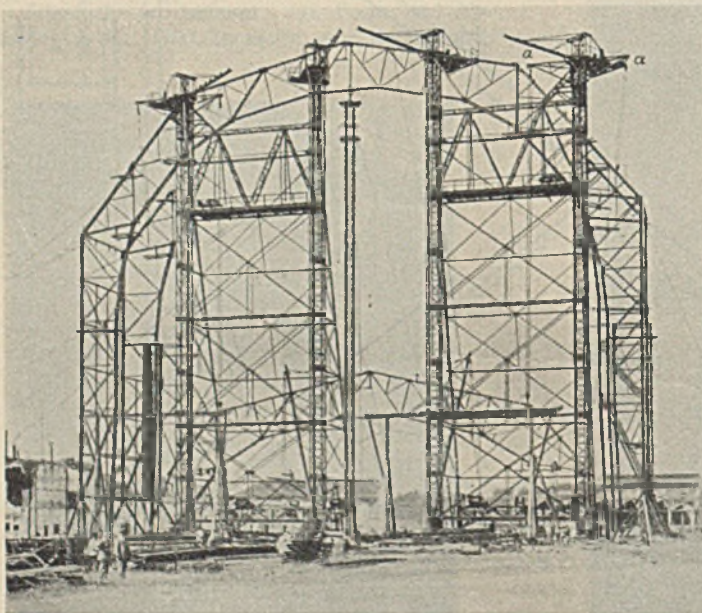


Abb. 13.

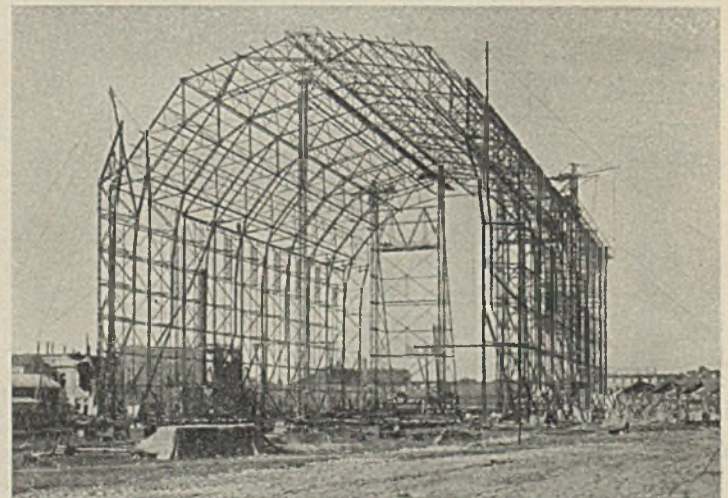


Abb. 14.

Abb. 13 u. 14. Montage der Luftschiffhalle Friedrichshafen.

sich die bereits provisorisch angehenkten anschließenden Binderstücke in ihre richtige Lage und wurden durch Einbau des dem provisorischen Gelenk gegenüberliegenden Stabes fest angeschlossen. Auf diese Weise wurden allmählich vier Binder durch fortschreitendes Heben und Unterbauen weiterer Stücke hochgebracht, auf besondere Wagen gesetzt und auf Gleisen parallel zur Hallenachse in ihre richtige Lage verfahren. Der Horizontal-

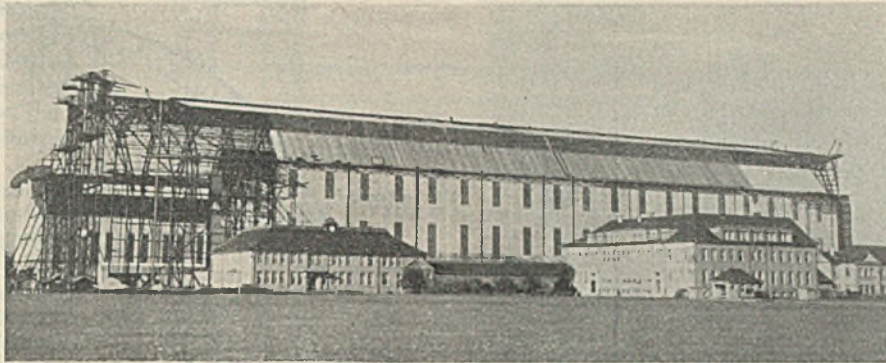


Abb. 15. Die Luftschiffhalle Friedrichshafen kurz vor der Vollendung.

schub der Binder war hierbei durch Seile aufgenommen. Abb. 11 zeigt die zusammengebauten Scheitelstücke mit den Hubgerüsten, Abb. 12 den letzten Hub der Bindergruppe mit angehenkten Fußstücken. Bemerkenswert ist, daß der Aufbau der Binder stets an der gleichen Stelle vor sich ging und die Anfuhr der Binderstücke auf Gleisen quer zur Hallenachse in einfachster Form erfolgen konnte. In Friedrichshafen war dieses Verfahren wegen der örtlichen Verhältnisse nicht anwendbar. Es wurde für diese Halle ein besonderes Aufstellungsgerät entworfen, das sich vorzüglich bewährte und die Aufstellung eines vollständigen Binderfeldes in knapp zwei Tagen ermöglichte. Aus Abb. 13 ist der Aufstellungsvorgang zu ersehen. Auf einer besonderen Zulage wurden die Binder, deren System das Reichsbahnprofil überschritt, zusammengebaut und genietet. Die beiden Fußgelenke und das Firstgelenk wurden durch provisorische Stäbe geschlossen. Die Aufstellung selbst erfolgte von zwei symmetrischen fahrbaren Gerüsten, die nebeneinander arbeiteten und in Richtung der Aufstellung parallel zur Hallenachse verschoben wurden. Jedes Gerüst besteht in der Hauptsache aus zwei verstreuten Türmen, von denen jeder einen leichten Schwenkkran für 1,5 t Nutzlast trägt. Die beiden äußeren Türme haben weiter je zwei feste Züge (Abb. 13) für 10 t Nutzlast. Mit dem äußeren Zug wurde der Binderstiel bis Punkt 6 — VIII in zwei Teilen aufgebaut, mit den beiden inneren Zügen wurde der Binderoberteil in einem Stück eingesetzt. Durch Schraubenwinden, die am Fuß des Binderstiels angesetzt wurden, ging das Einfädeln der Stöße glatt vonstatten. Die in der Luft zusammengeführten Stöße wurden durch gedrehte Bolzen verbunden. Sämtliche Binder waren vorher in der Werkstatt ausgelegt und die Löcher aufgerieben. Die vier leichten Schwenkkrane bauten dann die Pfetten, Laufbahnträger, Wände, Laufstege, Treppen usw. ein. Abb. 13 zeigt, wie die Binderstiele in den äußeren Zügen hängen und ein Binderoberteil hochgezogen wird. Begonnen wurde mit der Aufstellung der normalen Binder am Ostende. Nachdem eine Reihe normaler Binder aufgestellt und durch Verbände ausreichend gesichert war, wurde der östliche Hallenkopf mit Hilfe von Masten vorgebaut, die auf den Endbinder aufgesetzt wurden. Unter die Spitze des schrägen Endbinders wurde dabei ein 40 m hoher Hilfsmast gestellt, der auch in Abb. 14 unter dem Binder 21 zu sehen ist, und dort zur horizontalen Absteifung des ersten Binders mit Hilfe von Seilen diente. Der westliche Hallenkopf wurde mit dem Hauptgerät gestellt (Abb. 15).

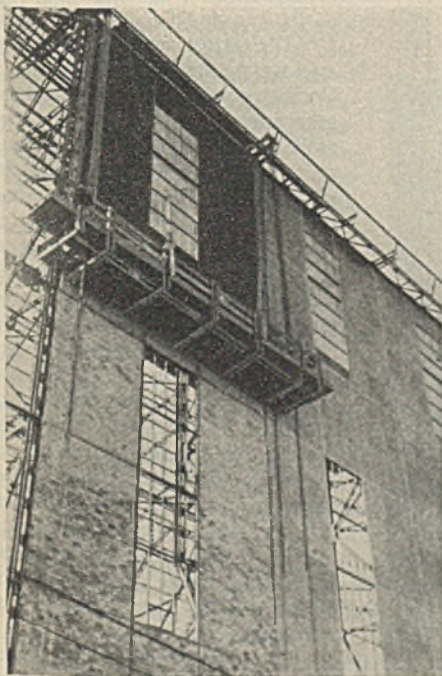


Abb. 17. Ausmauerung mittels Hängegerüst.

Bauarbeiten.

Eingedeckt wurde die Halle mit Bimsbetonplatten (Stegdielen) von 8 cm Stärke. Besondere Sorgfalt wurde auf ihre Befestigung verwandt. Jede Platte ist besonders mit der Pfette verklammert. Auf die Platten sind zwei Lagen Ruberoidpappe aufgeklebt. Die Ausbildung der Dachrinnen, die begebar gemacht wurden, zeigt Abb. 16. Hier wurde der horizontale Windträger nach außen gelegt und mit Stegdielen abgedeckt.

Auf besonderen Wunsch der Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H. wurde an der Traufe ein zaunartiges Gitter angebracht, das das Herunterstürzen größerer Schneemassen verhindern soll, die den Dächern der tiefer gelegenen Werkstätten gefährlich werden könnten. Kittlose Oberlichter und kittverglaste Seitenfenster geben der Halle die erforderliche Belichtung. Die 12 cm starken Stahlfachwerkwände sind mit Frewen-Hohlsteinen ausgemauert, die $12 \times 12 \times 25$ cm groß sind und in den Lagerfugen mit mehreren Nuten und Federn ineinandergreifen. Dadurch entsteht im Stahlfachwerfeld ein guter Verband, und die Dichtigkeit in der Fuge wird verbessert. Die

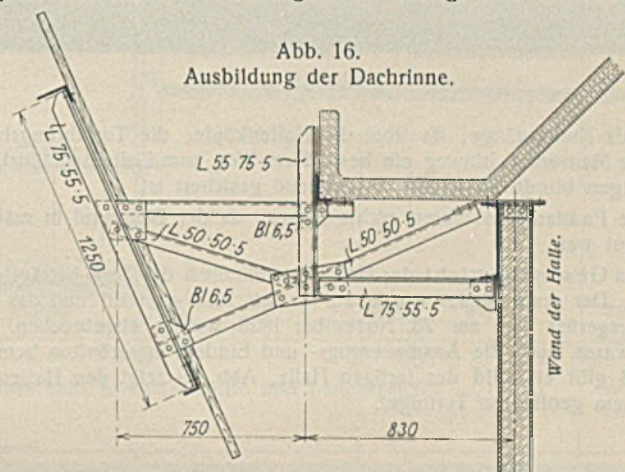


Abb. 16. Ausbildung der Dachrinne.

Stelae ließen sich sehr gut verarbeiten. Das Mauerwerk wurde außen verputzt und innen glattgestrichen. Die Ausmauerung und das Verputzen erfolgte von einem Hängegerüst, das am Stahlbauwerk aufgehängt war und entsprechend dem Arbeitsfortgang beim Mauern gehoben und beim Verputzen abgesenkt wurde (Abb. 17). Ein doppelter Kalkanstrich auf der Innenseite des Daches und der Wände erhöht zusammen mit den hellgrau gestrichenen Bindern die Helligkeit in der Halle. Die Tore und Giebel-schürzen (Abb. 10a) sind mit Fulguritplatten verkleidet, die Dachflächen der Tore mit Bimsbetonplatten und Ruberoid abgedeckt. Der Fußboden besteht aus 5 cm starkem gespundeten Bohlenbelag auf Querhölzern, die auf einbetonierten Lagerhölzern befestigt sind. Ein Längslaufsteg von 1,5 m Breite läuft am First durch die ganze Halle. Von diesem Laufsteg zweigen an jedem zweiten Binder Querlaufstege ab und dienen zur Montage des Luftschiffes. Die Laufstege sind durch zwei Treppen und einen Aufzug zu erreichen. An jedem Hallenende führt eine Leiter zu den Plattformen auf dem Dach, von denen aus auch die Tordächer mit Leitern zu den Plattformen dienen gleich-

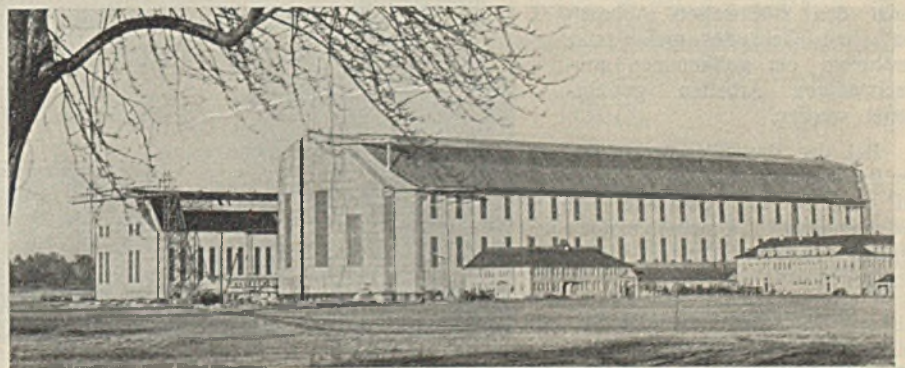


Abb. 18. Ansicht der fertigen Halle.

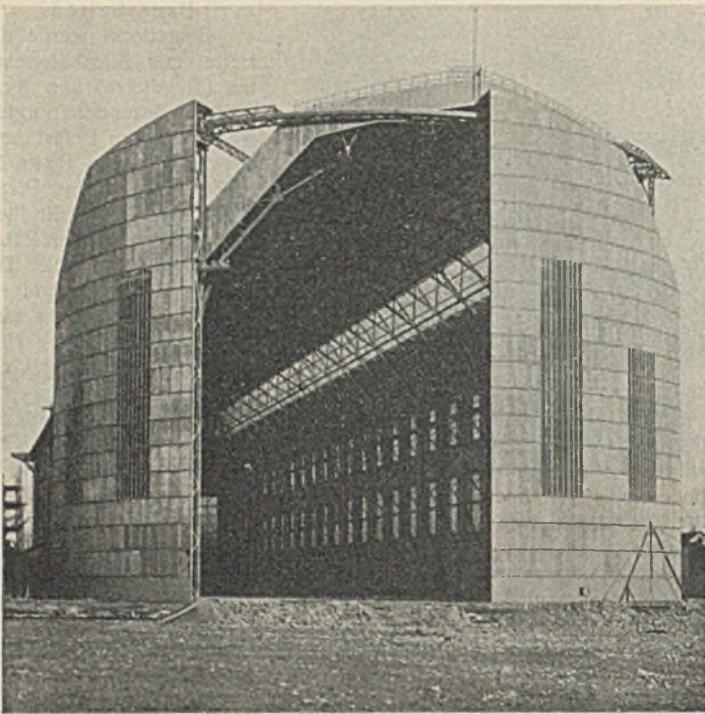


Abb. 19.

zeitig als Notausgänge, da über die Hallenköpfe, die Torführungsträger und die Mansarden hinweg ein besonderer Weg zum Erdboden führt, der aber gegen blinde Passagiere ausreichend gesichert ist.

Die Fundamente bieten nichts Neues, da der Baugrund in mäßiger Tiefe gut war.

Das Gesamtgewicht der Halle einschließlich der Tore beträgt etwa 2200 t. Der erste Binder wurde am 4. Juli 1929 gestellt, und das Aufstellungsgerüst war am 23. November 1929 wieder abgebrochen. Bis dahin waren auch die Ausmauerungs- und Eindeckungsarbeiten beendet. Abb. 18 gibt ein Bild der fertigen Halle, Abb. 19 zeigt den Hallenkopf mit einem geöffneten Torflügel.

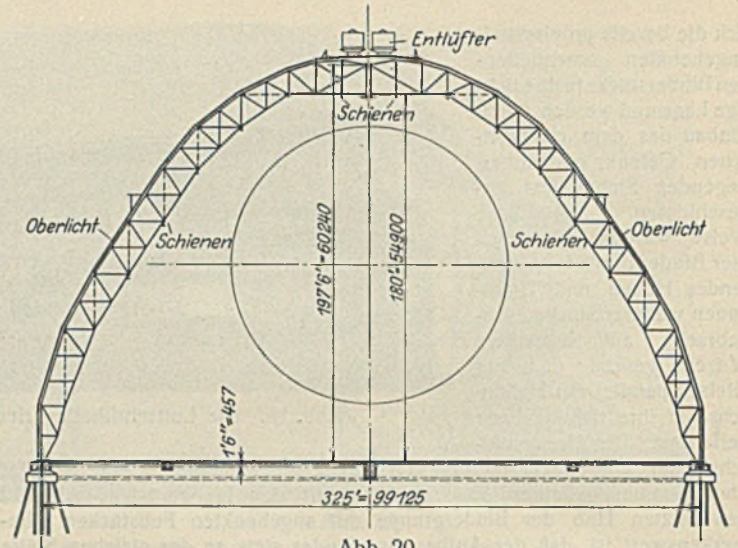


Abb. 20.

Etwa zur gleichen Zeit wurde in Akron (USA.)¹⁾ eine einschiffige Halle für die Goodyear Zeppelin Corporation mit einer Länge von 358 m, einer Breite von 99,8 m und einer Höhe von 54,8 m gebaut, deren Binder Parabelbögen sind (Abb. 20). Das Gesamtgewicht dieser Halle einschließlich Tore beträgt 7400 t. Beachtenswert sind die Gewichtsunterschiede für das Stahlgerippe beider Hallen. Es wiegt

die Halle Friedrichshafen:

3,25 kg/m³ umbauten Raumes = 150 kg/m² Grundfläche,

die Halle Akron:

5,70 kg/m³ umbauten Raumes = 220 kg/m² Grundfläche.

Dabei ist noch zu beachten, daß die Halle Akron mit dem leichten Wellblech mit Überzug eingedeckt ist.

An der Halle in Friedrichshafen arbeiteten unter Leitung der Gutehoffnungshütte elf Unternehmer in reibungsloser Zusammenarbeit. Jeder war bestrebt, das Beste seines Faches zu schaffen. Ohne jeden Unfall wurde der Bau errichtet. Das sei eine gute Vorbedeutung für das neue Luftschiff, das in dieser Halle entstehen und als Zeichen deutscher Gründlichkeit und Unternehmungslust in die weite Welt ziehen soll.

¹⁾ Vgl. „Die Bautechnik“ 1930, Heft 11, S. 158.

Alle Rechte vorbehalten.

Stahlbaukonstruktion für ein Kesselhaus. (Kammgarnspinnerei Stöhr & Co., AG., Leipzig.)

Von H. Frömling, Leipzig.

Dem dauernd steigenden Dampfverbrauch für Krafterzeugung und Heizzwecke war die vorhandene Kesselanlage nicht mehr gewachsen und mußte durch eine neuzeitliche Anlage ersetzt werden. Die beengten Platzverhältnisse im Zusammenhang mit der übrigen Kraftanlage gestatteten nur eine Erbauung des neuen Kesselhauses an der Stelle des alten, wobei lediglich eine kleine Verbreiterung und Verlängerung möglich war. Außerdem wurde von der Bauherrschaft die Forderung gestellt, daß während der ganzen Bauzeit für das Gebäude die alte Kesselanlage mit 50% in Betrieb bleiben muß. Hierdurch und durch den stückweisen Abbruch des alten Gebäudes mußte von vornherein ein vollkommen programmäßiges Arbeiten gewährleistet werden.

Bei der Projektierung seitens der Bauherrschaft wurden in bezug auf die tragenden Baustoffe von verschiedenen Unternehmungen folgende Ausführungsarten vorgeschlagen:

1. Stahlbaukonstruktionen verschiedener Systeme,
2. Eisenbetonbau - Konstruktionen,

3. Gemischtbau-Konstruktionen, wobei die Bunker mit Stützen in Eisenbeton, die Überdachung des Kesselraumes in Stahl und die Unterstützung des Daches an den Außenseiten durch Mauerpfeiler gedacht waren.

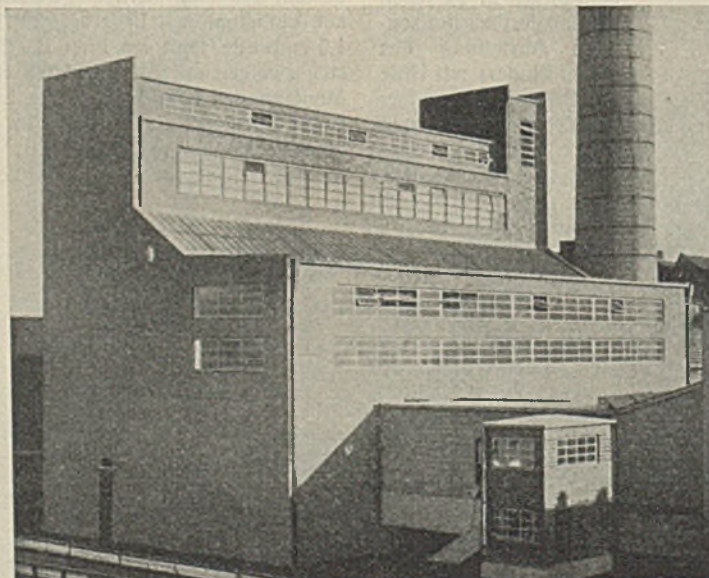


Abb. 4.

Das Kesselhaus in fertigem Zustande.

Die letztgenannte Ausführungsart, welche leider noch häufig in Vorschlag gebracht wird, ist statisch sehr ungeschickt, ja zum Teil sogar vollkommen unmöglich, da die horizontalen Windkräfte auf die frei stehenden Außenwände, in dem vorliegenden Falle insbesondere für die 15,61 m hohe Längswand hinter den Kesseln (Abb. 1), nur durch Anwendung sehr großer Pfeilermassen einwandfrei zu den Fundamenten bzw. durch die Dachbinder zu dem stabilen Bunkergerippe übertragen werden können und bei der noch oft anzutreffenden willkürlichen Wahl der Pfeilerabmessungen eine einwandfreie Kraftübertragung überhaupt ausgeschaltet ist. Wirtschaftlich und statisch einwandfrei wird diese Gemischtbau - Konstruktion erst dann, wenn statt der Mauerpfeiler Stützen aus Stahl zur Verwendung gelangen.

Die Ausführungsart in Eisenbeton-Konstruktion stellte sich in diesem Falle teurer als die Stahlbau-

Konstruktion. Die Preisdifferenz dürfte hauptsächlich in der Dachkonstruktion über dem Kesselraum und in den verhältnismäßig gering belasteten schlanken Außenwandstützen — ähnlich den vorerwähnten Mauerpfelern — zu suchen sein.

Auf Grund der vorgenannten Nachteile und mit Rücksicht auf das programmäßige Arbeiten auf der beengten Baustelle wurde für die Ausführung die Stahlbau-Konstruktion gewählt, wobei die in den Werkstätten fertig bearbeiteten Konstruktionsglieder beim Eintreffen auf der Baustelle schnell und ohne große Raumsperre montiert werden konnten.

Die Abmessungen des Gebäudes (Abb. 1, 2, 3) ergaben sich zwangsläufig durch Aufstellung von vier Stück „Steinmüller-Sektional-Kesseln mit je 400 m² Heizfläche, 35 at Betriebsüberdruck“ und der Forderung, daß für jeden Kessel ein Bunkerraum von 450 m³, also insgesamt 1800 m³, zur Verfügung stehen sollen. Für natürliche Belichtung aller Bedienungsstellen ist bestens Sorge getragen, denn die Fensterflächen in der 12 m hohen und 35,71 m langen Längswand „A“ unter den Bunkern umfassen schon 250 m² = 60 % dieser Wandfläche, welche ohne Schwierigkeiten zwischen dem wenig Platz raubenden Stahlskelett untergebracht werden konnten.

Die gesamte Lichteinfallfläche für den Kesselraum (ohne die senkrechten Fenster in dem Entlüftungsaufbau) beträgt etwa 500 m², das sind 75 % der Gebäude-Grundfläche. Nach Fertigstellung hat sich diese Belichtung als günstig erwiesen. Durch die Anordnung eines auf die ganze Länge des Kesselhauses durchlaufenden Lüftungsaufbaues entsteht ein natürlicher Saugzug, welcher einerseits durch die senkrechte Bunkerwand, andererseits durch das schrägliegende Oberlicht mit darüberstehender Jalousiewand gebildet wird und alle nicht aufgefangenen Abdämpfe schnell ins Freie gelangen läßt. Ein weiterer Vorteil in der Anordnung dieses Lüftungsaufbaues liegt darin, daß die anliegende Bunkerwand nur als Innenwand dünner ausgeführt werden brauchte. Das Stahlskelett der Umfassungswände wurde 38 cm stark einschließlich Klinkerverblendung ausgemauert und ergibt die in Abb. 4 dargestellte Außenansicht. Die Verblendung des Stahlgerippes war kein unbedingtes Erfordernis, sie wurde hauptsächlich ausgeführt, um mit der Klinkerverblendung der angrenzenden Massivbauten Übereinstimmung zu erzielen.

Das statische System des Traggerippes geht aus Abb. 5 hervor und ist derart, daß alle anfallenden horizontalen Windkräfte auf den Bunkerteil mit Aufbau, durch Verstrebung in den Bunkerquertrennwänden, in die Ebene des Hauptdaches geleitet werden. In dieser Dachebene ist ein Windträger (Abb. 3) angeordnet, welcher seine Auflagerkräfte an Portale in den Giebelwänden absetzt. In gleicher Weise werden auch die anteiligen Windkräfte auf die Längswände übertragen, so daß die Stützen unterhalb der Bunker als Pendelstützen ausgebildet werden konnten und nur die Stützen der Längswände außer den senkrechten Lasten noch die geringen örtlichen Biegemomente infolge Wind aufzunehmen hatten. Die in

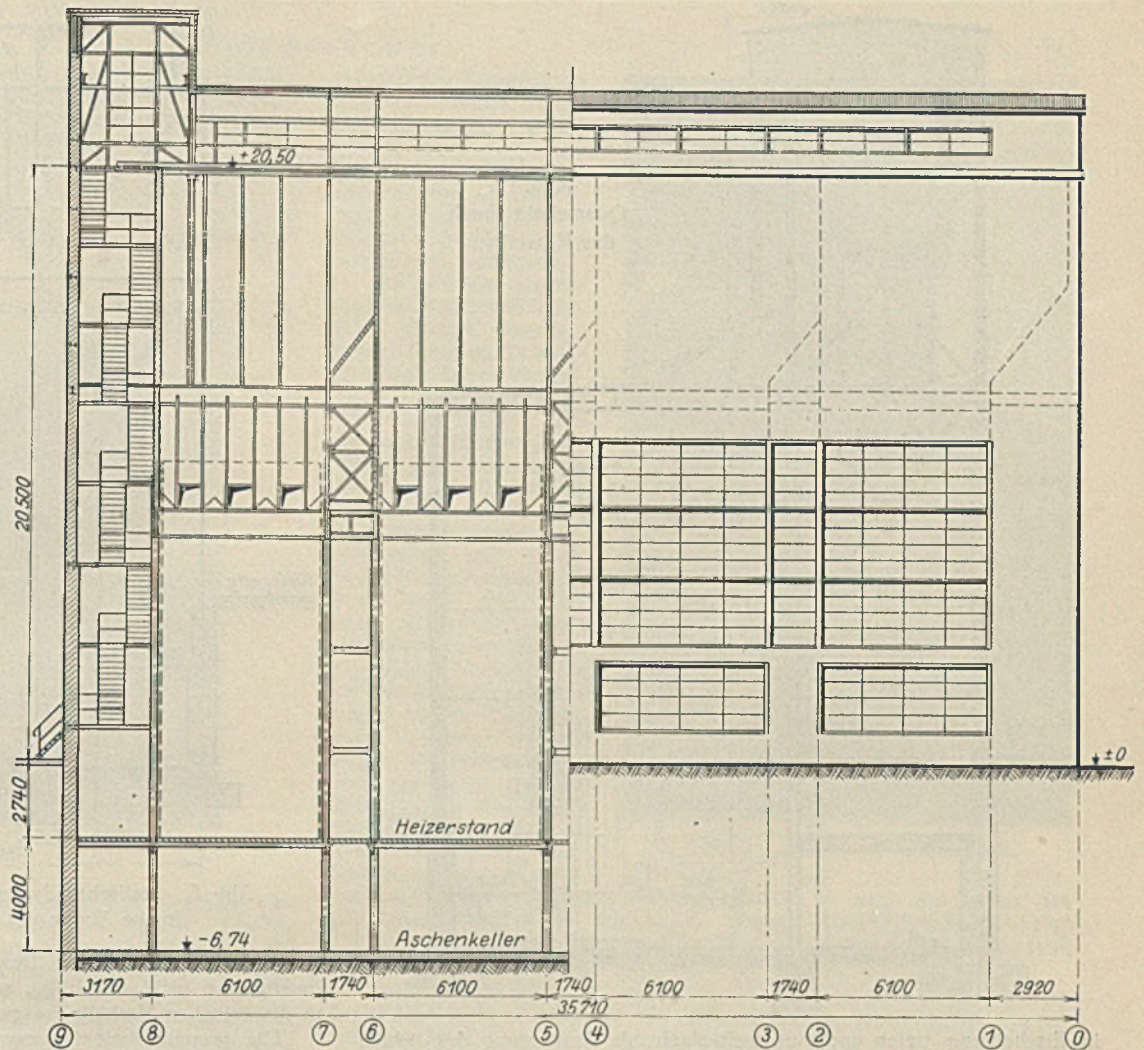


Abb. 2. Längsschnitt in Bunkermitte und Längsansicht.

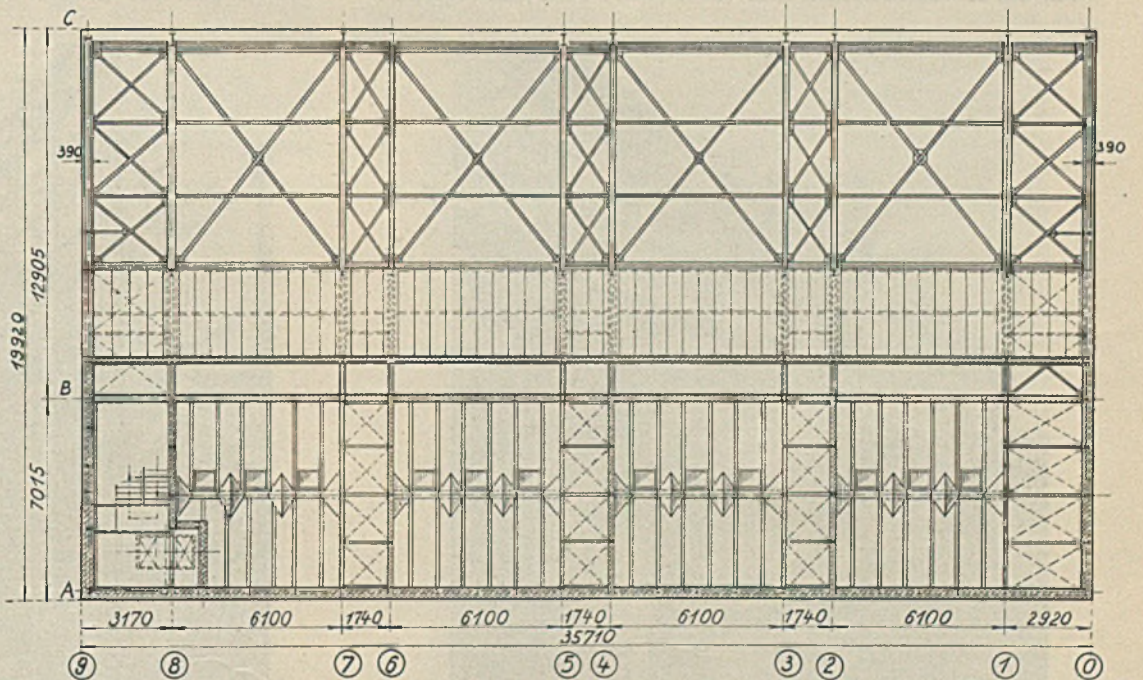


Abb. 3. Grundriß des Daches und Schnitt durch den Bunker.

Abb. 5 angegebenen Kräfte und Biegemomente beziehen sich auf eine Belastungsbreite von 4,50 m infolge Wind von rechts (Hofseite). Diese Auflösung der Konstruktion brachte gegenüber der Anwendung von Rahmenkonstruktionen oder eingespannten Stützen eine wesentliche Ersparnis an Konstruktionsgewicht bzw. an Fundamentmassen. Die Windkräfte auf die Giebelwände wurden in ähnlicher Weise wie bei den Längswänden aufgenommen, d. h. hierfür wurden in den Längswänden portalartige Verstreibungen angeordnet, so daß im Inneren des Gebäudes überall nur schlanke Konstruktionsglieder mit scharf umrissenen Ecken

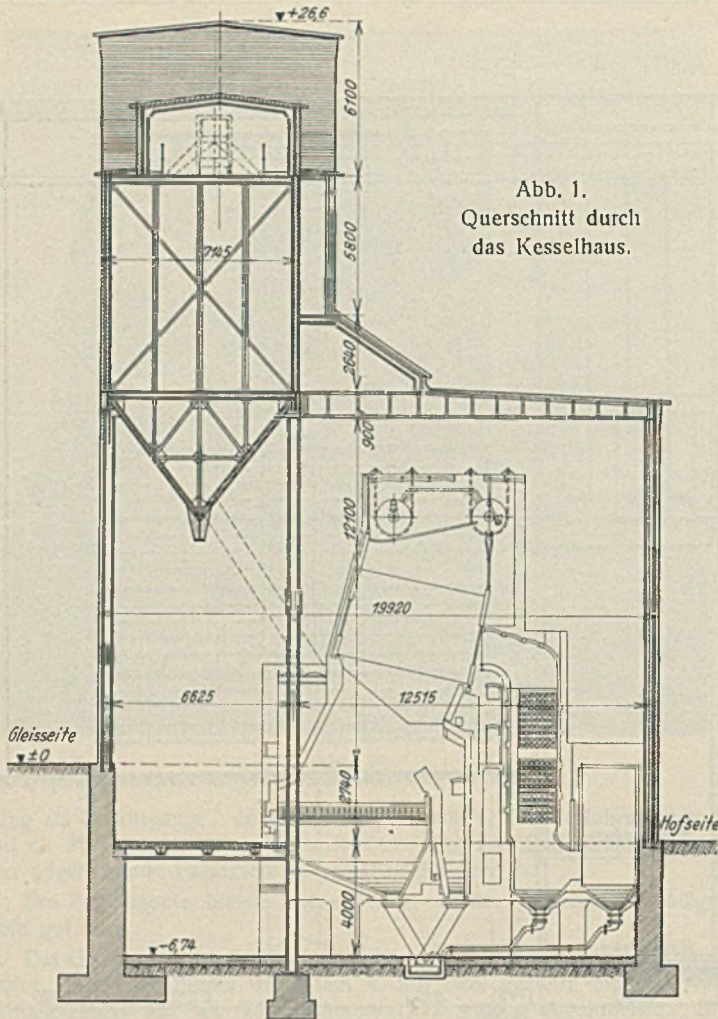


Abb. 1.
Querschnitt durch
das Kesselhaus.

in Erscheinung treten und eine weitestgehende Ausnutzung des lichten umbauten Raumes gewährleistet ist.
Mit den technischen Vorarbeiten wurde am 14. März 1928 begonnen.

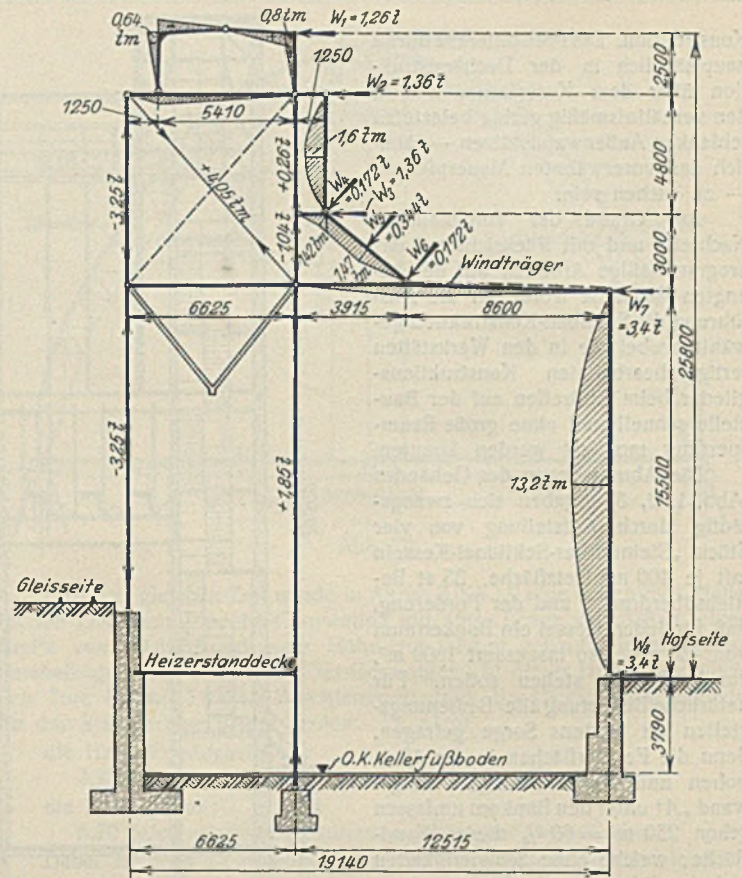


Abb. 5. Statisches System zur Überleitung der Windkräfte in die Ebene des Hauptdaches (Windträger).

dürfte wieder einmal der Beweis erbracht sein, daß mit der Stahlkonstruktion nicht nur billig, sondern auch schnell und mit Anpassung an die örtlichen Verhältnisse gebaut werden kann.

Die gesamte Projektierung und Ausführung der Gebäudekonstruktion lag in den Händen der Firma Eisenbau Reinhold Patzschke, Leipzig.
Abb. 6 gibt eine Ansicht während der Montage von der Hofseite

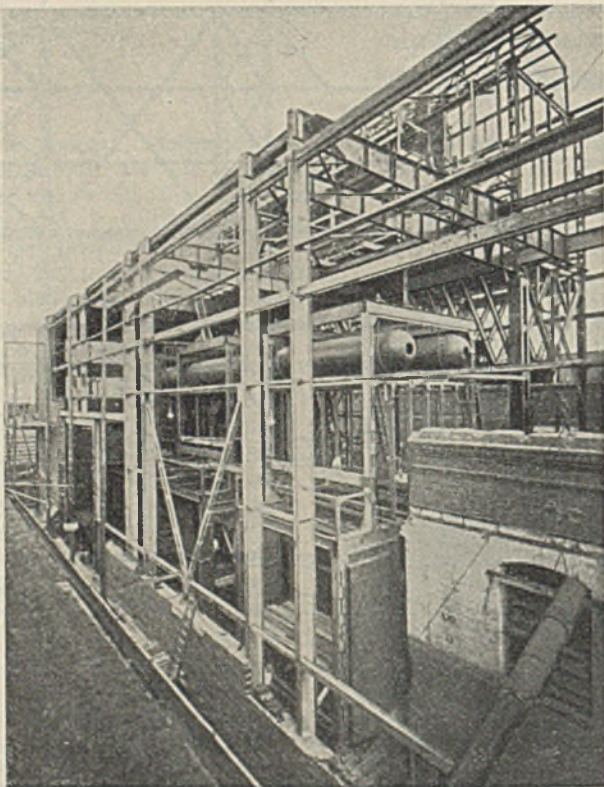


Abb. 6. Montageansicht von der Hofseite (s. Abb. 1).

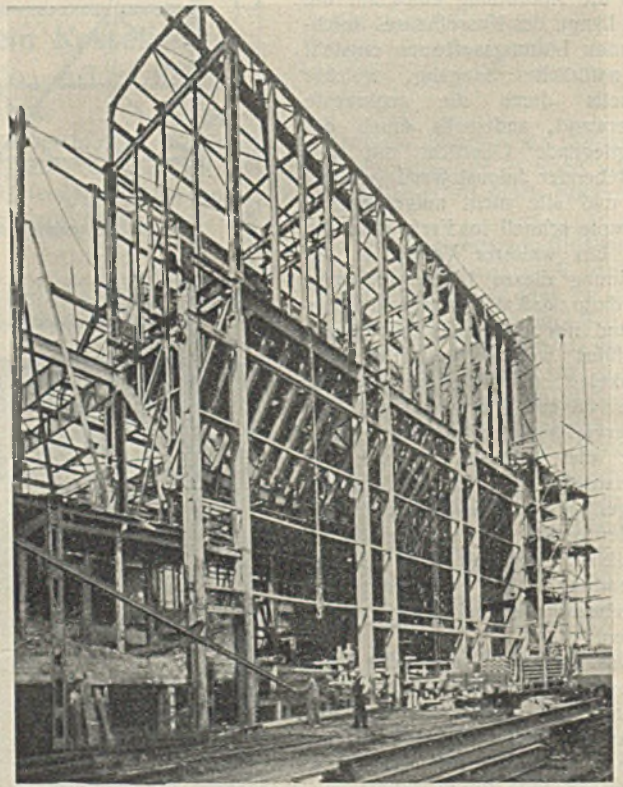


Abb. 7. Montageansicht von der Gleisseite (s. Abb. 1).

Die ersten Fundamente standen am 1. Mai für die Montage der Stahlkonstruktion zur Verfügung, und die Stahlkonstruktion zur Unterbringung von zwei Kesseln war bereits am 30. Mai 1928 montiert. Hierdurch

(Reihe C), Abb. 7 eine solche von der Gleisseite (Reihe A) wieder. In beiden Abbildungen ist das Ineinandergreifen der neuen mit der alten Konstruktion deutlich zu erkennen.

Verschiedenes.

Vom Massentransport in den Betrieben des Industriebezirks. Der Verkehr im rheinisch-westfälischen Industriebezirk ist vorwiegend auf Massentransport eingestellt. So sind die Frachteinnahmen der Reichsbahn zum wesentlichen Teile durch die Massentransporte dieses Bezirks gegeben, und auch der überragende Anteil des Rheins und seiner Nebenstraßen am Gesamtverkehr der deutschen Wasserstraßen ist durch die Massentransporte des Ruhrbezirks bedingt. Diese Tatsache ergibt sich ohne weiteres daraus, daß hier Kohle und Eisen ihr Hauptproduktionsgebiet haben.

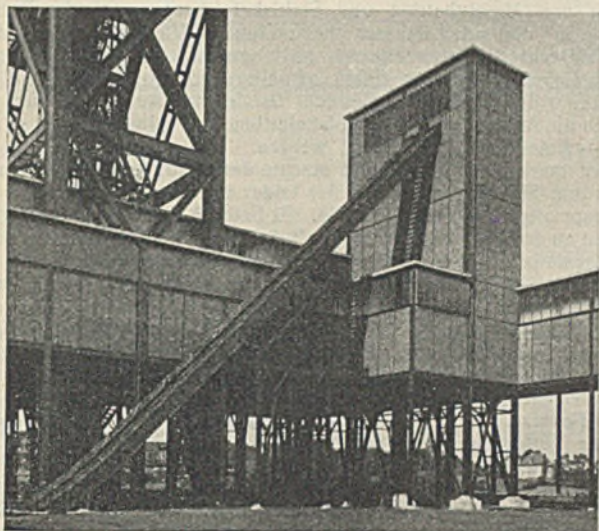


Abb. 1. Becherwerk.

Es sei aber auch daran erinnert, daß nicht allein der öffentliche Verkehr durch die Zusammenballung der Gütermengen vor große Aufgaben gestellt ist, wenn er befähigt sein soll, sie schnell und billig an ihre Bestimmungsstelle zu führen. Auch jede Produktionsstätte, sei sie bergbaulicher oder industrieller Natur, ist darauf angewiesen, ihre Roh- und Halbstoffe sowie ihre Fertigwaren und etwaige Abfallstoffe zweckmäßig und billig dort hinzuleiten, wo es der Gewinnungs- oder Fabrikationsgang erfordert. Es ist nicht zuviel gesagt, daß die Rentabilität der meisten Betriebe mit der richtigen Wahl und Anwendung der Transporteinrichtungen steht und fällt, und es ist die ständige Sorge jeder Zechen- oder Werksleitung, die an sich unproduktiven Transportkosten so niedrig wie möglich zu halten.

Für den Konstrukteur dieser Transporteinrichtungen bieten sich die mannigfaltigsten Aufgaben dar, deren wirtschaftlichste Lösung zu finden oft ein großes Maß an Erfahrung und Einfühlungsmöglichkeit in die Eigenart der betreffenden Betriebe verlangt. Unter der Zahl der Firmen,

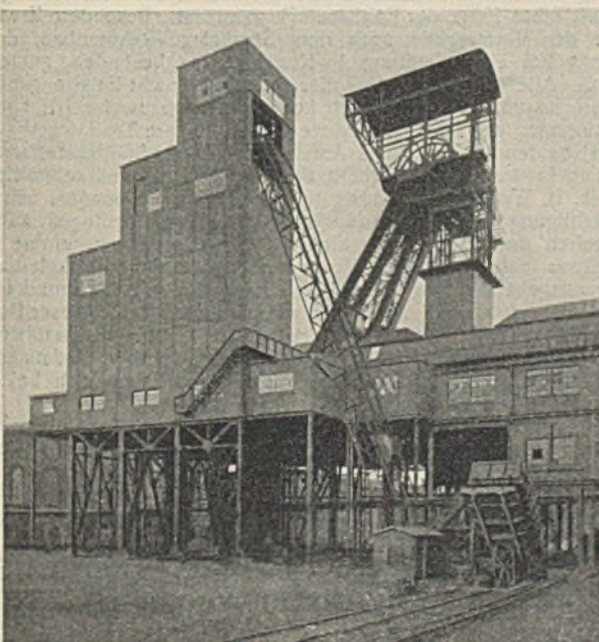


Abb. 2. Schrägaufzug.

welche die Konstruktion und Herstellung genannter Einrichtungen aufgenommen haben, befindet sich auch die Firma C. H. Jucho, die vermöge ihrer ständigen Führung mit den Zechen, Hüttenwerken und sonstigen

industriellen Betrieben im Ruhrbezirk bereits deren Betriebswünsche genau kannte, ehe sie sich dazu entschloß, der Fabrikation näherzutreten. Als besonderer Zweig derselben hat sich dabei die Herstellung von Kranen entwickelt.

An einigen Ausführungsbeispielen soll lediglich gezeigt werden, welche Form die Bewältigung irgendeines Massentransportes erfordert. So stellt z. B. Abb. 1 ein Becherwerk für eine große Zeche im Dortmunder Bezirk dar, das dazu dient, die in Eisenbahnwagen eintreffenden Berge aufzunehmen und einem Vorratsbunker zuzuführen. Von diesem erfolgt der Abzug auf der Hängebank mittels elektrisch angetriebener Jucho-Gurtverschlüsse in die Grubenwagen und die Zuführung zum Schacht, wo die Berge als Versatz Verwendung finden. Gerade dem Problem des Bergetransports, das für die Zechen z. T. von größter Bedeutung ist, wird besondere Sorgfalt zugewandt. Bemerkenswert ist auch die Länge des gelieferten Becherwerks mit 51 m. Seine Leistungsfähigkeit beträgt 100 t/h. Eine weitere Bergebunkeranlage, bei welcher das Becherwerk durch einen Schrägaufzug ersetzt ist, zeigt Abb. 2.

Abb. 3 stellt einen Materialaufzug ebenfalls für eine Zeche dar, der hauptsächlich für Grubenholz Verwendung findet. Er leistet bei doppeltrümiger Ausführung (4 t Traglast) rd. 120 t/h.

An einem anderen Beispiel sei gezeigt, wie Schwierigkeiten bei der Erzverladung aus dem Schiff in die Eisenbahnwagen zu umgehen sind, und dabei auf den in Abb. 4 dargestellten, für ein Hüttenwerk ausgeführten fahrbaren Erzbunker hingewiesen. Es hatte sich als störend

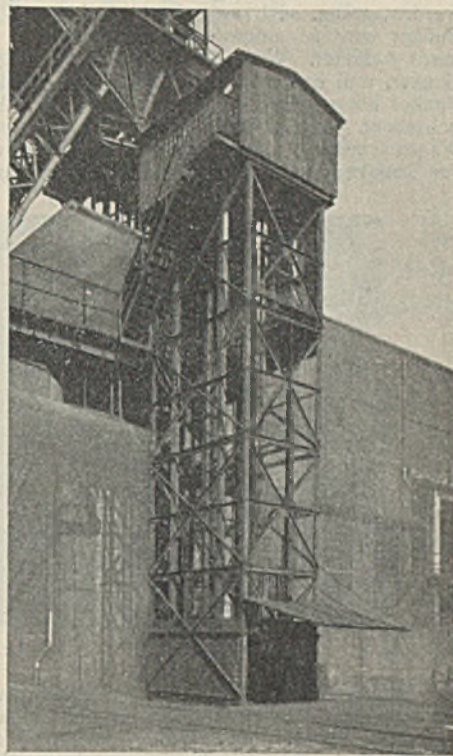


Abb. 3. Aufzug für Grubenholz.

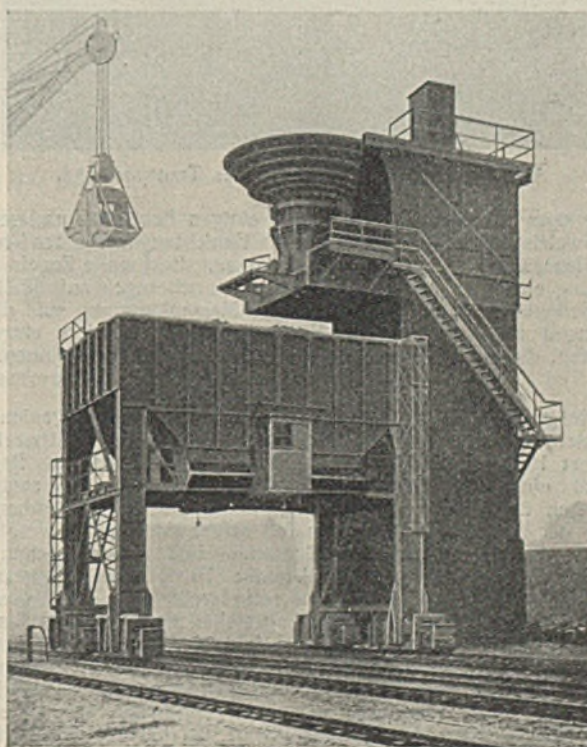


Abb. 4. Fahrbarer Erzbunker.

herausgestellt, daß der Greiferkran beim Ausladen der Erze in die Wagen seine Tätigkeit unterbrechen mußte, wenn die Wagen verschoben wurden oder die leeren zur Beladung nicht sofort herangeführt werden konnten.

Durch die Aufstellung des fahrbaren Erzbunkers, der rd. 200 m³ Erz faßt, kann die Schiffsentladung ohne Unterbrechung und Zeitverlust weitergeführt werden, wenn auch augenblicklich keine Wagen zur Stelle sind. Der Bunker wird so aufgestellt, daß er sich im Arbeitsbereich des Greifkrans befindet. Wird dieser verfahren, so geschieht das auch mit dem Bunker, und damit wird auch ein Verholen des Schiffes überflüssig. Der Bunker überspannt zwei Gleise, über deren Achse jeweils zwei elektrisch betriebene Abziehschieber angeordnet sind, um eine schnelle Beladung der Wagen vornehmen zu können. Die Bedienung des Fahrtriebs sowie der Schieber erfolgt vom Führerhaus am Bunker.

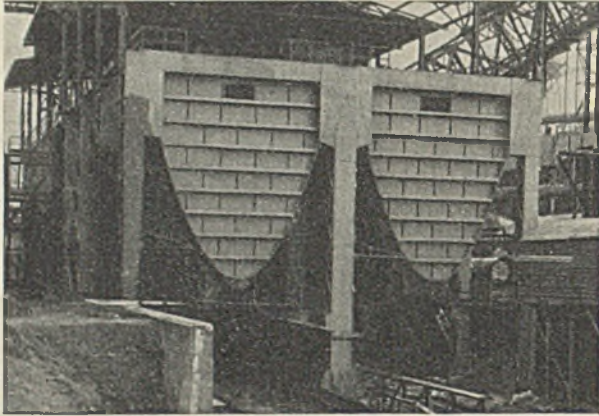


Abb. 5. Erzbunker.

In Abb. 5 sind feststehende Erzbunker gezeigt, an denen die elektrisch angetriebenen Gurtverschlüsse eigener Bauart von Interesse sind. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, einen glatten, ungestörten Abzug der Erze vorzunehmen. — Ein elektrisch angetriebenes Transportband für eine Mühle ist in Abb. 6 dargestellt. Das Band ist in einer Brückenkonstruktion verlagert, die eine Straße überspannt.



Abb. 6. Elektrisch angetriebenes Transportband.

Hier kann nur andeutungsweise an einigen Beispielen nachgewiesen werden, welche Vorteile gut durchdachte Einrichtungen für den Transport irgendwelcher Güter mit sich bringen können. Bestimmte Regeln für die Anwendung einzelner Typen von Transporteinrichtungen aufzustellen, erscheint bedenklich, denn gerade bei der Massenförderung sind die Voraussetzungen meist von Fall zu Fall anders und erfordern eingehende Vorarbeiten, die zu den verschiedensten Lösungen führen können.

Dr.-Ing. L. Caemmerer.

Vortrag Dengler in Erfurt. Im Architekten- und Ingenieurverein Erfurt hielt Herr Regierungsbaumeister Dengler am Mittwoch, den 19. Februar 1930, einen Vortrag über das Thema: „Stahl als Baustoff“. An Hand eines eingehenden Diapositiv-Materials sowie ausgelegter Zeichnungen über die Konstruktionselemente des Stahlskelettbauwerks beleuchtete der Vortragende im ersten Teil seines Vortrages in vergleichender Weise die Entwicklung des deutschen und amerikanischen Stahlskelettbauwerks. Die Tatsache, daß Amerika 70 % seines Baustahls für den Hochbau verwendet, sollte uns recht wohl erkennen lassen, daß wir noch im Anfang dieser Entwicklung stehen und daß diese Bauweise die Zukunft für sich hat. Nach den letzten Angaben sind insgesamt 2,7 Mill. Tonnen für den Hochbau in Amerika verarbeitet worden. Von der Einführung des amerikanischen Rippenstreckmetalls verspricht sich Dengler eine starke Förderung des Stahlskelettbauwerks, die an sich für Deutschland eine Frage der Füllbaustoffe ist, da die Wirtschaftlichkeit der Stahlskelettkonstruktionen längst erwiesen ist. Dieses amerikanische Rippenstreckmetall hat gegenüber dem bisherigen von uns verwendeten Streckmetall den Vorteil größerer Steifigkeit, so daß das Eindringen beim Verputzen vermieden wird.

An einigen typischen amerikanischen Bauwerken, z. B. an dem Channin-Haus, wurde gezeigt, mit welcher Regelmäßigkeit und Schnelligkeit der

Aufbau eines solchen Stahlskelettbauwerks vor sich geht. Typisch ist dabei, daß der Innenausbau in den unteren Stockwerken bereits beginnt, während in den höher gelegenen Stockwerken noch das Stahlskelett errichtet wird. Andere Stahlskelettbauten von kleineren Höhen, wie sie in Europa gebräuchlich sind, ließen andererseits erkennen, wie unter dem Schutze des Daches die Ausmauerung der Umfassungswände und der Innenausbau vor sich geht.

Bei der Betrachtung über die Preisverhältnisse für verschiedene Baustoffe wies der Redner mit Nachdruck darauf hin, daß im Gegensatz zu den übrigen Baustoffen, die heute einen Index von 1,8 gegenüber der Vorkriegszeit haben, der Stahl nur 20 bis 30 % teurer geworden ist. Im Zusammenhange damit warnte der Vortragende davor, den Kostenvergleich von Massivbauten und Stahlskelettbauten auf der Basis des Preises je m³ umbauten Raumes vorzunehmen. Vielmehr sei erforderlich, um einen wahren Kostenvergleich anstellen zu können, den Zeitgewinn und damit den Zinsgewinn durch schnelleres Bauen, sowie die Umbaumöglichkeit¹⁾ der Gebäude in Betracht zu ziehen. Auch der Raumgewinn soll durch die Anwendung des Stahlskelettbauwerks — dünne Wände, schwache Säulen — keinesfalls unterschätzt werden.

Einen markanten Unterschied machte der Vortragende zwischen Stahlhäusern und Stahlskelettbauten, der leider in vielen Kreisen und in der Tagespresse oftmals verwischt würde. Er betonte hierbei, daß sich gewisse Bedenken an der Entwicklungsfähigkeit des Stahlhausbaus in Deutschland keinesfalls auf den Stahlskelettbau übertragen lassen, da dieser seine Eignung und Wirtschaftlichkeit schon längst erwiesen hat und an sich doch gar nichts Neues ist.

Besonders die Herren Architekten wies der Redner darauf hin, daß der Werkstoffausschuß des Deutschen Normenausschusses das für Baukonstruktionen verwendete Eisen in Übereinstimmung mit dem Auslande, das nur den Begriff „Stahl“ kennt, als Stahl (St 37) bezeichnet.

Die Feuers- und Rostgefahr der Stahlskelettbauten sei bei den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln an sich keine „Gefahr“ mehr. Vielmehr wird mehr darüber geschrieben, als sich Schäden dieser Art ergeben haben. Dagegen lassen sich Gegenbeweise sehr wohl anführen. Eine Ummantelung der Stützen ist selbstverständlich hierzu unerlässlich. Der Redner hält Kiesbeton für die beste Ummantelung. Der Stahl liegt dann unter einer tieferen Betonschutzschicht als die dünnen Zugseile in den üblichen Eisenbetonträgern. Terrakotta soll bei großer Hitze abspringen. Besondere Aufmerksamkeit widmen heute die Stahlwerke im Interesse weiterer Rostgefahrverminderung der Herstellung von gekupfertem Stählen.

Für ihre eigenen Bauten setzen diese Werke neuerdings das Stahlfachwerk ihrer Gebäude der Witterung aus, um das Rosten dieser gekupfertem Stähle im Vergleich zu dem gebräuchlichen Stahl (St 37) zu beobachten.

Bei der Ausbildung der Umfassungswand wies der Redner darauf hin, daß Korkstein sich überall als Mittel gegen Kältebrücken sehr gut bewährt hat. Die isolierende Luftschicht in der Ausfachung braucht seiner Ansicht nach nicht stärker als 5 bis 6 cm zu sein, denn mit einer, selbst erheblichen Vergrößerung dieses Maßes ist nur eine ganz geringfügige Verbesserung der Isolierfähigkeit verbunden.

In Lichtbildern zeigte der Vortragende einige typische Wandausbildungen, die er einer kritischen Betrachtung unterzog. Auf diesem Gebiet sind in letzter Zeit bedeutende Fortschritte gemacht worden — besonders Hohlziegel in größeren Formaten haben sich gut eingeführt —, und die Zeit dürfte nicht mehr fernliegen, wo auch hier eine strenge Scheidung zwischen brauchbarem und unbrauchbarem Baustoff eingetreten und damit diese Frage der Füllbaustoffe gelöst ist. Besondere Erwähnung widmete der Vortragende noch dem Staubziegel-Rahmenbau, der sich neuerdings bei einer Siedlung in Kottbus ganz besonders gut bewährt haben soll. Allerdings dürfte sich diese Bauweise nicht im strengen Winter anwenden lassen, da sie an sich keine Trockenbauweise ist, aber nach den Erfahrungen des Redners eine wesentlich kürzere Trockenzeit erfordert als Massivbauten. Welch hohe Anforderungen der Stahlskelettbau heute zu erfüllen in der Lage ist, erhellt aus der Tatsache, daß selbst Krankenhäuser (z. B. Waiblingen, Danzig usw.), die eine besonders schwierige Berücksichtigung der Schall- und Wärmeisolierungen bedingen, zur vollen Zufriedenheit der Unternehmer als Stahlskelettbauten ausgeführt worden sind. Etwas näher ging der Vortragende auf den Stahlskelettbau des Verwaltungsgebäudes der Vereinigten Stahlwerke in Dortmund ein, das er selbst mit erbaut hat. Auch hier wies er die Eignung dieser Bauweise für Gebäude solcher Ausmaße eindringlich und klar nach. Unabhängigkeit des Bauvorganges von Jahreszeit und Witterung und besonders die dem Stahlskelettbau eigentümliche Umbaumöglichkeit haben sich bei diesem Gebäude ganz besonders bewährt.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß der Redner die großen Vorteile der Torkestrüngen für den Stahlskelettbau an Bauergebnissen nachwies.

Einen schönen Abschluß bildeten die näheren Ausführungen über das erst kürzlich erstellte Stahlskelett des Bibliothekgebäudes des Deutschen Museums in München, wobei für deutsche Verhältnisse geradezu Rekordzeiten bei der Montage erzielt wurden.

Nach dem Vortrag wurden zwei interessante Filme über die Stahlerzeugung und über die Errichtung des ersten Fabrikhochhauses Europas (Siemens Schaltwerk) vorgeführt.

¹⁾ Siehe „Stahlbau“ 1930, Heft 3, S. 36.